

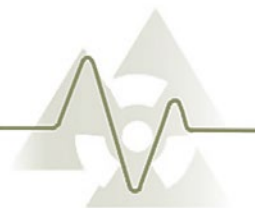
**FÍSICA Y SALUD:  
RETOS Y PERSPECTIVAS**  
DE LA FÍSICA MÉDICA Y  
LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

**20 SEFM - 15 SEPR**

Sociedades Españolas de Física Médica  
y de Protección Radiológica

del **23** al **26** de **junio**

Ciudad Politécnica de la Innovación



## **APP**

Podrá encontrar información útil sobre cómo llegar a la sede, información relativa a Valencia, ponentes,... También puede marcar sus actividades o ponencias favoritas y poder consultarlo más tarde, así como crear su propia agenda personalizada.

Tres métodos de descarga:

- Descargarla en el siguiente link: [app.sefmseprvalencia2015.es](http://app.sefmseprvalencia2015.es)
- Entrar en su tienda Play Store (Android) o App Store (iOS) y buscar: sefmsepr2015
- Leer este código QR con su teléfono móvil:



## **VENTAJAS DE DESCARGARSE LA APP**

- Podrá participar en algunas ponencias seleccionadas por la Organización, donde podrá responder a las preguntas del ponente y también podrá enviarle usted preguntas.
- Podrá votar la encuesta de satisfacción.
- Puede crear su propia agenda personalizada, para no perderse nada de su interés.
- Tiene toda la información de la ciudad de Valencia: cómo llegar, medios de transporte, hoteles, tiempo, sanidad,...
- Puede consultar todos los datos de los Actos Sociales previstos para los días del Congreso, como el cóctel de bienvenida en el Oceanogràfic de la Ciudad de las Artes y de las Ciencias.
- Y mucha más información....

DESCÁRGUESE LOS ABSTRACTS DE LAS PONENCIAS Y COMUNICACIONES ORALES EN

<http://programa.sefmseprvalencia2015.es/>

TODOS LOS PÓSTERS DEL CONGRESO EN

[www.siteonsite.es/sefmseprvalencia2015/pantallas](http://www.siteonsite.es/sefmseprvalencia2015/pantallas)

**ISBN** 978-84-943642-4-2

## ■ PRESENTACIÓN

Queridos amigos y amigas,

El Comité Organizador del 4º Congreso Conjunto SEFM-SEPR cordialmente les da la bienvenida. Este es el segundo Congreso Conjunto que se celebra en la Comunidad Valenciana, esta vez en Valencia, en la sede de la Ciudad Politécnica de la Innovación de la Universitat Politècnica de València.

El lema del Congreso es **“Física y Salud: Retos de la Física Médica y la Protección Radiológica”** y, acorde con ello, es una oportunidad para exponer con rigor científico y calidad las numerosas ponencias y debates que se están organizando en torno a la Física Médica y la Protección Radiológica.

Pensamos que este 4º Congreso Conjunto SEFM-SEPR es además una oportunidad para visitar Valencia. Esta ciudad bi-milenaria, con un gran legado histórico, ha apostado por el desarrollo innovador del siglo XXI a través de la Ciudad de las Artes y las Ciencias, l’Hemisfèric, el Palau de les Arts, el Museu de les Ciències y l’Oceanogràfic, los cuales son ejemplos de ciudad abierta, moderna e innovadora.

Es una satisfacción, un compromiso y un honor el poder organizar el 4º Congreso Conjunto SEFM-SEPR y esperamos que sea muy productivo para todos vosotros.

Un Saludo,

**Gumersindo Verdú Martín**  
*Presidente del Comité Organizador*

## COMITÉ DE HONOR

### **S.M.D. Rey de España**

S.M.D. Felipe VI de Borbón

### **Presidente de la Generalitat Valenciana**

Sr. D. Alberto Fabra Part

### **Ministro de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad**

Sr. D. Alfonso Alonso Aranegui

### **Ministro de Industria, Energía y Turismo**

Sr. D. José Manuel Soria López

### **Alcaldesa de Valencia**

Sra. D<sup>o</sup>. Rita Barberá Nolla

### **Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear**

Sr. D. Fernando Marti Scharfhausen

### **Conseller de Sanidad**

Sr. D. Manuel Llobart Fuertes

### **Conseller d'Economia, Indústria Turisme i Ocupació**

Sr. D. Máximo Buch Torralva

### **Rector de la Universidad de Valencia**

Sr. D. Esteban Morcillo Sánchez

### **Rector de la Universidad Politécnica de Valencia**

Sr. D. Francisco J. Mora Mas

### **Director General del CIEMAT**

Sr. D. Cayetano López Martínez

### **Presidente de ENRESA**

Sr. D. Juan José Zaballa Gómez

### **Presidente de UNESA**

Sr. D. Eduardo Montes Pérez del Real.

### **Presidente de ENUSA**

Sr. D. José L. González Martínez

### **Presidente de IBERDROLA**

Sr. D. José Ignacio Sánchez Galán

### **Presidente de la Sociedad Española de Física Médica**

Sr. D. Juan Jose Peña Bernal

### **Presidente de la Sociedad Española de Protección Radiológica**

Sr. D. Eduardo Gallego Díaz

## COMITÉ ORGANIZADOR

### Presidente

Gumersindo Verdú Martín. *Universitat Politècnica de València. Valencia*

### Vicepresidente

Joan Roselló Ferrando. *Hospital General Universitario - ERESA. Valencia*

### Vicepresidente

Vicente Crispín Contreras. *Fundación Instituto Valenciano de Oncología. Valencia*

### Secretaria

Patricia Mayo Nogueira. *Titania Servicios Tecnológicas, S.L. Valencia*

### Secretario

Agustín Santos Serra. *Consortio Hospitalario Provincial de Castellón. Castellón*

### Tesorero SEFM

Juan María Pérez. *HM Hospitales. Madrid*

### Tesorero SEPR

Elena Alcaide Trenas. *ENRESA. Madrid*

### Vocales

Albert Bartres Salido. *Fundación Instituto Valenciano de Oncología. Valencia*

Luis Brualla González. *Hospital General Universitario - ERESA. Valencia*

Juan Manuel Campayo Esteban. *Hospital Politécnico i Universitari La Fe. Valencia*

Francisco Candela Rodríguez. *Hospital Universitario de la Ribera. Alzira (Valencia)*

Rosa M<sup>o</sup> Cibrián Ortiz de Anda. *Universitat de València. Valencia*

Víctor de los Dolores Alemany. *Fundación IVO. Valencia*

Sergio Díez Domingo. *Hospital Clínico Universitario de Valencia. Valencia*

Mari-Trini García Hernández. *Hospital General Universitario - ERESA. Valencia*

Amparo García Martínez. *Central Nuclear de Cofrentes. Valencia*

Rafael García Mollá. *Consortio Hospitalario Provincial de Castellón. Castellón*

Rolando de J. González Peña. *Universitat de València. Valencia*

Victor González Pérez. *Fundación Instituto Valenciano de Oncología. Valencia*

Domingo Granero Cabañero. *Hospital General Universitario - ERESA. Valencia*

Carmen Guardino de la Flor. *Fundación Instituto Valenciano de Oncología. Valencia*

Francisco Javier López de la O. *Universitat de València. Valencia*

Juan López Tarjuelo. *Consortio Hospitalario Provincial de Castellón. Castellón*

Mónica Martínez Lianes. *Universitat Politècnica de València. Valencia*

Rafael Miró Herrero. *Universitat Politècnica de València. Valencia*

Juan Diego Palma Copete. *Centro Nacional de Dosimetría. Valencia*

José Peiró Juan. *Consellería de Gobernación y Justicia. Valencia*

Juan David Quirós Higuera. *Consortio Hospitalario Provincial de Castellón. Castellón*

David Reinado Martínez. *Hospital Clínico Universitario de Valencia. Valencia*

Beatriz Ricós Viñes. *Hospital Clínico Universitario de Valencia. Valencia*

M<sup>o</sup> Rosario Salvador Palmer. *Universitat de València. Valencia*

Waldo SanJuanBenito Ruíz de Alda. *Hospital Universitario San Juan de Alicante.*

Aurora Vicedo González. *Hospital General Universitario - ERESA. Valencia*

Sergio Gallardo Bermell. *Universidad Politécnica de Valencia. Valencia*

## COMITÉ CIENTÍFICO

### CoPresidente SEFM

José Pérez Calatayud. *Hospital Politécnico y Universitario La Fe. Valencia.*

### Secretario

Facundo Ballester Pallarés. *Universitat de València. Valencia.*

### CoPresidente SEPR

Eugenio Gil López. *CSN. Madrid.*

### Secretario

J. Ignacio Villaescusa Blanca. *Hospital Politécnico y Universitario La Fe. Valencia.*

### Vocales

Julio Almansa López. *Hospital Virgen de las Nieves. Granada.*

Carmen Álvarez García. *CSN. Madrid.*

Rafael Arráns Lara. *Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.*

Leopoldo Arranz y Carrillo de Albornoz. *Santander.*

Juan Diego Azcona Armendáriz. *CUN. Pamplona.*

Josep Baró Casanovas. *ACPRO. Barcelona.*

Raquel Barquero Sanz. *Valladolid.*

Borja Bravo. *TECNATOM. Madrid.*

Antonio Brosed Serreta. *CC SEFM.*

Diego Eugenio Burgos Trujillo. *Hospital Universitario San Cecilio. Granada.*

Alfonso Calzada Cantera. *UCM.*

Pedro Carboneras. *ENRESA. Madrid.*

Emilio Casal Zamorano. *CND. Valencia.*

Teresa Eudaldo Puell. *Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.*

José Fernández García. *Hospital Universitario Central de Asturias.*

Juan Pedro Fernández Letón. *Hospital Universitario HM Sanchinarro. Madrid.*

Natividad Ferrer García. *Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid.*

Pedro Galán Montenegro. *Hospital Universitario Carlos Haya. Málaga.*

Roberto Gamella Rus. *SGS Tecnos. Madrid.*

Rafael García Mollá. *Hospital Provincial de Castellón. Castellón de la Plana.*

Alejandro García Romero. *Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza.*

Rafael García Tenorio. *Universidad de Sevilla. Sevilla.*

Feliciano García Vicente. *Hospital La Princesa. Madrid.*

Faustino Gómez Rodríguez. *Universidad Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.*

Antonio Francisco González López. *Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia.*

Domingo Granero Cabañero. *ERESA. Hospital General Universitario. Valencia.*

Damián Guirado Llorente. *Hospital Universitario San Cecilio. Granada.*

José Hernández Armas. *Universidad de La Laguna. La Laguna.*

Margarita Herranz. *Universidad País Vasco (EHU). Bilbao.*

Nuria Jornet i Sala. *Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.*

Antonio M. Lallena Rojo. *Universidad de Granada. Granada.*

Antonio Leal Plaza. *Universidad de Sevilla. Sevilla.*

María Teresa Macías. *IIBM. Madrid.*

Josep M. Martí Climent. *Universidad de Navarra. Pamplona.*

P. Ester Millán Cebrían. *Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza.*

Santiago Miquélez Alonso. *Hospital de Navarra. Pamplona.*  
Milagros Montero Prieto. *CIEMAT. Madrid.*  
Alegría Montoro Pastor. *Hospital Politécnico y Universitario La Fe. Valencia.*  
Teresa Navarro Bravo. *CIEMAT. Madrid.*  
Luís Núñez Marín. *Hospital Universitario Puerta de Hierro. Madrid.*  
Agustín Pérez Fonseca. *ENUSA. Salamanca.*  
Danyl Pérez Sánchez. *CIEMAT. Madrid.*  
Miguel Pombar Cameán. *Complejo Hospitalario Universitario de Santiago. Santiago de Compostela.*  
Rafael Puchal Añé. *Hospital Universitari de Bellvitge. Hospitalet de Llobregat.*  
Montse Ribas Morales. *Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.*  
Mariló Rueda Guerrero. *CSN. Madrid.*  
Rafael Ruiz Cruces. *UMA. Málaga.*  
Pedro Ruiz Manzano. *Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza.*  
J. Tomás Ruiz Martínez. *IAINSA. Madrid.*  
Francisco Sánchez Doblado. *Universidad de Sevilla. Sevilla.*  
Josep Sempau Roma. *Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.*  
Alfredo Serna Berna. *Hospital General Universitario Santa Lucía. Cartagena.*  
Isabel Sierra Perler. *CSN. Madrid.*  
Eduardo Sollet Sañudo. *Iberdrola. Cofrentes.*  
José Antonio Terrón León. *Hospital Virgen de la Macarena. Sevilla.*  
Alejandro Úbeda Maeso. *Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid.*  
Luis Vega Cosío. *ANAV. Ascó.*  
Francisco J. Dalmases Moncayo. *Facultad de Medicina. Universidad de Valencia. Valencia.*



## ■ SIMPOSIO DE TÉCNICOS

En este Congreso por primera vez se ha decidido crear un pequeño Simposio de Técnicos en el que se dé cabida a las preocupaciones e intereses del colectivo de técnicos que trabajan como técnicos en los ámbitos relacionados con la física médica y la protección radiológica en hospitales, UTPRs, universidades u otras instituciones. Creemos que es importante promocionar la labor de estos profesionales y el intercambio de ideas y conocimientos para este colectivo.

## ■ COMITÉ ORGANIZADOR SIMPOSIO DE TÉCNICOS

Begoña Bordería Navarro. *ERESA-Hospital General Universitario de Valencia*

Mercedes Broseta Tormos. *Hospital Universitario y Politécnico La Fe*

M<sup>ª</sup> Carmen Casasús Torremocha. *Hospital Universitario y Politécnico La Fe*

Ana Martínez Baste. *Fundación Instituto Valenciano de Oncología*

Jose Luis Pamos Navas. *Centro Nacional de Dosimetría*

Salvador Pons Mocholí. *Centro Nacional de Dosimetría*

Ana Serrano Juárez. *ERESA-Hospital General Universitario de Valencia*

Carolina Solera Moscardó. *ERESA- Hospital General Universitario de Valencia*

M<sup>ª</sup> Consuelo Ubeda Sanfelix. *Hospital Universitario La Fe*

Leonor Zazo García. *Hospital Universitario y Politécnico La Fe*

## ■ COMITÉ CIENTÍFICO SIMPOSIO DE TÉCNICOS

Rubén Abella Cereigido. *Hospital Sant Joan de Reus*

Ricardo Adolfo Álvarez Palacio. *Gabinete Nuclear Delfos.*

Olga María Alguacil Pedraza. *Hospital Regional Univ. de Málaga*

Begoña Bordería Navarro. *ERESA-Hospital General Universitario de Valencia*

Mercedes Broseta Tormos. *Hospital Universitario y Politécnico La Fe*

M<sup>ª</sup> Carmen Casasús Torremocha. *Hospital Universitario y Politécnico La Fe*

Julia Ciudad Rivas. *Hospital Puerta de Hierro Majalahonda de Madrid*

Ines Cuesta Guerrero. *Hospital Marqués Valdecilla de Santander*

Fco Javier Guerrero Bravo. *Hospital Costa del Sol. J.Andalucía*

Susana Gutiérrez Camuñas. *Hospital Puerta de Hierro Majalahonda de Madrid*

Manuel Gutiérrez Perez. *Hospital de Albacete*

Noelia López Muñoz. *Hospital La Fe de Valencia*

Ana Lloret Gudiña. *Hospital Puerta de Hierro Majalahonda de Madrid*

Ana Martínez Baste. *Fundación Instituto Valenciano de Oncología*

Enrique Menarques López. *Hospital Santa Lucía de Cartagena.*

Ángela Mora Fernández. *Hospital Reina Sofía de Córdoba.*

Cristofer Padilla Vaz. *Hospital Puerta de Hierro Majalahonda de Madrid*

Isabel Palazón. *Hospital Rúber de Madrid*



Jose Luis Pamos Navas. *Centro Nacional de Dosimetría*  
Raquel Plané Alarcón. *Hospital Clinic de Barcelona*  
Salvador Pons Mocholí. *Centro Nacional de Dosimetría*  
Alicia Ribalta Poyatos. *Hospital Puerta de Hierro Majadahonda de Madrid*  
Jesús Rodríguez Portellano. *Hospital Costa del Sol. J.Andalucía*  
Sheila Ruiz Maqueda. *Hospital Quiron de Madrid*  
Maria Dolores Sabater Peñalver. *Hospital La Fe de Valencia*  
Julian Ruiz Martin. *Hospital Puerta de Hierro Majadahonda de Madrid*  
Manuel Sanchez Hidalgo. *Hospital Regional Univ.de Málaga*  
Dolores Sanz Moniche. *Hospital Universitario Central de Asturias*  
Ana Serrano Juárez. *ERESA-Hospital General Universitario de Valencia*  
Carolina Solera Moscardó. *ERESA- Hospital General Universitario de Valencia*  
M<sup>o</sup> Consuelo Ubeda Sanfelix. *Hospital Universitario La FE*  
Eva Zardoya Antón. *Institut Català d'Oncologia*  
Leonor Zazo García. *Hospital Universitario y Politécnico La FE*



## INFORMACIÓN GENERAL

### FECHAS Y SEDE

Valencia, 23, 24, 25 y 26 de junio de 2015

#### **Ciudad Politécnica de la Innovación (CPI)**

Camino de Vera s/n, Edificio 8G

46022 Valencia (España)

<http://cpi.upv.es>



Todas las actividades del Congreso se realizarán en la Ciudad Politécnica de la Innovación, que se sitúa dentro del recinto de la Universidad Politécnica de Valencia. Tan sólo realizaremos un acto fuera de éste recinto, que será el martes a las 19 horas en el **Auditorio Mar Rojo** situado en la **Ciudad de las Artes y las Ciencias** de Valencia. Será la Conferencia y el Acto Inaugural. Tras esto, podremos disfrutar de un cóctel de bienvenida en el Oceanográfico.

La organización he previsto un servicio de autobuses que les llevarán desde la sede hasta la Ciudad de las Artes y las Ciencias. Más información en la Secretaría técnica.

### SECRETARÍA TÉCNICA



#### **C&Events Soluciones**

Plaza Alquería de la Culla, 4. Edificio Albufera Center. Oficina 702  
46910 Alfafar (Valencia). T. 960 91 45 45

[www.cevents.es](http://www.cevents.es) \*\*\*\* [sefmseprvalencia2015@cevents.es](mailto:sefmseprvalencia2015@cevents.es)

### ACTOS SOCIALES

MARTES 23 · 21:00 h

#### **Cóctel de bienvenida en L'Oceanográfico de la Ciudad de las Artes y las Ciencias.**

[www.cac.es/oceanografic](http://www.cac.es/oceanografic)

MIÉRCOLES 24 · (PM 2 HORAS 19:30 A 21:30)

**Centro Histórico Visita panorámica guiada** para conocer la evolución de la ciudad desde su creación hasta nuestros tiempos.

*Punto de partida Plaza del Ayuntamiento para visitar Exteriores de:*

Torres de Serrano

Palacio de Benicarló (Palacio de los Borgia)

Palau de la Generalitat Basílica

Virgen de los Desamparados

Plaza de la Virgen Exteriores de la catedral (3 fachadas)

Miguelete

Plaza de la Virgen

Iglesia de Santa Catalina

Plaza Redonda

Calle de La Paz

Palacio del Marqués de Dos Aguas

Calle del Mar

San Juan del Hospital (Iglesia Templarios)

Finalizaremos a la 21'10 h. con un concierto (20 min.) del Órgano Monumental Cabanilles de la Iglesia de la Compañía de Jesús de Valencia.

*Nota: Incluye guía y concierto.*

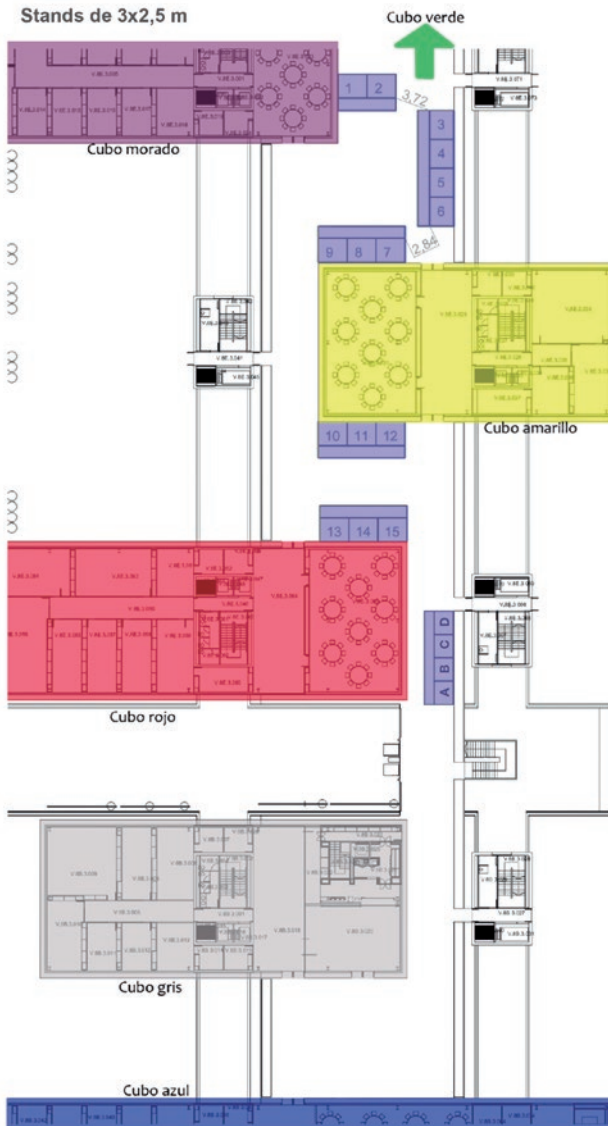
JUEVES 25 · 21: 00 horas

### Cena de clausura en el Hotel Balneario Las Arenas.

[www.hotelvalencialasarenas.com](http://www.hotelvalencialasarenas.com)

La organización ha previsto un servicio de autobuses que les llevarán hasta el hotel. Más información en la Secretaría Técnica.

## EXPOSICIÓN COMERCIAL



## TERRAZA EXTERIOR CUBO MORADO, AMARILLO y CUBO ROJO

La exposición técnica permanecerá abierta durante el desarrollo del Congreso.

Las pausas para el café tendrán lugar junto al área de exposición técnica para favorecer los intercambios profesionales.

## RELACION DE EXPOSITORES

1. RADIOPROT
2. IRE RAYOS X
3. APLICACIONES TECNOLÓGICAS
4. APLICACIONES TECNOLÓGICAS
5. BRAINLAB
6. GENERAL ELECTRIC
7. FLORIDA INSTRUMENTACIÓN
8. SIEMENS
9. DTA
10. VARIAN
11. FIMECORP
12. ELEKTA
13. PTW
14. TECNASA
15. BIOTERRA

- A. SEFM  
B. SEPR  
C-D. CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

## ¿QUÉ HACER EN VALENCIA?

Podrá encontrar toda la información turística de la ciudad de Valencia y sus alrededores en la página web de [www.turisvalencia.es](http://www.turisvalencia.es) y en la página de turismo de la [www.comunitatvalenciana.com](http://www.comunitatvalenciana.com)

Horas





LUNES, 22 de Junio de 2015

Horas	*PROTECCIÓN RADIOLÓGICA CUBO VERDE SALA INNOVA (80p.)
09:00 - 09:30	<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA, Acreditación y Presentación
09:30 - 11:00	<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA 1ª Sesión
11:00 - 11:30	PAUSA
11:30 - 13:00	<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA 2ª Sesión
13:00 - 14:00	<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA 3ª Sesión
14:00 - 15:30	PAUSA
15:30 - 16:30	<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA 4ª Sesión
16:30 - 17:00	PAUSA
17:00 - 18:00	<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA 5ª Sesión

Horas






MARTES, 23 de Junio de 2015





Horas	AUDITORIO MAR ROJO - OCEANOGRÁFIC	IMAGEN - MEDICINA NUCLEAR CUBO ROJO SALA (144p.)	PROTECCIÓN RADIOLÓGICA CUBO AMARILLO SALA (140p.)	*PROTECCIÓN RADIOLÓGICA CUBO VERDE SALA INNOVA (80p.)	SALA DESCUBRE CUBO ROJO SALA DESCUBRE (50p.) 4ª planta
09:30 - 11:00				<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA 6ª Sesión	
11:00 - 11:30	PAUSA				
11:30 - 12:30				<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA 7ª Sesión	
12:30 - 14:00				<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA 8ª Sesión	
14:00 - 16:00	PAUSA				
16:00 - 17:00		<input type="checkbox"/> CURSO PRECONGRESO II - Aspectos Prácticos de la Simulación Monte Carlo en Medicina Nuclear - J. M. Udías	<input type="checkbox"/> CURSO PRECONGRESO I - Planificación en VMAT - F. Góngora, F. Lliso	<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA 9ª Sesión	<input type="checkbox"/> DEBATE - Armonización en Pruebas de Aceptación en Radiodiagnóstico
17:00 - 17:30	CAFÉ				
17:30 - 18:30		<input type="checkbox"/> CURSO PRECONGRESO III - Cuantificación de estudios PET y SPECT - P. Aglar	<input type="checkbox"/> CURSO PRECONGRESO I - Planificación en VMAT - F. Góngora, F. Lliso	<input type="checkbox"/> TOIEA - Taller OIEA 10ª Sesión	
19:00 - 20:00	<input type="checkbox"/> CONFERENCIA INAUGURAL - Situación actual del Programa de Cooperación Técnica del OIEA en materia de protección radiológica del paciente - L. Longoria				
20:00 - 20:30	<input type="checkbox"/> ACTO - INAUGURAL				
20:30 - 23:00	<input type="checkbox"/> ACTOS SOCIALES - Cóctel de bienvenida en el Oceanográfico				

Horas		MIÉRCOLES, 24 de Junio de 2015				
		<b>RADIOTERAPIA</b>  AUDITORIO (280p.)	<b>IMAGEN - MEDICINA NUCLEAR</b>  SALA (144p.)	<b>PROTECCIÓN RADIOLÓGICA</b>  SALA (140p.)	<b>*PROTECCIÓN RADIOLÓGICA</b>  SALA INNOVA (80p.)	<b>SALA DESCUBRE CUBO ROJO</b> SALA DESCUBRE (50p.) 4ª planta
08:00 - 09:00	<input type="checkbox"/> <b>CURSO REFRESCO</b> - Uso del método de Monte Carlo en braquiterapia - D. Granero	<input type="checkbox"/> <b>CURSO REFRESCO</b> - Dosis Fetal en MN, RD y RT - L. C. Martínez, F. Rosales y C. Candela	<input type="checkbox"/> <b>CURSO REFRESCO</b> - Uso de técnicas e-learning para la formación en PR - F. J. Ruiz	<input type="checkbox"/> <b>CURSO REFRESCO</b> - Uso de la Maizt de Riesgo en aplicaciones médicas - C. Prieto		
09:00 - 09:45	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA</b> - Estado actual y desarrollos en protonterapia - A. Mazal	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA</b> - Dosimetría Monte Carlo en CT - R. Miró	<input type="checkbox"/> 9:00 - 9:30 <b>PONENCIA INVITADA</b> - Dosis neutrónica - C. Domingo	<input type="checkbox"/> <b>MESA REDONDA</b> - Cultura de Seguridad Radiológica - R. Cruz Suarez, F. González		
09:45 - 10:30	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES</b> - Braquiterapia	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES</b> - Medicina Nuclear	<input type="checkbox"/> 9:30 - 10:30 <b>COMUNICACIONES</b> - Detección y medida de las radiación	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES</b> - Exposición planificada		
10:30 - 11:00	<input type="checkbox"/> <b>Café en exposición comercial</b> - Exposición de pósters					
11:00 - 11:45	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA</b> - Dosis en agua o dosis en tejido - Todavía un tema de debate - P. Andreo	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA</b> - Imagen híbrida PET/RM - S. España	<input type="checkbox"/> 11:00 - 11:30 <b>PONENCIA INVITADA</b> - Dosimetría del cristalino - M. Ginjaume	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA</b> - El principio de Justificación como humanización del sentido común. Un acercamiento a la ética de las Indicaciónes médicas con radiaciones ionizantes - L. Arranz	<input type="checkbox"/> 11:00-12:00 <b>SESIONES TÉCNICAS</b> - BrainLab - Planificación y tratamiento de metástasis cerebrales	
11:45 - 13:00	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES</b> - Dosimetría clínica	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES</b> - Medicina Nuclear	<input type="checkbox"/> 11:30 - 13:00 <b>COMUNICACIONES</b> - Detección y medida de las Radiaciones	<input type="checkbox"/> 11:45 - 12:00 <b>COMUNICACIONES</b> - Regulación <input type="checkbox"/> 12:00 - 12:30 <b>PONENCIA INVITADA</b> - Nuevos requisitos en materia de formación de PR - M. Marco <input type="checkbox"/> 12:30 - 13:00 <b>COMUNICACIONES</b> - Formación y aspectos sociales	<input type="checkbox"/> 12:00-13:00 <b>REUNIÓN</b> - Centro Nacional de Dosimetría: reunión de usuarios	
13:00 - 14:00	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES</b> - Dosimetría Física	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES</b> - Breves	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES</b> - Detección y medida de la radiación	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES</b> - Formación y aspectos sociales	<input type="checkbox"/> <b>REUNIÓN</b> - Comisión Nacional de Radiofísica	
14:00 - 15:30	<input type="checkbox"/> <b>COMIDA</b> - Exposición de pósters - Sesiones Técnicas					
14:15 - 15:15	<input type="checkbox"/> <b>SESIONES TÉCNICAS</b> - Toshiba - Gestión Integral de la Dosis: Diagnóstico e Intervencionismo	<input type="checkbox"/> <b>SESIONES TÉCNICAS</b> - IRE Rayos X - Introducción del Radiation Dose Monitor (RDM), el DAPs para construir una cultura de baja dosis				
15:30 - 16:15	<input type="checkbox"/> <b>AAPM-SEFM</b> - Implementing Online and Offline Adaptive Radiation Therapy - John Bayouth	<input type="checkbox"/> <b>DEBATE</b> - ¿Tiene relevancia clínica la dosimetría individualizada en tratamientos en Medicina Nuclear? - J. M. Marí, R. Barquero, D. Abós (hasta las 17:00 h)	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES</b> - Detección y medida de la Radiación	<input type="checkbox"/> 15:30 - 16:00 <b>PONENCIA INVITADA</b> - Protección ocupacional frente a radiaciones no ionizantes - A. Úbeda		
16:15 - 17:00	<input type="checkbox"/> <b>AAPM SEFM</b> - Adaptive Radiotherapy: what to do & to get from it - Di Yan		<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA</b> - Nuevas tendencias sobre PR en aplicaciones médicas - E. Vañó	<input type="checkbox"/> 16:00 - 17:00 <b>COMUNICACIONES</b> - Radiaciones no ionizantes		
17:00 - 17:30	<input type="checkbox"/> <b>Café en exposición comercial</b> - Exposición de pósters					
17:30 - 18:15	<input type="checkbox"/> 17:30-18:00 <b>AAPM SEFM</b> - Quality Assurance and Clinical Implementation of Adaptive Radiotherapy - R. García-Mollá	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA</b> - Resultados Proyectos DOMNES-DOPOES - R. Ruiz Cruces, N. Ferrer	<input type="checkbox"/> 17:30 - 18:30 <b>CONFERENCIA</b> - Un desafío recurrente: la Protección Radiológica de cigotos, embriones, fetos, bebés, niños y adolescentes - A. González			
18:15 - 18:45	<input type="checkbox"/> 18:00 - 18:45 <b>COMUNICACIONES</b> - IGRT-ART	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA</b> - Registro de dosis en CT e Intervencionismo - J. Almansa				
18:30 - 19:30	<input type="checkbox"/> <b>SEPR</b> - Asamblea					
19:30 - 21:30	<input type="checkbox"/> <b>ACTOS SOCIALES</b> - Visita guiada por el centro de la ciudad					

## Horas

JUEVES, 25 de Junio de 2015

	RADIOTERAPIA  AUDITORIO (280p.)	IMAGEN - MEDICINA NUCLEAR  SALA (144p.)	PROTECCIÓN RADIOLÓGICA  SALA (140p.)	*PROTECCIÓN RADIOLÓGICA  SALA INNOVA (80p.)	SALA DESCUBRE  SALA DESCUBRE (50p.) 4ª planta
08:00 - 09:00	<input type="checkbox"/> CURSO REFRESCO - Estado actual IGRT e IMRT (Grupos Trabajo SEFM) - D. Linero, L. Nuñez	<input type="checkbox"/> CURSO REFRESCO - Protocolo de CC de la Instrumentación en MN - R. Puchal	<input type="checkbox"/> CURSO REFRESCO - Nuevas recomendaciones Internacionales sobre protección contra la contaminación Interna en medicina - M. A. Lopez	<input type="checkbox"/> CURSO REFRESCO - Usos de equipos de protección personal - E. Argilés	
09:00 - 09:45	<input type="checkbox"/> PONENCIA INVITADA - VMAT on clinical practice - A. Fogliatta	<input type="checkbox"/> PONENCIA INVITADA - Dosimetry in Molecular Radiotherapy - M. Lassmann	<input type="checkbox"/> 9:00 - 9:30 PONENCIA INVITADA - Recuperación de fuentes radiactivas fuera de control - M. T. Ortiz	<input type="checkbox"/> 9:00 - 9:30 PONENCIA INVITADA - Biomarcadores de radiosensibilidad y radioprotección - J. F. Barquero, A. Montoro	
09:45 - 10:30	<input type="checkbox"/> COMUNICACIONES - Braquiterapia	<input type="checkbox"/> COMUNICACIONES - Radiodiagnóstico	<input type="checkbox"/> 9:30 - 10:30 COMUNICACIONES - PR del público y el medio ambiente	<input type="checkbox"/> 9:30 - 10:30 COMUNICACIONES - Radiobiología	
10:30 - 11:00	<input type="checkbox"/> Café en exposición comercial - Exposición de pósters				
11:00 - 11:45	<input type="checkbox"/> PONENCIA INVITADA - Current status and developments in modern brachytherapy - F. A. Siebert	<input type="checkbox"/> PONENCIA INVITADA - Radiología pediátrica: TACS y riesgo de cáncer - E. Cardis	<input type="checkbox"/> 11:00-13:00 COMUNICACIONES - PR del público y medio ambiente	<input type="checkbox"/> 11:00 - 13:00 COMUNICACIONES - Emergencias	<input type="checkbox"/> 11:00-12:00 SESIONES TÉCNICAS - Técnicas Radiofísicas
11:45 - 13:00	<input type="checkbox"/> COMUNICACIONES - Dosimetría clínica	<input type="checkbox"/> COMUNICACIONES - Radiodiagnóstico			
13:00 - 14:00	<input type="checkbox"/> COMUNICACIONES - Dosimetría física	<input type="checkbox"/> COMUNICACIONES - Radiodiagnóstico	<input type="checkbox"/> CONFERENCIA - Situación radiológica de Fukushima - J.C. Lentijo		
14:00 - 15:30	<input type="checkbox"/> COMIDA - Exposición de pósters - Sesiones Técnicas				
14:15 - 15:15		<input type="checkbox"/> SESIONES TÉCNICAS - Bayer - Xofigo (dicloruro de Ra223): Un emisor alfa para el tratamiento de pacientes con cáncer de próstata y Metástasis Óseas			
15:30 - 16:45	<input type="checkbox"/> DEBATE - Radiocirugía: marco invasivo frente a imagen guiada - P. Fernández-Letón, G. Rey, D. Zucca	<input type="checkbox"/> 15:30 - 16:15 CONFERENCIA - Aplicaciones del contraste de fase con RX en diagnóstico por Imagen - A. Soriano <input type="checkbox"/> 16:15 - 16:45 PONENCIA - Recursos humanos de los servicios de RF y PR - J.A. Terrón	<input type="checkbox"/> 15:30 - 16:00 COMUNICACIONES - PR del público y el medio ambiente <input type="checkbox"/> 16:00 - 16:45 PONENCIA INVITADA - Mecanismos de financiación de proyectos de I+D - J. Gutiérrez	<input type="checkbox"/> 15:30 - 16:00 PONENCIA INVITADA - Nuevos requisitos para la PR contra el radón - E. van Deventer <input type="checkbox"/> 16:00 - 16:45 COMUNICACIONES - PR en situaciones de exposición existentes	<input type="checkbox"/> SYMPOSIUM TÉCNICOS - PONENCIA - Normativa Reguladora del TSID (PR y MN) y Nuevo Decreto en Radioterapia y Dosimetría - M.J. Suárez Hernández
16:45 - 17:15	<input type="checkbox"/> Café en exposición comercial - Exposición de pósters				
17:15 - 18:30	<input type="checkbox"/> COMUNICACIONES - IMRT	<input type="checkbox"/> DEBATE - ¿Debe mantenerse el screening mamográfico? - P. Ruiz Manzano, M. Vilches, M. Álvarez	<input type="checkbox"/> 17:15 - 18:00 SYMPOSIUM TÉCNICOS - MESA REDONDA - Coordinación Técnica en los Servicios de Radiofísica - J. Rodríguez, F. Guerrero, D. Sanz, y E. Zardoya <input type="checkbox"/> 18:00 - 18:30 SYMPOSIUM TÉCNICOS - TALLER - Control de Calidad de Dosímetros	<input type="checkbox"/> 17:15 - 17:45 PONENCIA INVITADA - Desmantelamiento de la Central Nuclear Jose Cabrera - M. Rodríguez <input type="checkbox"/> 17:45 - 19:00 COMUNICACIONES - Gestión de residuos	<input type="checkbox"/> REUNIÓN - Asamblea de PEPRI
18:30 - 19:30	<input type="checkbox"/> SEFM - Asamblea		<input type="checkbox"/> SYMPOSIUM TÉCNICOS - Comunicaciones		
21:00 - 00:00	<input type="checkbox"/> ACTOS SOCIALES - Cena Clausura en Hotel Las Arenas				

Horas		VIERNES, 26 de Juno de 2015					
		<b>RADIOTERAPIA</b>  CUBO AZUL AUDITORIO (280p.)	<b>IMAGEN - MEDICINA NUCLEAR</b>  CUBO ROJO SALA (144p.)	<b>PROTECCIÓN RADIOLÓGICA</b>  CUBO AMARILLO SALA (140p.)	<b>*PROTECCIÓN RADIOLÓGICA</b>  CUBO VERDE SALA INNOVA (80p.)	<b>SALA DESCUBRE</b> CUBO ROJO SALA DESCUBRE (50p.) 4ª planta	<b>SALA DEBATE</b> CUBO ROJO SALA DEBATE (50p.) 4ª planta
08:00 - 09:00	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES - Jóvenes Investigadores</b>					<input type="checkbox"/> <b>SYMPOSIUM TÉCNICOS - Comunicaciones - 1ª parte</b>	<input type="checkbox"/> <b>SYMPOSIUM TÉCNICOS - Comunicaciones - 1ª parte</b>
09:00 - 09:45	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA - Gestión de calidad en RT: de la gestión del riesgo a la monitorización y mejora de la calidad - N. Jornet</b>	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA - Análisis de las conclusiones del "I Taller de mamografía digital: experiencias en la aplicación del PER2011" ¿Qué debemos cambiar? - M. Chevallier, M. Chapel</b>	<input type="checkbox"/> <b>9:00-10:30 CONFERENCIA - Conclusiones del Taller del OIEA sobre "Estrategias nacionales para la protección del paciente" - Norma Roas</b>	<input type="checkbox"/> <b>SESIÓN - Sesión Informativa de WIN</b>	<input type="checkbox"/> <b>9:00-10:30 SYMPOSIUM TÉCNICOS - PONENCIA INVIT - Control de Calidad en Radioterapia</b>	<input type="checkbox"/> <b>9:00-10:30 SYMPOSIUM TÉCNICOS - PONENCIA INVIT - Control de calidad y radioprotección en medicina nuclear</b>	
09:45 - 10:30	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES - IGRT-ART</b>	<input type="checkbox"/> <b>COMUNICACIONES - Miscelánea</b>		<input type="checkbox"/> <b>OTROS - Actividades de promoción de la PR</b>			
10:30 - 11:00	<input type="checkbox"/> <b>Café en exposición comercial - Exposición de pósteres</b>						
11:00 - 11:45	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA - Current status of 3D EPIDbased in vivo dosimetry In The Netherlands Cancer Institute - B. Mijheer</b>	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA - Biomarcadores en RMN y CT - L. Marfi Bonmati</b>	<input type="checkbox"/> <b>11:00-12:30 CONFERENCIA - Unidad Militar de Emergencias</b>	<input type="checkbox"/> <b>MESA REDONDA - Redes sociales y el uso de las radiaciones - J. Lopez Tarjuelo, E. Medina, P. Rutz, J. L. Carrasco, G. Sánchez</b>	<input type="checkbox"/> <b>SYMPOSIUM TÉCNICOS - Comunicaciones - 2ª parte</b>	<input type="checkbox"/> <b>SYMPOSIUM TÉCNICOS - Comunicaciones - 2ª parte</b>	
11:45 - 12:30	<input type="checkbox"/> <b>PONENCIA INVITADA - Residencia y movilidad en la UE - M. Ribas, T. Eudaldo</b>				<input type="checkbox"/> <b>SYMPOSIUM TÉCNICOS - PONENCIA INVITADA - Nuevas técnicas de Imagen en radioterapia</b>	<input type="checkbox"/> <b>SYMPOSIUM TÉCNICOS - CURSO REFRESCO - Terapia metabólica con yodo</b>	
12:30 - 13:00	<input type="checkbox"/> <b>CONFERENCIA CLAUSURA - Futuro de las técnicas de diagnóstico por la Imagen - J. M. Benloch (Cubo Azul)</b>						
13:00 - 13:30	<input type="checkbox"/> <b>ACTO - Clausura</b>						
13:30 - 14:00	<input type="checkbox"/> <b>ACTOS SOCIALES - Cóctel clausura</b>						



**MARTES, 23 de Junio de 2015**

AUDITORIO MAR ROJO - OCEANOGRÁFIC

19:00-20:00 horas - CONFERENCIA INAUGURAL

**DIVISIÓN DE COOPERACIÓN TÉCNICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, OIEA**

**LONGORIA GANDARA, L.C.**

*DIRECTOR*

El programa de cooperación técnica (CT) del OIEA se ejecuta en cuatro regiones geográficas: África, Asia y el programa de cooperación técnica (CT) del OIEA se ejecuta en cuatro regiones geográficas: África, Asia y el Pacífico, Europa (incluidos algunos países de Asia Central) y América Latina (comprendido el Caribe). El programa está destinado a ayudar a los Estados Miembros a usar la tecnología nuclear para atender necesidades de desarrollo, creando capacidades en esferas en que las técnicas nucleares ofrecen ventajas con respecto a otras técnicas, o en las que pueden ser útiles para complementar los medios convencionales. El Organismo brinda cooperación técnica a los Estados Miembros mediante la creación de capacidad, el asesoramiento de expertos y el suministro del equipo necesario. El desarrollo de los recursos humanos se facilita mediante becas, visitas científicas, cursos de capacitación, reuniones y talleres. En 2014, a través de su programa de CT, el Organismo prestó apoyo a 24 Estados Miembros en la región de América Latina y el Caribe.

En referencia a la protección radiológica en la exposición médica, la situación actual de los países de acuerdo a la información disponible en el OIEA, permite concluir que de los 24 países de la Región, 9 de ellos presentan nivel bajo de establecimiento de programas de protección radiológica y optimización, principalmente en intervencionismo y tomografía computarizada. Esto pone en evidencia que es de suma importancia promover sinergia en la región iberoamericana en este tema, y asegurar demanda de protección en todas las nuevas tecnologías de medicina.

A través de un proyecto regional, el OIEA apoya el fortalecimiento de la infraestructura nacional para el cumplimiento de las reglamentaciones y requerimientos en materia de protección radiológica para usuarios finales (RLA9075). Dicho proyecto se implementa durante el periodo 2014 – 2017, y con un presupuesto de € 3 millones pretende reforzar capacidades en protección radiológica ocupacional y médica, cultura de seguridad, y establecimiento de estrategias nacionales de educación en el tema.

En el ares de protección radiológica del paciente, este ambicioso proyecto apoya prioridades tales como:

- Optimización de la protección radiológica en las prácticas de alto riesgo radiológico,
- Contar con programas de cultura de seguridad en medicina,
- Actualización de la normativa de cada país en las diferentes áreas y específica por práctica,
- Aplicación de recomendaciones de niveles de referencia diagnósticos.
- Mejora de indicadores de optimización en intervencionismo, tomografía computada, radiología pediátrica, radiología digital y PET/CT, y
- Establecimiento de programas nacionales de seguimiento médico de pacientes relacionado a efectos estocásticos y determinísticos

El Programa de Cooperación Técnica del OIEA presta gran importancia al establecimiento de alianzas técnicas, estratégicas, y financieras con asociados regionales e internacionales en sus esfuerzos por ayudar a los Estados Miembros a establecer y reforzar las infraestructuras de seguridad radiológica existentes. Dichas alianzas contribuyen a formular posibles soluciones, así como a intercambiar tecnologías, experiencias y enfoques de gestión comprobados. En la región de América Latina y el Caribe, la cooperación con los asociados tradicionales en la esfera de la seguridad radiológica, como la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) de España, el CIEMAT, y la Unión Europea, es fundamental para fortalecer las capacidades de los reguladores y usuarios finales, entre otras prioridades.

20:00-20:30 horas - ACTO - INAUGURAL

20:30-23:00 horas - ACTOS SOCIALES - Cóctel de bienvenida



## IMAGEN - MEDICINA NUCLEAR



---

16:00-17:00 horas - CURSO PRECONGRESO II

Modera: Rafael Miró Herrero. *Profesor Titular de Universidad. Universitat Politècnica de València. Valencia.*

### **ASPECTOS PRÁCTICOS DE LA SIMULACIÓN MONTE CARLO EN MEDICINA NUCLEAR**

**UDÍAS MOINELO, J.M.**

*COORDINADOR DEL GRUPO DE FÍSICA NUCLEAR. FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. MADRID*

---

17:30-18:30 horas - CURSO PRECONGRESO III

Modera: Ángel Aymerich

### **CUANTIFICACIÓN DE ESTUDIOS PET Y SPECT**

**AGUIAR, P.**

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



---

16:00-17:00 horas - CURSO PRECONGRESO I

Modera: Carmen Guardino De la Flor.

### **PLANIFICACIÓN EN VMAT**

**GÓNGORA, F. (1); LLISO, F. (2)**

*(1) RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO DE RADIOFÍSICA. CLÍNICA VITHAS XANIT LIMONAR. MÁLAGA; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE. VALENCIA*

---

17:30-18:30 horas - CURSO PRECONGRESO I

### **PLANIFICACIÓN EN VMAT**

**GÓNGORA, F. (1); LLISO, F. (2)**

*(1) RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO DE RADIOFÍSICA. CLÍNICA VITHAS XANIT LIMONAR. MÁLAGA; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE. VALENCIA*

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



---

09:30-11:00 horas - TOIEA - Taller OIEA 6ª Sesión

---

11:30-12:30 horas - TOIEA - Taller OIEA 7ª Sesión

---

12:30-14:00 horas - TOIEA - Taller OIEA 8ª Sesión

---

16:00-17:00 horas - TOIEA - Taller OIEA 9ª Sesión

---

17:30-18:30 horas - TOIEA - Taller OIEA 10ª Sesión

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



---

16:00-17:00 horas - DEBATE

### **ARMONIZACIÓN EN PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN RADIODIAGNÓSTICO**

1. Introducción y presentación del objetivo
2. Aspectos técnicos de las Pruebas de Aceptación en RD
3. GT sobre Pruebas de Aceptación (metodología, resultados y acciones de futuro)
4. Debate

MIÉRCOLES, 24 de Junio de 2015

## RADIOTERAPIA



08:00-09:00 horas - CURSO REFRESCO

Modera: Javier Vijande

### USO DEL MÉTODO DE MONTE CARLO EN BRAQUITERAPIA

**GRANERO CABAÑERO, D.**

SERVICIO DE RADIOFÍSICA, ERESA-HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA

El método de Monte Carlo se ha convertido en una herramienta fundamental para la dosimetría en braquiterapia fundamentalmente porque no presenta las dificultades asociadas a la dosimetría experimental. En braquiterapia el principal hándicap de la dosimetría experimental es el alto gradiente de la dosis presente cerca de las fuentes lo que hace que pequeñas incertidumbres en el posicionamiento de los detectores den lugar a grandes incertidumbres en la dosis. En esta presentación repasaremos principalmente el procedimiento para calcular las distribuciones de dosis alrededor de una fuente usando el método de Monte Carlo mostrando las dificultades inherentes a estos cálculos. Además realizaremos un breve repaso de otras aplicaciones del método de Monte Carlo en la dosimetría en braquiterapia, como su uso en algoritmos de cálculo avanzados, el cálculo de barreras o la obtención de la dosis alrededor de aplicadores.

09:00-09:45 horas - PONENCIA INVITADA

Modera: José Pérez Calatayud. *Jefe Unidad Radiofísica en Radioterapia. Hospital La Fe. Valencia*

### ESTADO ACTUAL Y DESARROLLOS EN PROTONTERAPIA

**MAZAL, A.**

INSTITUTE CURIE PARÍS, FRANCIA

09:45-10:30 horas - COMUNICACIONES - Braquiterapia

Moderan: José Fernández García. *Responsable Unidad de Radiofísica. Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA). Asturias*  
Víctor González Pérez

### BRA-05 ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA PARA EL SEGUNDO CÁLCULO DE LA DOSIS Y SEGURIDADES EN BRAQUITERAPIA DE ALTA TASA DE DOSIS

**ESTEVE SÁNCHEZ, S.; MARTINEZ ALBALADEJO, M.; GARCÍA FUENTES, J.D.; BÉJAR NAVARRO, M.J.; CAPUZ SUÁREZ, B.; MORÍS DE PABLOS, R.; COLMENARES FERNÁNDEZ, R.**

H.U. RAMÓN Y CAJAL

Para la realización del segundo cálculo de la dosis y seguridades de la planificación en los tratamientos de braquiterapia de alta tasa de dosis(HDR), indicado en las recomendaciones de control de calidad en braquiterapia, se ha desarrollado un programa que realiza ambos procesos. El programa, creado en el entorno Matlab para ejecutar en Windows, utiliza los archivos DICOM generados por los sistemas de planificación(TPS)Oncontra 4.3 (Ir-192) y HDRPlus3.0/Sagiplan1.0.1 (Co-60). Junto al programa existe unExcel que contiene datos dosimétricos de la fuente e información, según la patología, para las seguridades (propiedades de los aplicadores, dosis habitual de prescripción,...). Por otro lado, el usuario introduce a través del propio programa datos personalizados de cada paciente (número de aplicadores, longitud/código de éstos,...) para que el programa los compare con los parámetros de los archivos DICOM e informe de posibles discrepancias. Por último, se genera una hoja de datos que contiene un informe (datos demográficos, datos de la fuente, datos del tratamiento, el cálculo paralelo de los 5 primeros puntos y el de mayor diferencia y las seguridades), el cálculo paralelo para todos los puntos y el desarrollo del TG43-U1. Se ha evaluado su fiabilidad con 80pacientes en los puntos habituales de prescripción de cada patología. El error promedio de los puntos de cálculo es inferior al 0,3% en el 95% de los casos, encontrando las mayores diferencias en los ejes de los aplicadores (máximo error -0,798%). El programa ha demostrado su eficacia previamente poniéndolo a prueba con dosimetrías erróneas. Gracias a la implementación de este programa se consigue realizar el cálculo de la dosis y parte del proceso del programa de garantía de calidad en unos minutos, destacando el caso de HDR de próstata debido a tener un tiempo más limitado. Tener parámetros separados en la hoja de datos permite a cada institución modificarlos a sus protocolos.

## BRA-13 RESULTADOS DOSIMÉTRICOS EN EL IMPLANTE Y POST-IMPLANTE EN BRAQUITERAPIA DE BAJA TASA EN CÁNCER DE PRÓSTATA CON SEMILLAS SUELTAS Y UNIDAS

JUAN-SENABRE, X. J.; ALBERT ANTEQUERA, M.; LÓPEZ-TARJUELO, J.; SANTOS SERRA, A.; PÉREZ-MESTRE, M.; SÁNCHEZ IGLESIAS, A. L.; CONDE MORENO, A. J.; GONZÁLEZ VIDAL, V.; BELTRÁN PERSIVA, J.; MUELAS SORIA, R.; FERRER ALBIACH, C.

CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN

**OBJETIVO\_** Determinar diferencias dosimétricas estadísticas en la dosimetría del implante y post-implante en braquiterapia de baja tasa con implantes permanentes en próstata (BIPP) al usar semillas de 125-I sueltas y unidas. **MATERIAL Y MÉTODOS\_** Se selecciona aleatoriamente dos grupos de pacientes: 26 tratados con semillas sueltas (modelo selectSeed) y otros 26 con semillas unidas (modelo STM1251). En ambos grupos se analiza comparativamente la dosimetría realizada en quirófano (live-plan) y la calculada unmes después (post-plan), usando los mismos parámetros. Los parámetros analizados fueron el D90 (dosis recibida por el 90% del volumen prostático), V100 (volumen prostático que recibe el 100% de la dosis prescrita), V150, V200, UV150 (para la uretra), UD1, UD30, RV100 (para el recto), RD1,3 cm3, DHI (índice de homogeneidad dosimétrico), número de semillas y agujas y el nomograma. Se ejecuta el test U de Mann-Whitney aplicado a dos muestras independientes no paramétricas. **RESULTADOS\_** Los live-plan realizados con semillas sueltas, respecto a las unidas, muestran mayores sobredosificaciones en próstata y uretra, y menos en recto. Los post-plan sólo muestran una diferencia estadística significativa para el DHI a favor de las unidas. Se verifica que con semillas ligadas no hay migración, y sí con las otras. El número de semillas y agujas fue menor con las ligadas con significación estadística. El nomograma con las sueltas tuvo un mejor ajuste. **CONCLUSIONES\_** Tanto en los lives como en los post-planes la cobertura dosimétrica prostática es buena y se cumplen las restricciones en uretra y recto para ambos grupos de pacientes. La no migración con las unidas queda patente, así como una mejor homogeneidad dosimétrica.

## BRA-17 CARACTERIZACIÓN DE LA CÁMARA PTW SOURCECHECK CON EL ALOJAMIENTO VALENCIA PARA LA VERIFICACIÓN DE FUENTES DE I-125

TORNERO LÓPEZ, A. M.<sup>(1)</sup>; TORRES DEL RÍO, J. (2); RUIZ, C. (3); PÉREZ CALATAYUD, J. (4); GUIRADO, D. (5); LALLENA, A. M. (6)

(1) HOSPITAL DR. NEGRÍN, LAS PALMAS DE GRAN CANARIA; (2) HOSPITAL SAN CECILIO, GRANADA; (3) IMED, HELCHE; (4) HOSPITAL LA FE, VALENCIA; (5) HOSPITAL SAN CECILIO, GRANADA; (6) UNIVERSIDAD DE GRANADA

En la braquiterapia mediante implante de semillas de I-125 es necesario verificar la tasa de kerma en aire de las fuentes. Un implante típico supone el uso de entre 40 y 100 semillas y no es posible medirlas todas, particularmente en el caso en que estasesemillas estén dispuestas en un contenedor estéril. Pérez-Calatayud et al. [1] han propuesto un procedimiento que permite seguir las recomendaciones internacionales midiendo varias semillas antes de entrar al quirófano. En este procedimiento se emplea lacámara de ionización PTW SourceCheck junto con un alojamiento especial (alojamiento Valencia) con el que se miden 10 semillas simultáneamente. En este trabajo analizamos la aplicación de este procedimiento a un equipo particular mostrando las dificultadesencontradas en el proceso de calibración. Recientemente, Tornero-López et al. [2] han mostrado que la cámara SourceCheck, cuando se emplea para la medida de semillas de I-125, presenta una dependencia adicional con la densidad del aire que no se corrige completamente por el factor de presión-temperatura usual. Además, esta dependencia varía con la cámara particular empleada y podría estar influida por la geometría de la medida. En este trabajo analizamos esta dependencia cuando se usa el alojamiento Valencia. La evaluación de incertidumbres y la verificación de la aproximación necesaria para obtener un factor de calibración para el alojamiento Valencia, se realizan mediante el método Monte Carlo. En la determinación del perfil de respuesta de la cámara, el efecto de la variabilidad entre experimentos es más importante que la incertidumbre asociada a la medida en cada posición dentro de un experimento particular. La dependencia de la respuesta de la cámara con la densidad del aire es independiente de la geometría de medida y del alojamiento. [1] Pérez-Calatayud J, et al. J Contemp Brachyther 2012;1:21-8. [2] Tornero-López AM, et al. Med Phys 2013;40:122103.

## BRA-26 DOSIMETRÍA IN VIVO EN BRAQUITERAPIA HDR DE PRÓSTATA CON FUENTE DE CO-60: RESULTADOS DE MEDIDAS EN UN PUNTO DE URETRA

R. LATORRE, D.; FERNÁNDEZ, J.; F. RIVERO, G.; CRELGO, D.; GONZÁLEZ, J. M.; SÁNCHEZ, P.; VILLACÉ, A.; SÁNCHEZ, E.; ARROYO, M.º Á.; GARCÍA, E.; TRABANCO, E.

HUCA

Dosimetría in vivo (DIV) en un punto de uretra mediante detector de semiconductor en pacientes de braquiterapia de próstata de alta tasa de dosis. En este estudio presentamos y analizamos los resultados de la dosimetría in vivo realizada en un punto de uretra con un grupo de 30 pacientes tratados con braquiterapia de próstata de alta tasa con fuente de Co-60. Tomando en consideración las incertidumbres, los resultados y la integración, evaluamos globalmente este sistema de DIV. No todos los pacientes tratados pueden beneficiarse del control mediante DIV. Los pacientes que no pueden ser sondados con un catéter de ancho suficiente para permitir el paso del detector, o aquellos en los que la imagen ecográfica no da una información precisa de la posición del detector, son descartados. Para el grupo de pacientes seleccionado las desviaciones medias entre la dosis calculada con el sistema de planificación en el grupo de 30 pacientes estudiados es de  $1.4\% \pm 3.5\%$  ( $k=1$  tipo A), lo que supone un alto grado de acuerdo en comparación con otros trabajos. Este sistema de DIV, debido a su facilidad de calibración y uso, y su integración proporciona una vía relativamente sencilla para evitar errores graves en la administración de tratamientos.

11:00-11:45 horas - PONENCIA INVITADA

Moderador: Facundo Ballester Pallarés. *Catedrático de Física atómica, molecular y nuclear. Universitat de València. Valencia*  
**DOSIS EN AGUA O DOSIS EN TEJIDO – TODAVÍA UN TEMA DE DEBATE**

**ANDREO, P.**

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO KAROLINSKA, ESTOCOLMO, SUECIA

La planificación computarizada de tratamientos de radioterapia se ha basado desde sus orígenes en la suposición de que los diversos tejidos anatómicos eran prácticamente iguales que agua. Como justificación se ha esgrimido el hecho de que casi el 60% de nuestro cuerpo se considera agua, que las interacciones de tipo Compton que dominaban los tipos de haces y energías usados se suponen en primera aproximación independientes del número atómico, y que los coeficientes másicos de fotones son independientes de la densidad del medio para tejidos “similares a agua”. Durante muchos años se ha considerado que transformando distancias y deposición energética en función de la densidad másica o de electrones relativa a agua era suficiente.

Como suele suceder en dosimetría de radiaciones, ciertas suposiciones se han mantenido a través del tiempo a pesar de los muchos avances realizados en otros aspectos. Así, por ejemplo, cuando se consideró que el transporte de electrones era fundamental para explicar los cambios de dosis en interfaces irradiadas con fotones, o se desarrolló la planificación computarizada con haces de electrones, se mantuvo “la aproximación de equivalencia a agua”. Más recientemente, con la irrupción de sistemas de planificación (TPS) basados en el método de Monte Carlo (Elekta-Mónaco), o aún los basados en la solución de la ecuación de transporte de Boltzmann (Varian-Accuros), los cálculos se suponen basados en dosis en tejidos “reales”, aunque continúan usándose parámetros físicos relativos a agua. Ambos sistemas ofrecen la opción de convertir la dosis en tejido a dosis en agua, para preservar el conocimiento y experiencia adquiridos durante etapas anteriores, usando el bien conocido método de Siebers et al. (2000).

Nos encontramos entonces con una situación de ambigüedad con argumentos favorables para cada una de las dos situaciones posibles: –A favor de usar dosis en agua (Dw): Dw es la base de la experiencia y comparaciones clínicas actuales, y su uso es consistente con la experiencia adquirida con TPS convencionales y con los criterios terapéuticos actuales y de tolerancia de tejidos normales. La calibración de haces en radioterapia se basa en Dw, que se usa como referencia en los TPS. –A favor de usar dosis en tejido (Dt): La magnitud física calculada intrínsecamente por los TPS avanzados es Dt. La diferencia entre Dt y Dw para ‘tejidos similares a agua’ es muy pequeña y posiblemente tiene un impacto clínico mínimo. La conversión de Dt a Dw introduce incertidumbres adicionales [aunque es necesaria para el punto (b) a favor de Dw]

Con estas premisas, en lugar de una comparación tipo “black box” entre distintos TPS, se presenta aquí un análisis detallado de los procesos y magnitudes físicas, en el que se calculan fluencias de electrones y poderes de frenado para un número de tejidos irradiados con fotones de 6 MV, incluyendo cambios en parámetros físicos fundamentales. Estas magnitudes se usan para cálculos de dosis basados en ecuaciones que gobiernan la teoría de la cavidad.

Se da énfasis a que las composiciones de tejidos descritas por la ICRU o ICRP no deben considerarse “constantes físicas”, tal y como se hace comúnmente, ya que corresponden a valores promedios obtenidos a partir de un número reducido de muestras de tejidos humanos. La suposición de su constancia ignora diferencias en la composición de tejidos de paciente a paciente, sexo o etnia.

Se demuestra que los poderes másicos de frenado de diversos tejidos, relativos a agua, dependen más de la diferencia en la composición de tejidos de un paciente a otro, y por tanto de las energías medias de excitación, que de su densidad, invalidando aproximaciones en los TPS. Igualmente, la fluencia de electrones depende más de la composición que de la densidad de los tejidos. Sin embargo, como consecuencia del balance entre fluencia y poder de frenado, las dosis calculadas a partir de su producto son mucho más constantes de lo que la dependencia de ambas sugiere. Adicionalmente, al comparar cocientes de dosis entre tejidos y agua, las consiguientes cancelaciones minimizan las diferencias entre la dosis en “tejidos similares a agua” y tejidos “reales”, obteniéndose resultados muy similares excepto para hueso y, en menor grado, para tejido adiposo. Este no es un resultado nuevo, pero las razones quedan explicadas.

Se concluye entonces a priori que el cambio de una situación a otra no parece estar justificado si se considera el gran número de aproximaciones hechas durante el proceso de planificación, que empieza con la segmentación de tejidos en CT y culmina con el cálculo de dosis. El problema fundamental reside en la composición de los tejidos y sus energías medias de excitación, y como estos no pueden obtenerse para pacientes individuales, cualquier método que se adopte no conduce a diferencias significativas, con un valor máximo de 5% aproximadamente para tejidos óseos. Considerando sin embargo la tendencia en los métodos de cálculo, la planificación de tratamientos basados en dosis en tejido ofrece mayor robustez y transparencia, siempre bajo la suposición de que se mejorarán progresivamente algunas de las crudas aproximaciones incluidas en los llamados “TPS avanzados”. De cualquier manera el físico usuario de tales sistemas debe ser consciente de estas aproximaciones.

Se demuestra, por otro lado, que el tan utilizado método de Siebers para convertir Dt a Dw, o viceversa, es incorrecto. Debido a la diferencia sustancial entre la fluencia de electrones en agua y diversos tejidos, se necesita una corrección adicional para la fluencia, de varios por ciento para algunos tejidos óseos, que se ignora en el método de Siebers. La corrección es necesaria aún en el caso de que clínicamente se adopte un entorno de dosis en tejido debido a la normalización del TPS, ya que los haces se calibran siempre en términos de dosis absorbida en agua.

Referencias: [1] P. Andreo, “Dose to ‘water-like’ media or dose to tissue in MV photons radiotherapy treatment planning – Still a matter of debate”, *Phys. Med. Biol.* 60 (2015) 309-337. Corrigendum in 60 (2015) 2619. [2] J. V. Siebers, P. Keall, A. E. Nahum and R. Mohan, “Converting absorbed dose to medium to absorbed dose to water for Monte Carlo based photon beam dose calculations”, *Phys. Med. Biol.* 45 (2000) 983-995.

Moderan: Pedro Fernández-Letón. Jefe de Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Universitario HM Sanchinarro. Madrid  
Francisco Sánchez Doblado

## DOC-13 TRATAMIENTO DE LESIONES CEREBRALES BENIGNAS CON RADIOCIRUGÍA EN EL TRUE-BEAM: PRIMER AÑO DE EXPERIENCIA

LLISO, F.; CARMONA, V.; GIMENO, J.; CANDELA, C.; BAUTISTA, J. A.; PEREZ-CALATAYUD, J.

HOSPITAL UNIVERSITARI I POLITÈCNIC LA FE

El propósito del trabajo es analizar el primer año de experiencia en el tratamiento de lesiones cerebrales benignas con RapidArc (RA) en los pacientes tratados en un acelerador TrueBeam STX con radiocirugía (RC). En nuestro servicio los pacientes de RC se tratan con el marco invasivo de Brainlab en el TrueBeam en una única fracción. Previo al uso de RA se compararon retrospectivamente una serie de planes de pacientes tratados, calculados en iPlan con arco dinámico conformado (DCA). En la actualidad en iPlan se realiza la segmentación, se establecen los arcos no coplanares (experiencia previa y especificidad del planificador), y se obtienen las plantillas localizadoras (Tapos). El plan se exporta a Eclipse, donde se optimiza, utilizando el algoritmo AAA (v13) con las opciones de cálculo de dosis intermedia y seguimiento de la mordaza, empleando preferentemente 6MV FFF. Aprobado el plan clínico, se calcula un plan de verificación sobre el maniquí Octavius4D que se adquiere con el detector 1000SRS, y se analiza utilizando el criterio gamma local 3D (2%/2mm, 1%/1mm). El paciente se coloca primeramente con los Tapos, estableciendo la posición definitiva tras la realización de un CBCT (mesa 6D). El índice de conformidad para RA es aproximadamente un 20% mayor que con DCA. Han sido tratadas 55 lesiones benignas, principalmente schwannomas (20), meningiomas (15) y MAV (7), 15 de ellas con RA. Se han empleado entre 5 y 7 arcos. Los valores de los tiempos (minutos) involucrados son aproximadamente: preparación, 15; optimización/cálculo, de 30 a 50 (dependiendo del número de arcos, tamaño de la matriz cálculo, etc.); cálculo del plan de verificación, de 15 a 35. En las verificaciones previas al tratamiento, cumplen el criterio gamma en valor medio 99.6% (2%/2mm) y 97.9% (1%/1mm) de los puntos analizados. En este trabajo se describe el proceso de tratamiento de lesiones benignas con radiocirugía mediante RapidArc que logra un adecuado nivel de eficiencia y precisión.

## DOC-15 TRATAMIENTOS DE PRÓSTATA, ¿IMRT O RAPIDARC?

CASTRO NOVAIS, J.; RUIZ MAQUEDA, S.; PARDO PÉREZ, E.; MOLINA LÓPEZ, M. Y.; CERRO PEÑALVER, E.

HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN, MADRID

Las técnicas que modulan la dosis (como la IMRT o RapidArcTM) mejoran la homogeneidad de la dosis en el volumen blanco disminuyendo la dosis en órganos sanos. El objetivo de este trabajo es estudiar las diferencias dosimétricas en tratamientos radioterápicos de próstata con IMRT y con RapidArcTM. Los resultados obtenidos de los 109 pacientes estudiados muestran que las planificaciones con RapidArcTM tienen mejor cobertura, conformidad y gradiente de dosis fuera del volumen objetivo. Se observa una dependencia lineal del volumen blanco con la diferencia de los radios de las esferas equivalentes de las isodosis del 50% y el 100% (R50-100). El valor de R50-100 para el RapidArc fue  $2,5 \pm 0,3$  cm y  $3,3 \pm 0,4$  para la IMRT.

## DOC-21 VERIFICACIÓN DE PLANES SIN FILTRO APLANADOR MEDIANTE EL SISTEMA DE IMAGEN PORTAL.

PARDO PÉREZ, E.; CATRO NOVAIS, J.; MOLINA LÓPEZ, M. Y.; RUIZ MAQUEDA, S.; DEL CERRO PEÑALVER, E.

HU QUIRÓN MADRID

Los modos sin filtro aplanador producen una alta tasa de dosis (hasta 2400 UM/min). Esto hace que estos sean apropiados para tratamientos de Radiocirugía que suelen caracterizarse por tener campos muy pequeños. La alta tasa de dosis hace que se produzca saturación en la verificación de estos campos de Intensidad Modulada mediante el sistema de imagen Portal. En este trabajo se analiza la viabilidad de realizar dichas verificaciones mediante el Portal trabajando a mayores distancias fuente detector. Adicionalmente se presenta un método para generar la imagen predicha y retener la aplicación Portal Dosimetry para el análisis y registro de los resultados. Los resultados obtenidos muestran que el método es capaz de predecir la señal adquirida por el portal (más del 95% de los puntos superan una gamma 2% - 2 mm) tanto en campos clínicos como de test.

## DOC-26 CAMBIO DE PARADIGMA EN SBRT PULMONAR ASOCIADO AL CÁLCULO DE DOSIS CON CORRECCIÓN DE HETEROGENEIDAD

ZUCCA APARICIO, D. (1); PÉREZ MORENO, J. M. (2); FERNÁNDEZ LETÓN, P. (1); GARCÍA RUIZ-ZORRILLA, J. (1); PINTO MONEDERO, M. (1); MARTÍ ASENJO, J. (1); ALONSO IRACHETA, L. (2)

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO HM SANCHINARRO; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO HM PUERTA DEL SUR

El tratamiento de lesiones pulmonares con SBRT, requiere de gran precisión dosimétrica, aumentando la importancia clínica del cálculo de dosis en heterogeneidades introduciendo algoritmos que modelen adecuadamente el transporte de partículas de haces estrechos en medios de baja densidad, como sucede con el cálculo Monte Carlo. Se han revisado retrospectivamente 100 casos tratados con distintos fraccionamientos en función del volumen de la lesión, su proximidad a OAR o irradiaciones, obteniendo de los HDV la desviación entre Monte Carlo y Pencil Beam de los parámetros clínicos relevantes descritos en RTOG 0813 y RTOG 0915, para PTV, pulmón sano

y tejido normal y la variación en V95% y V107% según ICRU 62. El anterior protocolo RTOG 0236 indicaba no hacer correcciones por heterogeneidad en el cálculo de dosis. El análisis de los histogramas de las desviaciones entre ambos algoritmos muestra que eran inferiores a 15% para el 77% de los casos de D99%, 91% para D50% y 89% para D1%. Las mayores variaciones (45%) han sido para casos extremos de lesiones muy pequeñas o aisladas en el seno del pulmón. La variación de los indicadores de dosis con el volumen y densidad de PTV, presenta mayores cambios de D99%, D50% y V95% para los casos de menor volumen y densidad, donde la lesión es casi equivalente a tejido pulmonar, debido a la mayor proporción dentro de PTV de densidad aire circundando la periferia de CTV con densidad tisular. Las diferencias entre algoritmos dependen de la disposición de haces, tamaños de campo, energía, y localización de la lesión cercana a tejidos con densidades muy variables. Este cambio de paradigma obliga a replantearse la prescripción dosimétrica atendiendo a los resultados clínicos obtenidos para las dosis reales administradas, reevaluando aquellos casos calculados mediante algoritmos inadecuados en medios de baja densidad, y recomendando el uso de algoritmos con corrección de heterogeneidad.

### DOC-61 ESTUDIO DEL POSICIONAMIENTO DE LAS LÁMINAS DEL MLC MEDIANTE UN TEST DE BANDAS Y SU INFLUENCIA EN LA DOSIMETRÍA CLÍNICA EN IMRT

**SERRANO ZABALETA, S.; MILLÁN CEBRIÁN, E.; CALVO CARRILLO, S.; ALBA ESCORIHUELA, V.; GARCÍA ROMERO, A.; ORTEGA PARDINA, P.; CANELLAS ANOZ, M.; HERNÁNDEZ VITORIA, A.**

HCU LOZANO BIESA

Se ha realizado un test de bandas adyacentes inspirado en el propuesto en el AAPM Report No. 72, que nos proporciona un parámetro de caracterización del estado del MLC en cuanto al posicionamiento real de sus láminas. Se ha validado dicho test mediante el estudio de su repetibilidad y reproducibilidad y se ha hallado la correlación entre dicho parámetro y la fluencia detectada por el EPID. Posteriormente se ha estudiado el impacto de las variaciones en el posicionamiento de las láminas sobre la dosimetría clínica en pacientes de IMRT, reconstruyéndose la dosis en el paciente mediante el equipo MatriXX Evolution y el software Compass, de IBA Dosimetry.

### DOC-63 EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA FALLBACK PLANNING PARA PLANES DE TRATAMIENTO DE TOMOTERAPIA

**SÁNCHEZ RUBIO, P.; RODRÍGUEZ ROMERO, R.; MONTES URUÉN, A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA

La interrupción de los tratamientos en Radioterapia supone un aumento del tiempo total del mismo, en detrimento del control tumoral. En centros que disponen de una única unidad especial, como la Tomoterapia, se acentúa la dificultad para reanudar el tratamiento en otra unidad, ya que la técnica de tomoterapia helicoidal no es trasladable a aceleradores convencionales y, por lo tanto, requiere la planificación de nuevas distribuciones dosimétricas emulando las inicialmente obtenidas y aceptadas. En este trabajo se evalúa la capacidad de una herramienta de planificación automática para imitar planes de Tomoterapia para dos casos: un tratamiento de endometrio (50.4 Gy / 28 fracciones), y otro de laringe (60 Gy / 30 fracciones). Para ello, se utilizó el módulo fallback planning del sistema de planificación RayStation, generando, a partir de las distribuciones obtenidas con Tomoterapia, planes alternativos de IMRT dinámica de 7, 9 y 11 haces equi-espaciados, y planes mixtos, optimizando posteriormente el usuario las distribuciones dosimétricas originadas automáticamente. Asimismo, se realizaron planes con idénticas disposiciones de haces, optimizados sólo por el usuario, mediante el módulo de IMRT del mismo planificador. Se analizó la homogeneidad, conformación y dosis recibida por el 98%, 50% y 2% del PTV, así como puntos del histograma dosis-volumen de los órganos de riesgo (OAR) clínicamente relevantes, y el volumen de OAR que recibió una dosis superior a 45 Gy y 47 Gy, para los casos de endometrio y laringe, respectivamente, en función del volumen de PTV irradiado con dosis inferiores al 95% de la dosis prescrita. La herramienta fallback planning proporcionó para ambas localizaciones distribuciones dosimétricas más semejantes a las obtenidas por Tomoterapia, que las planificadas exclusivamente por el usuario, siendo los planes mixtos una solución viable (con un número razonable de haces) para ser impartidos en un acelerador convencional.

13:00-14:00 horas - COMUNICACIONES - Dosimetría Física

Moderan: Françoise Lliso; Antonio González López

### DOF-12 RESPUESTA DEL DIODO SCANDITRONIX EFD-3G A ALTAS DOSIS POR PULSO

**SENDÓN DEL RÍO, J. R.; POLO CEZÓN, R.; AYALA LÁZARO, R.; GARCÍA HERNÁNDEZ, M. J.; SAN MIGUEL AVEDILLO, F.; GÓMEZ CORES, S.; JIMÉNEZ ROJAS, R.; LÓPEZ BOTE, M. A.**

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO GREGORIO MARAÑÓN

Estudiamos la respuesta del detector de diodo tipo p Scanditronix EFD-3G, conectado a los electrómetros MCU y Unidos-E, con tamaños de pulso de hasta 6.0 cGy/pulso, correspondientes a los haces de electrones del acelerador Sordina LIAC 12. Comprobamos que la sensibilidad de un diodo tipo p EFD-3G disminuye cuando aumenta el tamaño de pulso de un haz de electrones en el rango entre 0.6 y 6.0 cGy/pulso. Este efecto tiene su origen en el detector, puesto que lo hemos aislado de los efectos de saturación asociados al electrómetro, y su magnitud varía entre diodos similares pero con diferentes sensibilidades nominales. Recomendamos evaluar la respuesta del conjunto diodo-electrómetro en el rango de tamaños de pulso de trabajo, antes de su utilización en la dosimetría relativa de un acelerador.

## DOF-14 SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS VERSIONES DE LOS ALGORITMOS DE CÁLCULO DE DOSIS ABSORBIDA EN RADIOTERAPIA EXTERNA

LATORRE-MUSOLL, A.; CARRASCO DE FEZ, P.; LIZONDO GISBERT, M.; JORDI-OLLERO, O.; JORNET SALA, N.; EUDALDO PUELL, T.; RUIZ MARTÍNEZ, A.; RIBAS MORALES, M.

HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU

Los cambios de versión de los algoritmos de cálculo de dosis absorbida en radioterapia externa deben implementarse en un tiempo reducido debido a la presión asistencial. Un conjunto reducido de verificaciones podría pasar por alto discrepancias significativas entre los cálculos y las medidas experimentales, como ilustramos en este trabajo. Hemos estudiado las versiones 8.0.3(2006), 8.9.08(2010), 8.9.17(2011) y 13.5.35(2015) del algoritmo AAA de Eclipse configuradas para 6MV en un Clinac2100C/D (Varian). Las medidas experimentales utilizadas para configurar los algoritmos han sido las mismas para todas las versiones. Hemos comparado los 36 porcentajes de dosis en profundidad (PDP), los 220 perfiles de dosis, y las 104 dosis absorbidas en agua en puntos quedispone de las medidas experimentales con los cálculos resultantes de cada versión. Las v8.9.x presentan una discrepancia significativa en el extremo de los perfiles de la cuña física de 60°, que el fabricante resolvió en siguientes versiones. La v13.5.35 presenta discrepancias significativas en los PDP (hasta 8 mm/3%) y en la dosimetría absoluta (1-2% sistemáticos) en todos los campos, con y sin cuña. Las v8.x utilizaban el espectro teórico de un Clinac2100C/D, mientras que la v13.5.35 optimiza el espectro a partir de las medidas experimentales. Dicha optimización no converge a un espectro satisfactorio si las medidas experimentales no se ajustan suficientemente al modelo teórico del Clinac2100C/D, como sucede para nuestros PDP de campos cuadrados de 30 y 40 cm. Cuando se eliminan estos PDP, o se sustituyen por los teóricos (Golden Beam Data), el espectro resultante se ajusta a su forma teórica y las discrepancias observadas desaparecen. Las discrepancias encontradas podrían pasar inadvertidas con un conjunto de verificaciones reducido. Se recomienda verificar las nuevas versiones con la suficiente antelación aunque el fabricante sugiera que los cambios son mínimos y que no se requieren medidas experimentales adicionales.

## DOF-26 CARACTERIZACIÓN DE UN EQUIPO DE RADIOTERAPIA INTRAOPERATORIA Y MEDIDA DE LA DOSIS EN PIEL CON PELÍCULA RADIOCRÓMICA

ONSES SEGARRA, A. (1); SANCHO KOLSTER, I. (1); ERASO URIEN, A. (1); PLA FARNOS, MARÍA J. (2); PICÓN OLMOS, C. (1)

(1) INSTITUT CATALÀ ONCOLOGIA; (2) HOSPITAL UNIVERSITARI DE BELLVÍGE

En este trabajo se analizan los resultados obtenidos del estado de referencia inicial de un equipo de radioterapia intraoperatoria IntraBeam, instalado en el hospital en Octubre de 2014 para la realización de tratamientos de mama. El estado de referenciainicial del equipo se estableció para los siguientes parámetros dosimétricos y geométricos del haz: porcentaje de dosis en profundidad (PDD), calidad del haz, isotropía, linealidad e integridad mecánica y geométrica, tanto para la fuente de RX como para los distintos aplicadores esféricos del equipo. En base a estas verificaciones, se estableció un programa de control de calidad periódico. Uno de los criterios de exclusión para realizar este tratamiento es que el tumor esté a menos de 1 cm de la piel, ya que las dosis recibidas en este órgano pueden ser elevadas. Por este motivo es importante conocer con exactitud la dosis absorbida en piel durante estos tratamientos. En este sentido se ha implementado un sistema de medida de la dosis en piel durante los tratamientos con película radiocrómica, colocando 4 segmentos de película en posiciones fijas de la piel alrededor de la incisión quirúrgica. Se ha obtenido la curva de calibración de las películas esterilizadas y se han comparado los resultados con una calibración en un haz de megavoltaje. Los resultados de las medidas de dosis en piel se han comparado con las estimaciones teóricas dadas por el sistema de planificación del equipo. Los resultados indican la necesidad de medir de forma individualizada la dosis en piel para estos tratamientos.

## DOF-49 ELIMINACIÓN DE ARTEFACTOS METÁLICOS MEDIANTE IMÁGENES VIRTUALES MONOCROMÁTICAS GENERADAS MEDIANTE TC DE ENERGÍA DUAL PARA PLANIFICACIÓN EN RADIOTERAPIA

GONZÁLEZ PÉREZ, V. (1); BARTRÉS SALIDO, A. (1); ARANA FERNÁNDEZ DE MOYA, E. (2); CRISPÍN CONTRERAS, V. (1); DE LOS DOLORES ALEMANY, V. (1); CAMPO SANMARTÍN, V. (1); MORATAL PÉREZ, D. (3)

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. FUNDACIÓN INSTITUTO VALENCIANO DE ONCOLOGÍA; (2) SERVICIO DE RADIOLOGÍA. FUNDACIÓN INSTITUTO VALENCIANO DE ONCOLOGÍA; (3) DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**OBJETIVOS** Se utilizó un tomógrafo computerizado de energía dual (TCED) para generar imágenes virtuales monocromáticas de alta energía y reducir artefactos producidos por objetos metálicos. Además, cada imagen se ha reconstruido usando un software de reducción de artefactos metálicos (MAR). Se evaluó la conversión HU-densidad electrónica en términos de la energía monocromática y el uso de MAR bajo artefactos metálicos, así como la calidad de imagen. **MATERIAL Y MÉTODOS** Se tomó las imágenes de TCDE mediante un escáner Discovery CT750 HD. Se reconstruyó las imágenes virtuales para energías monocromáticas de 60,90 y 120 keV; utilizándose tanto MAR como ningún algoritmo adicional. Así, para cada estudio se analizó 6 imágenes. Se usó el maniquí CIRS modelo O62 para calibrar las HU frente a la densidad electrónica en dicho conjunto de imágenes. Además, se realizó dos conjuntos de CT adicionales incluyendo un inserto casero de metal tanto en la periferia como en el centro del maniquí. Se comparó las calibraciones realizadas de HU frente a densidad electrónica para dichas energías y se evaluó la influencia del algoritmo MAR bajo la presencia de artefactos. **RESULTADOS** Las desviaciones típicas cerca del inserto de metal fueron significativamente menores para las imágenes reconstruidas con MAR (medias de 28,7 HU sin usar el algoritmo MAR vs 23,9 HU al utilizar MAR). El máximo cambio de HU de un inserto tras la inclusión de artefactos fue de 34,0 HU para imágenes virtuales de 120 keV vs 50,7 HU para una TC convencional. Las



calibraciones mostraron buena correlación HU - densidad electrónica ( $R^2$  entre 0.91-0.998), mejorando a altas energías. **CONCLUSIÓN** Usar imágenes virtuales monocromáticas de alta energía reconstruidas por un escáner de TCED es viable para la planificación de tratamientos radioterápicos y mejora la calidad de imagen. Dichas imágenes utilizan el estándar DICOM, y se han exportado con éxito al sistema de planificación de tratamientos XiO.

## DOF-56 EVALUACIÓN DE LOS FACTORES CAMPO PARA CAMPOS PEQUEÑOS DE UN ACELERADOR LINEAL MULTIENERGÉTICO MEDIANTE DIODOS Y PELÍCULA RADIOCRÓMICA

**RAMÍREZ-ROS, J. C.; GARCÍA-MARCOS, R.; HUERTAS MARTÍNEZ, M.ª C.; HURTADO SÁNCHEZ, A.**

HOSPITAL BEATA MARIA ANA

Discutimos los Factores Campo (FC) obtenidos para un Acelerador Lineal de Electrones (ALE) multienergético con modos de irradiación estándar y sin filtro aplanador (FFF). Comparamos los valores obtenidos con varios diodos, dos cámaras de ionización (CI) y película radiocrómica. Obtenemos factores de corrección para los diodos y CI. Finalmente evaluamos el método Daisy-Chain (MDC), en función del detector y el campo de paso. Los resultados muestran una configuración óptima formada por un diodo sin compensar para los campos 0.5x0.5 y 1x1 cmxcm (sin emplear el MDC) y por la CI PinPoint para los campos 2x2 y 3x3 cmxcm. El MDC no se muestra muy útil para diodos sin compensar, mientras que, en general, mejora los resultados de diodos compensados al emplear 2x2cmxcm como campo de paso. El FC para 0.5x0.5 cmxcm está entre 3% y 5% por encima del valor obtenido con EBT3, por lo que es recomendable corregirlo, salvo para 6X FFF, donde está dentro de 1% en el caso más favorable.

14:15-15:15 horas - SESIONES TÉCNICAS - Toshiba - Gestión Integral de la Dosis: Diagnóstico e Intervencionismo

## THE MEDICAL PHYSICIST: THE NECESSARY LINK BETWEEN MANUFACTURER AND RADIOLOGIST

**JACOB GELEIJNS (1); HÅKAN GRUNDIN (2)**

(1) MEDICAL PHYSICIST LEIDEN UNIVERSITY MEDICAL CENTER - RADIOLOGY DEPARTMENT THE NETHERLANDS DOSE MANAGEMENT - HOW TO MAKE USE OF THE LATEST TECHNOLOGY; (2) MEDICAL PHYSICIST TOSHIBA MEDICAL SYSTEMS SWEDEN

15:30-16:15 horas - AAPM-SEFM

## IMPLEMENTING ONLINE AND OFFLINE ADAPTIVE RADIATION THERAPY

**BAYOUTH, J.**

CHAIRMAN OF THE AAPM BOARD OF DIRECTORS. UNIVERSITY OF WISCONSIN. MADISON, WISCONSIN

16:15-17:00 horas - AAPM SEFM

## ADAPTIVE RADIOTHERAPY: WHAT TO DO & TO GET FROM IT

**DI YAN**

RADIATION ONCOLOGY, BEAUMONT HEALTH SYSTEM, MICHIGAN, USA

Adaptive radiotherapy (ART) individualizes patient treatment by systematically including treatment image feedback in the treatment planning and dose delivering control process. Treatment image feedback can provide information of daily patient treatment position, volume and delivered dose in organs of interest, as well as dose-response-induced bio-activity in tumor and normal tissues.

One of the major challenges in treatment image feedback is the deformable image registration. Unlike the pre-treatment multi-modality image registration, the inter-treatment deformable image registration requires the voxel-to-voxel mapping in organs which include significant radiation dose response, such as organ shrinkage. Therefore, soft-tissue registration in ART is beyond the utilization of tissue mechanics or linear elasticity, and should include the property of tissue dose response as well. Adaptive control method in ART includes online/offline adaptive planning modification, and adaptive inverse planning optimization. Adaptive planning modification can be performed using beam aperture modification, selection of the pre-designed candidate plans, or adaptive plan created with the patient-specific target margins. On the other hand, the adaptive inverse planning or the 4D inverse planning includes the expected treatment dose in the objective function and constraints for the planning optimization. The technical challenge of the adaptive inverse planning is to determine the residual variations and find out the efficient method and frequency to measure and include them in the construction of the expected treatment dose.

For bio-image feedback, adaptive dose painting or painting-by-number require their objectives be constructed using a function of image voxel intensity to dose response parameter or a parametric response map (PRM). PRM represents the quantitative relationship between the bio-image voxel intensity and the biological parameter for tumor cell killing. There have been very few studies designed to determine PRM from a specific biological or functional image obtained before and during the treatment. So far, most studies have focused on a single parameter such as tumor burden, proliferation, or hypoxia. However, they could be all correlated to treatment outcome, but not voxel-by-voxel correlated to each other indicating the need of multiple biological targets. Also, these parameters have their temporal changes during the treatment course. Adaptive dose painting to multiple and temporal targets is a

challenge issue. It requires the multiple and temporal PRMs to indicate different bio-activities of tumor cells, and also the voxel-by-voxel associations to the biological equivalent dose (BED) with its parameters in the PRMs.

Up to date, clinical results have shown clear evidences on the clinical feasibility and improvement when patient anatomical variations observed during the treatment were utilized as treatment feedback in adaptive control. Additionally, pre-clinical studies have demonstrated the potential improvement when patient bio-image feedback is included in the adaptive dose painting-by-number. However, it is still great challenge to get PRMs with respect to the most important bio-activities for adaptive dose painting.

17:30-18:15 horas - AAPM SEFM

## QUALITY ASSURANCE AND CLINICAL IMPLEMENTATION OF ADAPTIVE RADIOOTHERAPY

**GARCÍA-MOLLÁ, R. (1); DE MARCO BLANCAS, N. (1); BONAQUE, J. (1); VIDUEIRA MARTÍNEZ, L. (1); LÓPEZ-TARJUELO, J. (1); PÉREZ CALATAYUD, J. (2)**

(1) MEDICAL PHYSICS AND RADIOPROTECTION DEPARTMENT, CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN. CASTELLÓN DE LA PLANA; (2) RADIOOTHERAPY DEPARTMENT, LA FE POLYTECHNIC AND UNIVERSITY HOSPITAL. VALENCIA

I. INTRODUCTION. In this study, we use the distances between points of interest (POIs) in the computed tomography (CT) and cone beam computed tomography (CBCT) acquisition images[1,2] and the inverse consistency (IC) property,[3-5] to validate the RayStation's treatment planning system (TPS) deformable image registration (DIR) algorithm (v.4.0.1.4, RaySearch Laboratories AB, Stockholm, Sweden).

First the accuracy of the DIR is estimated in distances and second, a new method was developed for studying the implication the distances have on the absorbed dose in distinct anatomical regions by using the IC property of the DIR algorithm.

II. MATERIALS AND METHODS. The RayStation TPS has two DIR algorithms: the hybrid DIR and the structure-based DIR. This study was focused on validating the first one. The distance-accuracy of the TPS hybrid DIR algorithm was ascertained by placing POIs on ten anatomical features in a CT and in three CBCTs acquisition images from five head and neck cancer patients. The distances from these POIs mapped from the CBCT to CT were measured. These patients were treated with step and shoot intensity-modulated radiation therapy (IMRT) and were positioned using an Elekta Synergy™ XVI image-guided radiotherapy-capable linear accelerator kV-CBCT imaging system (Crawley, UK). The planning CT (pCT) images were acquired with a Siemens SOMATOM Sensation 16 CT scanner (Siemens AG, Erlangen, Germany) with a slice thickness of 3 mm and a pixel size of 1 mm, and CBCT images were acquired with a slice thickness and pixel size of 1 mm.

To study the implication of the distances on the absorbed dose, structures contoured in the pCT are projected onto the CBCT by deformation vector fields (DVF2) and then these structures are projected from the CBCT to the original pCT by DVF1. This process is performed twice to compare the absorbed dose received by the structures contoured in the CT by the physician, and the structures which were quadruply-deformed by the hybrid DIR algorithm.

III. RESULTS. Table 1 shows the average distance measured of the POIs projected from the CBCT to the pCT, and of the POIs into the acquisition pCT, and the standard deviation (SD) (coverage factor  $k=1$ ) for the five head and neck cancer patients. Figure 1 shows the accuracy of DIR for each area. The POIs in soft and rigid areas had an average distance of  $2.0 \pm 0.1$  and  $1.4 \pm 0.5$  mm respectively. The average distance was  $1.7 \pm 0.8$  mm, which equals or is less than the accuracy of other algorithms [1,2]. Only ten POIs had an average distance of more than 3 mm, and using the 4 standard deviation (SD) criterion to discard outliers, 17 (2.8%) of 600 placed POIs were discarded. Table 2 shows differences in the dose-volume histograms DVHs, between the original pCT structures and the quadruply-deformed structures. There was more DVH variation in the temporomandibular joint (TMJ) than in other structures due to its small size, meaning that any small DIR error greatly impacted the TMJ dose-value. Moreover, the parotid, the brainstem, and the brain are poor-contrast areas, thus reducing the accuracy of the DIR produced by the TPS in these areas. These have a high dose-gradient which means that small differences in the distances result in large dose-differences delivered (over 1 Gy). In the case of spinal cord, small differences in volume have a great impact in the average dose and the D50. When the average dose value differences are high (greater than 1Gy), the SD is also important, indicating that there is great variation among the differences. However, even taking these issues into account, there was very little DVH variation compared with the absolute dose values, indicating that the DIR algorithm works reasonably well.

IV. CONCLUSION. The IC method shows very little variation in the DVHs when comparing the original and quadruply-deformed structures. This indicates that this algorithm is useful for planning adaptive radiation treatments using CBCT in head and neck cancer patients, although these variations must be taken into account when making a clinical decision to adapt a patient's treatment plan.

ACKNOWLEDGMENT. The authors wish to thank Stina Svensson (RaySearch) and Facundo Ballester (University of Valencia) for critical reading of the manuscript and Maria Hannah Ledran and the Fundación Hospital Provincial de Castellon, for the English manuscript revision. This study was supported in part by Spanish Government under Project No. FIS2013-42156.

References: [1] Mencarelli A, van Beek S, van Kranen S, Rasch C, van Herk M, Sonke JJ. Validation of deformable registration in head and neck cancer using analysis of variance. *Med Phys* 2012;39:6879e84. [2] Huger S, Graff P, Harter V, Marchesi V, Royer P, Diaz JC, et al. Evaluation of the block matching deformable registration algorithm in the field of head-and neck adaptive radiotherapy. *Phys Medica* 2014;30:301e8. [3] Yang D, Li H, Low DA, Deasy JO, Naqa IE. A fast inverse consistent deformable image registration method based on symmetric optical flow computation. *Phys Med Biol* 2008;53:6143e65. [4] Bender ET, Tome WA. The utilization of consistency

metrics for error analysis in deformable image registration. Phys Med Biol 2009;54:5561e77. [5] Yan C, Zhong H, Murphy M, Weiss E, Siebers JV. A pseudoinverse deformation vector field generator and its applications. Med Phys 2010;37:1117e28.

18:15-18:45 horas - COMUNICACIONES - IGRT-ART

Moderan: Feliciano García Vicente. Jefe Sección Radiofísica. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid  
Alfredo Serna

### IGR-03 ANÁLISIS DEL EFECTO DE LAS INCERTIDUMBRES GEOMÉTRICAS EN TRATAMIENTOS DE PRÓSTATA CON TOMOTERAPIA HELICOIDAL

SEVILLANO MARTÍNEZ, D. (1); MÍNGUEZ AGUILAR, C. (2); SÁNCHEZ JIMÉNEZ, A. (2); SÁNCHEZ REYES, A. (2)

(1) UNIDAD DE RADIOTERAPIA. H. U. TORREJÓN; (2) UNIDAD DE TOMOTERAPIA. GRUPO IMO

Método: Este trabajo consta de dos partes: Primero se han evaluado las incertidumbres geométricas de 27 pacientes de próstata de nuestra unidad a partir de las correcciones diarias producidas mediante un protocolo online con MVCT. Sobre estas correcciones se ha simulado un protocolo offline NAL (No Action Level) sobre las 3 primeras sesiones. A estas incertidumbres se le han añadido unas incertidumbres sistemáticas de contorno iguales a las publicadas por Van Herk (IJORBP, 1999). Se simuló también nuestro protocolo online suponiendo como única fuente de errores sistemáticos aquellos provenientes del contorno, mientras que como errores aleatorios se supuso un valor de  $SD=2\text{mm}$  en todas las direcciones como estimación del movimiento intrafracción de la próstata. La segunda parte consiste en la simulación de estos protocolos sobre 20 planes reales de tomoterapia. Para cada protocolo analizado se obtuvieron 4000 histogramas dosis-volumen. A partir de estos histogramas pudimos obtener a su vez histogramas dosis-población de tres métricas diferentes, la dosis equivalente uniforme generalizada (DEUG), que resume en un solo valor los efectos radiobiológicos de la distribución de dosis sobre el PTV, la dosis mínima y la dosis media. Resultados: Los valores de las incertidumbres sistemáticas fueron de 3,8mm, 3,1mm y 3,7mm en lateral, antero-posterior y craneo-caudal y de 4,3mm, 3,9mm y 3,0mm para los aleatorios, en caso de no utilizar ningún protocolo de imagen. Mientras que el NAL 3 dió como resultado 1,6mm, 2,1mm y 1,1mm de sistemáticos y de 4,6mm, 4,4mm y 3,2mm los aleatorios. Los resultados dosimétricos entre el protocolo online y el NAL 3 son muy similares. Para el protocolo online el DEUG99 es del 99,6% de la DEUG planificada mientras que en el protocolo offline ésta era del 98,75% de la DEUG planificada. Estos datos sostienen que, con los márgenes actuales utilizados, se podría emplear un protocolo NAL 3.

### IGR-10 ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LAS CONDICIONES DE MOVIMIENTO RESPIRATORIO ACEPTABLES EN TÉCNICAS DE RADIOTERAPIA AVANZADA

CARRASCO DE FEZ, P.; RUIZ MARTÍNEZ, A.; JORNET SALA, N.; LATORRE MUSOLL, A.; EUDALDO PUELL, T.; RIBAS MORALES, M.

HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU, SERVEI DE RADIOFÍSICA I RADIOPROTECCIÓ, BARCELONA, ESPAÑA

Objetivo: Determinar experimentalmente de en qué condiciones el movimiento del PTV produce incertidumbres inaceptables en radioterapia en las diferentes etapas del tratamiento radioterápico, desde la adquisición de imágenes 4D hasta la irradiación. Material y método: Se ha utilizado un maniquí con insertos dotados de un movimiento controlado por ordenador, dentro de los cuales se pueden introducir objetos blanco y películas radiocrómicas. Se ha determinado la incertidumbre geométrica en función de los parámetros de adquisición de las imágenes de TC4D para movimientos sinusoidales y para 2 movimientos reales registrados en pacientes (entrenado versus respiración libre). Se ha estudiado la compatibilidad de las reconstrucciones generadas por 2 sistemas de monitorización del movimiento diferentes mediante los índices de similitud Sørensen-Dice y Jaccard. Utilizando película radiocrómica y análisis gamma se ha cuantificado el efecto que tienen los movimientos sobre las distribuciones de dosis administradas con dos técnicas radioterápicas avanzadas (SBRT de pulmón, e IMRT de mama con boost simultáneo integrado) para movimientos de diferente amplitud y para 4 fracciones activas de ciclo (FAC) empleando gating. Resultados y discusión: Para garantizar una baja incertidumbre geométrica el pitch debe de ser menor que el calculado ajustando al período respiratorio. Para pacientes entrenados en ninguna fase hay diferencias superiores a la incertidumbre debida al espesor de corte -3 mm- entre distintos sistemas de monitorización del movimiento, al contrario que para respiración libre, sobre todo en las fases del 20-70%. Para las dos técnicas estudiadas la distribución de dosis medida no difiere de la planificada si la amplitud de los movimientos es  $\leq 7-10\text{mm}$ , y para movimientos mayores si se aplican técnicas de gating con una  $FAC \leq 40\%$ . Conclusión: La regularidad del movimiento es fundamental para garantizar imágenes 4D libres de artefactos. Para administrar la distribución de dosis diariamente de manera segura hay que limitar la amplitud de los movimientos a 7-10mm. Para movimientos mayores se aconseja aplicar gating.

### IGR-11 ESTUDIO RETROSPECTIVO DE RADIOTERAPIA ADAPTADA EN CÁNCER DE PRÓSTATA

GUASP TORTAJADA, M.; VIDUEIRA MARTÍNEZ, L.; DE MARCO BLANCAS, N.; BONAQUE ALANDÍ, J.; ALBERT ANTEQUERA, M.; SANTOS SERRA, A.; LÓPEZ TARJUELO, J.; GARCÍA MOLLÁ, R.

CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN

PROPÓSITO. Evaluar retrospectivamente las dosis administradas a pacientes de cáncer de próstata mediante un estudio de Radioterapia Adaptada Guiada por la imagen (IGART). MATERIAL Y MÉTODOS. Se seleccionaron 5 pacientes para un estudio de IGART. Para cada paciente se recuperó su estudio TC correspondiente y se planificó

sobre él un tratamiento de Arcoterapia Modulada Volumétrica (VMAT). Del mismo modo se recuperaron los estudios de CBCT semanales. Se realizó un registro deformable de imágenes (RDI) entre las imágenes de TC y de CBCT y se proyectaron las estructuras de interés sobre el CBCT. Por último, se aplicó el plan de VMAT sobre cada estudio CBCT, se proyectaron las dosis sobre el TC y se obtuvo la dosis administrada al paciente durante el tratamiento. RESULTADOS. La pérdida de peso que sufre el paciente debida a la dieta durante el tratamiento introduce sobredosificaciones en el recto que excedían los límites de dosis prescritos por el oncólogo radioterápico. Por otro lado las variaciones de dosis en estructuras fijas como las cabezas femorales fueron poco significativas. CONCLUSIONES Los órganos móviles como el recto pueden presentar variaciones de dosis que hacen que la dosimetría inicial deje de cumplirse. La implantación protocolaria de un estudio IGART semanal podría detectar este tipo de cambios y corregir la dosimetría de una manera online u offline al readaptar el plan de tratamiento.

## IGR-20 SEGUIMIENTO TUMORAL Y RECONSTRUCCIÓN DE DOSIS CON IMÁGENES DE MV ADQUIRIDAS DURANTE TRATAMIENTOS DE ARCOTERAPIA VOLUMÉTRICA

AZCONA ARMENDÁRIZ, J. D. (1); LI, R. (2); XING, L. (2)

(1) CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA; (2) STANFORD UNIVERSITY

Objetivos: Desarrollar una estrategia de "tracking" tumoral sobre imágenes de MV adquiridas con panel plano y aplicarla a la caracterización del movimiento y reconstrucción de la dosis. Material y método: La investigación se desarrolló utilizando un acelerador lineal Varian True Beam, equipado con sistema de imagen mediante megavoltaje. Se emplearon imágenes de pacientes con cáncer de próstata tratados con arcoterapia volumétrica. La investigación tuvo tres partes: a) desarrollo de un sistema de detección de fiduciales en imágenes de MV; b) aplicación del algoritmo para obtener las trayectorias de la próstata durante el tratamiento en 10 pacientes; y c) reconstrucción de la dosis administrada teniendo en cuenta el movimiento. Resultados: El algoritmo de detección fue capaz de detectar la posición de los marcadores fiduciales con tasas de éxito global superiores al 90%. El movimiento de la próstata es muy variable para pacientes distintos. El desplazamiento medio y su desviación estándar fue de  $2,0 \pm 2,0$  mm en cada dirección espacial, aunque en algunos pacientes, el porcentaje de tiempo en el que la próstata difiere más de 5 mm de la posición planificada en al menos una dirección fue superior al 10%. Con respecto al impacto dosimétrico, la dosis D0,03cc sufrió únicamente una ligera degradación después de tener en cuenta el movimiento. No se observó correlación entre la magnitud del movimiento y su impacto dosimétrico. El efecto combinado del movimiento tumoral y de las láminas presente en arcoterapia volumétrica afecta a la degradación de dosis de manera impredecible, aunque se minimiza con el fraccionamiento. Conclusión: La detección de marcadores fiduciales en haces de megavoltaje ha sido aplicada con éxito para la evaluación del movimiento de la próstata. El impacto dosimétrico del movimiento es por lo general pequeño, pero podría afectar de manera significativa a pacientes con hipofraccionamiento, requiriendo en estos casos de "tracking" en tiempo real.

---

18:30-19:30 horas - SEPR - Asamblea

## IMAGEN - MEDICINA NUCLEAR



08:00-09:00 horas - CURSO REFRESCO

Moderador: Juan López Tarjuelo. *Especialista en Radiofísica Hospitalaria. Consorcio Hospitalario Provincial de Castellón.*

### **DOSIS FETAL EN RADIODIAGNÓSTICO, MEDICINA NUCLEAR Y RADIOTERAPIA.**

**ROSALES, F. J. (1); MARTINES, L. C. (2); CANDELA, C. (3)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO BASURTO. BIZKAIA; (2) SERVICIO DE RADIOFÍSICA HOSPITALARIA, HOSPITAL UNIVERSITARIO 12 DE OCTUBRE, MADRID; (3) HOSPITAL UNIVERSITARI I POLITÈCNIC LA FE, VALENCIA

En ocasiones la irradiación del feto en el seno de la madre es inevitable en el ámbito del radiodiagnóstico, la medicina nuclear y la radioterapia, bien por desconocimiento a priori del estado de embarazo de ésta, bien porque por razones clínicas es necesario realizar el estudio radiológico o el tratamiento. En los primeros casos, conocer la dosis a la que se ha expuesto el feto es fundamental a la hora de valorar el riesgo asociado, mientras que en los segundos lo es a la hora de valorar la justificación de la prueba.

En este curso de refresco se tratarán los aspectos más relevantes referentes a la estimación de la dosis al feto como consecuencia de la realización de una práctica radiológica a la madre, ya sea en el ámbito del radiodiagnóstico y la medicina nuclear o en el de la radioterapia.

A continuación se detallan los puntos a tratar en cada una de estas tres modalidades: 1. órdenes de magnitud de las dosis al feto; 2. factores que influyen en la dosis; 3. planteamiento general del cálculo; 4. herramientas de cálculo, generales y específicas.

Con el fin de enmarcar adecuadamente la problemática de protección radiológica asociada al cálculo de la dosis fetal se presentarán primeramente las dosis orientativas que se alcanzan en las distintas prácticas radiológicas, haciendo alguna referencia brevemente a la magnitud del riesgo asociado, de acuerdo con el conocimiento actual. Seguidamente, se repasarán los factores técnicos que determinan la dosis, intentado cuantificar la influencia de cada uno de ellos en el valor final de la dosis, a partir de los valores habituales de cada uno de aquéllos.

Una vez planteados los aspectos técnicos asociados al cálculo de la dosis, se describirán las consideraciones generales a la hora de realizar el cálculo en función del tipo de exploración (radiografía convencional, tomografía computerizada, PET, etc...) o región a tratar. Seguidamente se realizará un breve repaso de las herramientas informáticas actualmente disponibles, comentando las características básicas de las mismas, tanto en los aspectos técnicos como en otros relevantes para su uso (disponibilidad, precio, etc.).

Finalmente se tratarán estrategias operacionales citadas en la bibliografía referidas al cálculo de estas dosis en un entorno digital, para finalizar con una indicación de las referencias bibliográficas más importantes, tanto por su relevancia como por su actualidad.

09:00-09:45 horas - PONENCIA INVITADA

Moderador: Jose Manuel Udías Moinelo. *Coordinador del Grupo de Física Nuclear. Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid. Madrid.*

### **DOSIMETRIA MONTE CARLO EN CT**

**MIRÓ HERRERO, R.**

PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. VALENCIA

Las exploraciones de Tomografía Computarizada (TC) contribuyen en un alto porcentaje a la dosis de radiación total absorbida por la población expuesta a exploraciones médicas. Dado que el número de TC realizados ha crecido de forma exponencial en los últimos años, la preocupación sobre sus efectos a largo plazo en la salud del paciente también ha aumentado. Sin embargo, para poder establecer una relación entre la dosis absorbida y sus efectos secundarios, es necesario realizar un cálculo dosimétrico preciso. Instituciones internacionales de protección radiológica han confirmado que el mejor indicador del riesgo es la dosis a órganos. Los cálculos actuales de la dosis que recibe cada órgano solo son precisos cuando el paciente se asemeja en tamaño y peso al hombre adulto de referencia, pero falla para pacientes pediátricos y pacientes adultos delgados u obesos. Esto hace que actualmente sea imposible confirmar si cualquier cantidad de radiación absorbida, por muy pequeña que sea, puede dar lugar a largo plazo a la generación de un tumor. Además, a pesar de los esfuerzos de la comunidad radiológica para utilizar dosis de radiación que sean apropiadas y consistentes con el principio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), se han publicado estudios que demuestran la existencia de mucha variabilidad en la dosis impartida, dentro de una misma institución y entre diferentes instituciones, en el diagnóstico por imagen TC. En este contexto, es importante el uso un programa automático de monitorización de la dosis en el que se tenga en cuenta las características del equipo TC, así como las características morfológicas del paciente, registrando los órganos irradiados durante la exploración y calculando la dosis en cada uno de ellos.

Las de simulaciones de Monte Carlo son el “gold standard” en el cálculo de la dosis y representan una herramienta muy útil para la estimación de las dosis en órganos. El cálculo de la dosis se realizará a partir de un conjunto de imágenes TC y de la reconstrucción de los órganos (segmentación o voxelización). Es necesario utilizar maniqués heterogéneos para verificar los modelos. El modelo de reconstrucción de dosis se comparará con datos experimentales. Con el objetivo de que las simulaciones de Monte Carlo sean factibles en un tiempo de cálculo razonable (unos minutos), se debe hacer uso de técnicas de computación de alto rendimiento (HPC). Los procesadores multinúcleo de propósito general, así como las tarjetas de procesamiento gráfico (GPU), se deben emplear para reducir el tiempo de computación. Estos nuevos diseños de hardware ofrecen una alta capacidad de computación de alto rendimiento con un precio bajo, beneficiándose de esto las aplicaciones de ingeniería con una enorme carga computacional, como es el caso de las simulaciones de Monte Carlo. Hoy en día, el cálculo por Monte Carlo de la dosis usando la geometría reconstruida del paciente a partir de su conjunto de imágenes de TC, validándose previamente el procedimiento experimentalmente con detectores MOSFET, no se ha implementado de forma rutinaria en los servicios de protección radiológica y de análisis de imagen médica de los hospitales.

09:45-10:30 horas - COMUNICACIONES - Medicina Nuclear

Moderan: Josep Baró Casanovas. Director. Acpro S.L.. Barcelona  
Natividad Ferrer

### **MNU-01 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE IMAGEN EN ESTUDIOS DE SPECT CEREBRAL ADQUIRIDOS CON DISTINTOS COLIMADORES**

**MORAN VELASCO, V. (1); PRIETO AZCÁRATE, E. (2); BARBÉS FERNÁNDEZ, B. (2); SANCHO RODRÍGUEZ, L. (1); RIBELLES SEGURA, MARIA J. (1); RICHTER ECHEVARRÍA, JOSÉ ÁNGEL (2); ARBIZU LOSTAO, J. (2); MARTÍ-CLIMENT, JOSEP M. (2)**

(1) CLINICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA; (2) CLINICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA, INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA DE NAVARRA

En la práctica clínica, la eficacia diagnóstica de los sistemas SPECT depende en gran medida de la calidad de imagen. El objetivo de este estudio fue evaluar cómo afectan los parámetros de reconstrucción de estudios SPECT de perfusión cerebral adquiridos con un colimador de agujeros paralelos (LEHR) y otro de agujeros en abanico (Fan-Beam). Se utilizó un equipo SPECT-CT Symbia T2 y se analizó la influencia de: (1) método de reconstrucción [retroproyección filtrada (FBP) e iterativo (OSEM)] aplicando diferentes filtros y (2) corrección de atenuación (Chang y CT). Se adquirieron imágenes de un maniquí de cerebro Hoffman 3D. Se realizaron varias reconstrucciones y, mediante un análisis cualitativo por parte de médicos especialistas, se seleccionaron aquellas que ofrecían una mejor calidad de imagen. Además se trazaron perfiles de actividad y regiones de interés para evaluar de forma semicuantitativa la resolución espacial y el contraste. Se realizaron dos adquisiciones de un maniquí Jaszczak con sectores de agujeros cilíndricos: (1) set de esferas frías y (2) set de esferas calientes con una concentración 4:1. Se reconstruyeron las imágenes según los parámetros seleccionados. Se evaluaron la uniformidad, el contraste, la resolución espacial y el ruido. Las imágenes del maniquí Hoffman adquiridas con el colimador LEHR tienen un mayor contraste y una mejor resolución espacial, a pesar de que los colimadores Fan-Beam proporcionan una mayor sensibilidad. Los sectores visualizados con los colimadores LEHR y Fan-Beam fueron de 7.9 mm y 9.5 mm, respectivamente. Las imágenes reconstruidas mediante métodos iterativos y corregidas con los mapas de atenuación del CT son más uniformes y menos ruidosas. Según el criterio médico, la configuración óptima para SPECT cerebral es utilizar colimadores LEHR y reconstruir mediante FBP con un filtro Wiener y corrección de atenuación de Chang.

### **MNU-04 FILTRO HURRA: UN MÉTODO SENCILLO PARA ELIMINAR ARTEFACTOS DEL COLIMADOR EN IMAGEN PLANAR CON I-131.**

**PÉREZ GARCÍA, H. (1); BARQUERO SANZ, R. (1); CÁRDENAS SOLANO, A. (2)**

(1) HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID; (2) HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI

En este trabajo se realiza un análisis del ruido existente en las imágenes tomadas por una gammacámara con colimador de alta energía HE para I-131. Utilizando la transformada de Fourier, aparecen frecuencias espaciales predominantes en la imagen junto al ruido blanco. Se demuestra mediante geometría que dichas frecuencias corresponden con la periodicidad espacial propia del colimador. Por último, se propone el uso de un filtro de frecuencias que elimina de la imagen los artefactos que el colimador provoca, obteniéndose así una imagen más limpia, en la que poder determinar el FWHM y por ende el tamaño de la captación.

### **MNU-13 PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE MANIQUÉS A MEDIDA, PARA CONTROL DE CALIDAD DE IMAGEN PET, MEDIANTE SISTEMAS DE IMPRESIÓN 3D**

**COLLADO CHAMORRO, P. M. (1); SAEZ BELTRÁN, F. (2); DÍAZ PASCUAL, V. (1); BENITO BEJARANO, M. A. (2); SANZ FREIRE, C. J. (1); LOPO CASQUEIRO, N. (1); GONZALEZ FERNANDEZ, M. P. (1); LOPEZ DE GAMARRA, M. S. (1)**

(1) C.I.B.I.R.; (2) COMPLEJO ASISTENCIAL DE ZAMORA

Existe software gratuito, tanto para realizar los procesos de modelado de los objetos 3D a partir de imágenes médicas, como para convertir dicho modelado a un archivo listo para ser leído y ejecutado por las impresoras 3D (secuenciador o “slicer”). Esto permite fabricar maniqués de Control de Calidad con una inversión mínima. En este trabajo se construye un maniquí de cerebro rellenable a medida para ser usado en estudios PET. Se usó una impresora 3D que imprime objetos usando el material plástico “PLA”. Para modelar el maniquí, se partió de un estudio PET cerebral. Las imágenes del estudio se segmentaron con el programa ImageJ. Posteriormente, se usó el programa Slicer 1.67 y el Cura 10.5, todos gratuitos, para convertir las superficies a una trayectoria de extrusión

que sigue la impresora 3D. Una vez imprimido el maniquí, y tras preparar el maniquí para que pudiera ser rellenado con agua, se rellenó con 2mCi de FDG y se realizó una adquisición PET-CT con protocolo de cerebro en un PET-CT Siemens Biograph 6. Sobre las imágenes se realizaron análisis de perfiles para comprobar la relación entre cavidad y fondo. Mediante el procedimiento descrito el contraste entre la cavidad y el fondo ha sido del 100%. Asimismo, sería posible construir maniqués diseñados a partir de otras modalidades de imagen como TAC ó RM, o bien a partir de diseños de objetos de prueba realizados a medida. Mediante una impresora 3D y software de modelado y procesado gratuito, se ha conseguido fabricar un maniquí rellenable para Control de calidad de imagen PET, hecho a medida.

### **MNU-15 PROTOCOLO NEMA PARA EL CÁLCULO DE LA UNIFORMIDAD INTRÍNSECA EN GAMMA-CÁMARAS: APLICACIÓN Y COMPARACIÓN CON EL SOFTWARE DEL FABRICANTE.**

**GONZÁLEZ SOTO, X. L.; GONZÁLEZ RUÍZ, C.; LÓPEZ-BOTE, M. A.; POLO CEZÓN, R.**

HGU GREGORIO MARAÑÓN

El test de uniformidad intrínseca es uno de las pruebas básicas para comprobar el estado de los detectores de las gammacámaras, y como tal está contenida en el RD 1841/1997 de Control de Calidad en Medicina Nuclear. El Protocolo Español de Control de Calidad en Instrumentación en Medicina Nuclear establece unas pautas para llevar a cabo este examen, similares a las establecidas en el protocolo NEMA. Sin embargo, muchas veces este análisis se lleva a cabo utilizando el software proporcionado por el fabricante del equipo. En el HGUGM hemos llevado a cabo un análisis de la prueba de uniformidad intrínseca de dos gammacámaras utilizando un código escrito con el programa Matlab que aplica el protocolo NEMA para el cálculo de los valores de uniformidad a partir de las imágenes resultantes del test. Los valores obtenidos utilizando este código han sido comparados con los que arroja el software de cada gammacámara, comprobándose que los resultados presentan diferencias significativas. En consecuencia, es recomendable realizar un estudio para asegurarse de que los resultados para la prueba de uniformidad intrínseca que arroja el software proporcionado por el fabricante del equipo son equivalentes a los que se obtiene aplicando el protocolo que recomienda el protocolo de la SEFM antes de la utilización de este software para la realización de los controles de calidad.

11:00-11:45 horas - PONENCIA INVITADA

### **IMAGEN HÍBRIDA PET/RM**

**ESPAÑA PALOMARES, S.**

INVESTIGADOR POSTDOCTORAL. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CARDIOVASCULARES CARLOS III (CNIC). MADRID

11:45-13:00 horas - COMUNICACIONES - Medicina Nuclear

Moderan: M<sup>a</sup> Carmen Pujades; Waldo Sanjuanbenito

### **MNU-05 HOMOGENEIDAD INTERCORTE DE ESTUDIOS PET CON MOVIMIENTO CONTINUO DE CAMILLA**

**CONS PÉREZ, N.; GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; GARCÍA REPISO, S.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; MONTES FUENTES, C.; GARCÍA LEDESMA, J.; DíEZ GALLEGU, M. A.**

H. UNIVERSITARIO SALAMANCA

Uno de los últimos avances de los tomógrafos PET es la introducción de adquisiciones con movimiento continuo de camilla (CBM); entre los beneficios que esta tecnología aporta están: una menor variación axial del ruido, mayor flexibilidad para planificar estudios con distintos niveles de estadística para distintas regiones anatómicas y mayor confort para el paciente. Debido a un comportamiento inesperado en la concentración obtenida en todos los estudios CBM realizados con un tomógrafo PET-CT Biograph mCTFlow (Siemens Medical Solutions) nos proponemos realizar un análisis cuantitativo con una serie de parámetros escogidos para evaluar la falta de homogeneidad entre cortes en la concentración obtenida mediante maniqués homogéneos. Una comparación con los estudios de cama estática (S&S) indica que es un problema exclusivamente del modo de cama dinámica.

### **MNU-10 NUEVO MANIQUÍ PARA LA MEDIDA DE LA RESOLUCIÓN TEMPORAL EN GAMMACÁMARAS**

**MORENO-TORRES, M. (1); TORRES, J. (1); DE LA VEGA, J. M.; RAMÍREZ, J. C. (2); GUIRADO, D. (1)**

(1) H. U. SAN CECILIO; (2) ITACC HOSP. BEATA MARIA ANA

**INTRODUCCIÓN:** La evaluación de la resolución temporal es una de las pruebas recomendadas en el control de calidad de una gammacámara, habitualmente se realiza mediante el método de las dos fuentes utilizando el maniquí de Adams, que posee espesores de PMMA diferentes a los lados de las fuentes lo que no permite medir simultáneamente en las mismas condiciones en gammacámaras de doble cabezal. Es sencillo, no obstante, construir un maniquí económico que presente la misma configuración de las fuentes hacia los dos lados, de manera que sea posible medir el tiempo muerto de dos cabezales simultáneamente. El objetivo de este trabajo es establecer las dimensiones y forma de un maniquí de nuevo diseño de tal manera que produzca el mismo espectro que el de Adams. **MATERIAL Y MÉTODOS:** El nuevo maniquí se ha construido uniendo láminas de PMMA de 12cm x 21cm x 1cm; en las 3 láminas centrales se recortan dos huecos de 3 cm de anchura y 7 cm de profundidad para alber-

gar los viales-fuente. Inicialmente se coloca, añadiendo láminas sin recortar, un espesor de 4cm de PMMA a cada lado y se ensayan incrementos de este espesor acoplando más láminas con el fin de determinar el espesor óptimo para que el espectro producido por este nuevo maniquí sea igual al producido por el de Adams. El estudio de este espectro se hace de dos modos: (1) utilizando viales de Tc-99m en una gammacámara y registrando el espectro resultante, (2) simulando esta situación mediante el código PENELOPE 2011. RESULTADOS: El maniquí fabricado presenta espectro que menos difiere del de Adams para un espesor de unos 5cm, y permite realizar la prueba del tiempo muerto en dos cabezales a la vez, sin perjudicar su exactitud, y con la consiguiente disminución de la exposición del personal.

## **MNU-19 SOFTWARE PARA LA DOSIMETRÍA DE PACIENTES HIPERTIROIDEOS TRATADOS CON $^{131}\text{I}$ UTILIZANDO SONDA DE CAPTACIÓN Y GAMMACÁMARA**

**JIMÉNEZ FELTSTRÖM, D.; LUIS SIMÓN, J.; REYES GARCÍA, R.; DERECHO TORRES, F.; HERRADOR CÓRDOBA, M.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCÍO (SEVILLA)

En esta comunicación se describe el procedimiento implementado recientemente en nuestro hospital para la dosimetría interna previa y post tratamiento de pacientes tratados con  $^{131}\text{I}$  en enfermedades benignas de la glándula tiroidea. Hemos desarrollado un software propio que facilita todo el proceso de la dosimetría. Mediante gammagrafías planares o imágenes Spect se determina la masa de la glándula tiroidea. En función de la masa se calcula mediante monte carlo la energía media absorbida por desintegración del  $^{131}\text{I}$  en dicha glándula endocrina. Para el cálculo de la curva de actividad fraccional en función del tiempo, el programa permite escoger entre un modelo monocompartmental y un modelo bicompartimental. La curva de actividad fraccional se ajusta mediante mínimos cuadrados al conjunto de medidas realizadas en el paciente. Estas medidas las realizamos con una sonda de captación CAPTUS 3000 (Capintec Inc.). Para la dosimetría previa al tratamiento, el paciente ingiere una actividad de rastreo de 25 microcurios de  $^{131}\text{I}$  y se realizan medidas con el paciente sentado a 25 cm de la sonda de captación. Esta dosimetría se utiliza para calcular la actividad óptima a administrar al paciente para conseguir que la dosis absorbida en el blanco sea igual a la prescrita por el médico. En la dosimetría post tratamiento, la actividad en el paciente es elevada y la sonda de captación queda parcialmente paralizada por el tiempo muerto. Por ello hemos de corregir las medidas con la curva de calibración de respuesta de la sonda frente a la actividad, y frente a la variación con la distancia fuente detector, y realizamos las medidas con el paciente a 35 cm de la sonda. Al comparar las dosimetrías previas y post tratamiento no hemos obtenido diferencias importantes, por lo que creemos que puede ser suficiente llevar a cabo la dosimetría previa al tratamiento.

## **MNU-21 VALIDACIÓN DE VIDA PARA CÁLCULOS DOSIMÉTRICOS EN PET**

**OCAMPO RAMOS, J. C. (1); PETOUSSI-HENSS, N. (2); ZANKL, M. (2)**

(1) UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA; (2) HELMHOLTZ ZENTRUM MÜNCHEN

El programa VIDA (VOXEL-PHANTOM-BASED SOFTWARE FOR INTERNAL DOSE ASSESSMENT), es un nuevo software en desarrollo para la evaluación de dosis en pacientes sometidos a exámenes de medicina nuclear. En este trabajo se muestra algunas de las pruebas de validación y comparación que se han venido realizando para el caso particular del F-18 FDG. A diferencia de programas actuales (por ejemplo OLINDA) que utiliza phantoms estilizados de tamaños de referencia, el nuevo software desarrollado usa la librería pre calculada de Fracciones de absorción específica (SAF por sus siglas en inglés) de fotones y electrones basada en distintos phantoms antropomórficos voxelizados, así como las SAF de los nuevos phantoms computacionales de la ICRP para fotones, electrones, alfa y neutrones (será publicada en el transcurso de 2015). Además el software usa la más reciente información de decaimientos nucleares de la ICRP 107 (2008). El software está siendo extensamente puesto en prueba y comparando con otros métodos de cálculo disponibles.

## **MNU-23 ALGORITMO PARA CALCULAR LA FLUENCIA DE FOTONES QUE LLEGAN AL CRISTAL EN UNA GAMMACÁMARA**

**PEREZ-GARCÍA, H.; BARQUERO SANZ, R.; PÉREZ RODRIGUEZ, C.**

HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID

La calibración absoluta de un equipo detector implica conocer la eficiencia intrínseca del detector así como la eficiencia geométrica. Para la obtención de ésta última en el caso de una gammacámara, es necesario conocer la fluencia de fotones que atraviesa el colimador y llega al cristal. En este trabajo se describe el programa HURRA que estima dicha fluencia empleando un algoritmo sencillo, con consideraciones geométricas y aproximaciones que reducen el tiempo de cálculo en comparación con otros métodos más exactos que requieren tiempos inabordables. Por último, se comparan los resultados del algoritmo para la obtención de la fluencia con los obtenidos mediante el método Monte Carlo



## MNU-24 ALGORITMO SEMIAUTOMÁTICO DE SEGMENTACIÓN TUMORAL EN 4D-PET PARA RADIOTERAPIA DE CÁNCER DE PULMÓN

CARLES FARIÑA, M.; FECHTER, T.; CHRIST, U.; MIX, M.; NESTLE, U.

UNIKLINIKUM FREIBURG

Recientemente, la imagen PET/CT para el tratamiento radioterápico de cáncer de pulmón ha adquirido especial relevancia. La definición adicional de un blanco biológico en base a la imagen PET ha demostrado introducir importantes ventajas respecto al blancodeterminado basándose exclusivamente en la imagen CT. Sin embargo, esta mejora requiere de una mayor inversión de tiempo y esfuerzo por parte del médico, especialmente en tumores afectados por el movimiento respiratorio, para los que se recurre a adquisiciones 4D-PET/CT (6-10 fases/adquisición). En el presente trabajo se propone y valida un algoritmo semiautomático de segmentación tumoral para 4D-PET. El algoritmo se basa en el contraste tumor-fondo y la interacción se limita a la identificación de un píxel del blanco por el usuario. La evaluación incluye medidas con maniqués dinámicos y 8 pacientes con cáncer de pulmón. La respuesta del algoritmo se evalúa con respecto a las propiedades físicas de los maniqués y para los casos clínicos, con respecto al consenso de 3 contornos PET manuales. En la validación experimental: i) no se han observado diferencias significativas entre los diámetros estimados y reales para distintos volúmenes y movimientos del blanco y ii) la respuesta obtenida es independiente de la interacción inicial con el usuario (4 interacciones distintas para cada uno de los 7 blancos heterogéneos considerados). En la evaluación clínica, se ha obtenido una concordancia razonable con respecto al consenso: DV(Diferencia en Volumen)= $40\pm 30\%$ , DSC(Dice Similarity Coefficient)= $0.71\pm 0.08$  y PPV(Positive Predictive Value)= $0.90\pm 0.14$ . Valores similares se han obtenido al considerar la variabilidad entre los expertos: DV= $50\pm 20\%$ , DSC= $0.78\pm 0.07$  y PPV= $0.77\pm 0.10$ . La calidad de la respuesta del algoritmo muestra una correlación significativa con el volumen ( $r=-0.714$ ,  $p=0.047$ ) y con la homogeneidad ( $r=0.750$ ,  $p=0.032$ ) del tumor. Este trabajo permite concluir la viabilidad del algoritmo en su uso clínico e identificar los parámetros a considerar para una futura optimización del mismo.

## MNU-30 CÁLCULO DE DOSIS 3D EN RADIOEMBOLIZACIÓN CON MICROESFERAS DE Y-90

MAÑERU CÁMARA, F. (1); OTAL PALACÍN, A. (2); GRACIA OCHOA, M. (1); GALLARDO RODRÍGUEZ, N. (1); OLASOLO ALONSO, J. (1); FUENTEMILLA URÍO, N. (1); BRAGADO ÁLVAREZ, L.; MARTÍN ALBINA, M. (1); LOZARES CORDERO, S. (1); PELLEJERO PELLEJERO, S. (1); MIQUELEZ ALONSO, S. (1); RUBIO ARRÓNIZ, A. (1)

(1) COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA; (2) HOSPITAL CLÍNICA BENIDORM

Objetivos: se presenta el desarrollo de un método de cálculo de dosis absorbida en para tratamientos de radioembolización hepática con microesferas de itrio-90. El cálculo tridimensional basado en dosimetría al nivel de vóxel (VSV) permite evaluar la distribución de dosis con mayor precisión y resolución espacial que los métodos empleados usualmente. Material y Método: la estimación se realiza a partir del estudio previo (SPECT-CT con macroagregados de albúmina marcados con Tc-99m) para identificar posibles fugas de isótopo al pulmón (shunt pulmonar). Se convoluciona la distribución de actividad normalizada con un núcleo de deposición de dosis para el Y-90 en agua obtenido mediante simulación Montecarlo. La convolución se ha calculado con un programa propio en lenguaje Python. La distribución de dosis ha sido evaluada con el software dicompyler, de libre disposición. Resultados: se obtienen distribuciones de dosis en el hígado y los histogramas dosis-volumen de hígado, hígado sano y tumor. Evaluamos la similitud entre la dosis media al hígado total con este método frente al estándar empleado en la clínica (método de Partición) en 5 casos. Discusión: los valores de dosis al hígado concuerdan razonablemente con los del método de partición, aceptado como válido. El método es aplicable en mayor o menor medida en función de la anatomía del paciente, siendo determinante en ello la identificación del volumen tumoral. Pero incluso en los casos más desfavorables es posible estimar razonablemente la dosis al hígado total. En cualquier caso la distribución de dosis por cortes sobre escáner proporciona mucha más información y permite obtener más parámetros dosimétricos. Conclusión: el método de cálculo de dosis es sencillo y rápido. Al realizarse la simulación unos días antes del tratamiento es posible utilizarlo como herramienta de decisión clínica a la hora de prescribir la actividad inyectada al paciente.

13:00-14:00 horas - COMUNICACIONES - Breves

Modera: Francisco Candela Rodríguez; M<sup>o</sup> Trinidad García Hernández

## BRA-15 UN MÉTODO DE RECONSTRUCCIÓN PRÁCTICO BASADO EN UN NUEVO TEMPLATE GINECOLÓGICO ENDOCAVITARIO E INTERSTICIAL

RICHART, J. (1); OTAL, A. (1); RODRÍGUEZ, S. (1); NICOLÁS, A. (1); SANTOS, M. (1); BALLESTER, F. (2); PÉREZ-CALATAYUD, J. (3)

(1) CLÍNICA BENIDORM; (2) UNIVERSITAT DE VALÈNCIA; (3) HOSPITAL POLITÈCNICO Y UNIVERSITARIO LA FE

La práctica actual en braquiterapia (BT) ginecológica requiere el uso de la imagen por Resonancia Magnética (MRI). Hay templates especiales para el uso intersticial como el MUPIT, o el "Syed". Sus limitaciones son que no permiten el uso de la componente uterina, y necesitan usar el TAC para planificar, dado que no son compatibles con la MRI. Para intentar evitar esos problemas, se ha desarrollado el nuevo template Benidorm que usa opcionalmente la componente uterina y un conjunto de vectores de titanio. Los vectores de titanio se reconstruyen en MRI utilizando su propio artefacto, principalmente en modo T1, usando la forma esférica final para determinar la punta del vector. El propósito de este trabajo es mejorar la incertidumbre de la reconstrucción de este aplicador usando un método simple basado en la longitud saliente de los vectores y unas perlas de marcado en MRI. El procedimiento propuesto

consiste en incluir tres perlas de vitamina A comprimidas entre las dos placas del template para obtener el plano central del template. Los vectores de titanio utilizados son de una longitud de 20 cm. Para cada vector, se fijan dos puntos en la MRI definiéndose una línea recta. Utilizando la intersección de esta recta con el plano definido por las tres perlas, y considerando la longitud saliente de cada vector, es posible obtener las coordenadas del extremo de cada vector. Para caracterizar la potencial incertidumbre del método, se han reconstruido tres implantes por dos radiofísicos con experiencia en ese tipo de reconstrucciones, resultando valores significativamente menores que 1 mm en todos los casos. El algoritmo desarrollado para la reconstrucción de los vectores de titanio en MRI es sencillo y muy eficiente, con una mejora significativa, tanto en la incertidumbre en la determinación del extremo de los vectores como en el tiempo de reconstrucción.

## **DOC-35 DELTA-4 VS. COMPASS: RESULTADOS EN LA VERIFICACIÓN DE IMRT**

**ALBA ESCORIHUELA, V.; GARCÍA ROMERO, A.; CALVO CARRILLO, S.; SERRANO ZABALETA, S.; ORTEGA PADINA, P.; MILLÁN CE-  
BRIÁN, E.; CANELLAS ANOZ, M.; HERNÁNDEZ VITORIA, A.**

*H.C.U.Z LOZANO BLESA*

En este documento, realizamos un análisis retrospectivo de 36 tratamientos de IMRT Step and Shoot mediante una verificación con métodos de reconstrucción 3D, verificadas previamente con dosimetría en un punto con CI (Cámara de Ionización) y en un plano con el Panel Plano del acelerador calibrado en dosis o con una matriz de cámaras de ionización (MatrixX Evolution). Se ha analizado si los resultados suministrados por dos programas (Delta-4 y Compass) son comparables y proporcionan un análisis parecido de los casos en estudio. El 44% de los planes analizados han obtenido distinto criterio de rechazo/aceptación según el sistema que se utilice.

## **DOC-46 MEDIDA DE DOSIS FETAL CON DISTINTOS DETECTORES PREVIA A LA DECISION CLÍNICA SOBRE LA VIABILIDAD DEL TRATAMIENTO CON RADIOTERAPIA**

**LINARES DOBLADO, R.; PERUCHA ORTEGA, M.; MARTÍN NAVARRO, C. D.**

*SERVICIO DE RADIOFÍSICA. HOSPITAL INFANTA LUISA*

El tratamiento con radioterapia de pacientes embarazadas, por no presentarse con mucha frecuencia, representa un reto en cuanto a tiempo de reacción, implicación de diferentes departamentos y estimación lo más precisa posible, a priori, de niveles de dosis muy bajos (dosis periférica, DP). La estimación de esta DP recibida por el feto se convierte en uno de los principales factores a tener en cuenta para determinar la viabilidad o no del tratamiento. Una dificultad añadida en su evaluación es la elección de un detector y un procedimiento de medida adecuados, dado el diferente espectro del haz a distancias alejadas del blanco. Este trabajo presenta las estimaciones previas al tratamiento realizadas en nuestro servicio, empleando diferentes detectores y cálculos.

## **DOF-59 EXPRESIÓN GENERAL DEL FACTOR CORRECTOR POR RECOMBINACIÓN PARA CÁMARAS CILÍNDRICAS EN HACES CONVENCIONALES Y FFF**

**HERRERO CAPELLÁN, C.; ALONSO CASTELLANO, D.; PALIZAS CALVO, S.; RÍOS PILAR, A.; SANTÍN CRESPO, P.; VILCHES PACHECO, M.**

*IMOMA*

Pretendemos establecer un modelo analítico que nos permita introducir la corrección por recombinación en cualesquiera condiciones de medida a partir de la propia lectura ionométrica realizada. De acuerdo con la teoría nuestro modelo es lineal con el inverso de la tensión y con el valor de la ionización por pulso, el cual puede extraerse de la propia lectura de ionización de la cámara, conocido el tiempo de integración de lectura y la frecuencia de pulsado del haz. Hemos obtenido los valores de  $k_s$  a partir de los gráficos de Jaffé para un conjunto de tensiones, calidades de radiación con y sin filtro aplanador y tasas de dosis por pulso y hemos incluido en el estudio el efecto del signo de polarización y hemos verificado la aplicabilidad de la expresión propuesta en la literatura para la dependencia con la geometría cameral. Con todo ello hemos elaborado un modelo que nos permite introducir la corrección por recombinación de carga en nuestras medidas de distribuciones relativas de dosis sin necesidad de determinar expresamente el valor de  $k_s$ .

## **IGR-05 APLICACIÓN PRÁCTICA DE UN TC 4D AL CÁLCULO DE MÁRGENES EN TRATAMIENTOS SYNCHRONY CON CYBERKNIFE**

**FAYOS FERRER, F.; SIMÓN DE BLAS, R.; BERTOMEU PADÍN, T.; ANOLÍN SAN MARTÍN, E.; PALAZÓN CANO, I.**

*HOSPITAL RUBER INTERNACIONAL*

Objetivos. En los tratamientos de radiocirugía en órganos móviles es importante establecer un criterio para determinar los márgenes a aplicar a los volúmenes clínicos, GTV y CTV, definidos por el radioterapeuta. En Cyberknife para lesiones móviles se emplea la técnica de tracking respiratorio (Synchrony). Durante la irradiación, el propio equipo reproduce el movimiento del tumor siguiendo unas fiduciales de oro implantadas en el paciente. En este trabajo se describe un método para valorar la incertidumbre derivada de la posible falta de sincronización entre el movimiento de las fiduciales y del centro de masas del tumor, haciendo uso de un TC 4D. Material y método Se ha empleado un Cyberknife G4 versión 8.5. El seguimiento de las lesiones se realizó tras implantar un mínimo de 3 fiduciales de oro a los pacientes, con criterios geométricos precisos. Transcurrida una semana tras el implante se realizó un estudio TC-4D del que se obtuvieron 10 series correspondientes a diferentes fases del ciclo respiratorio. Un radiofísico contorneó cada fiducial en las diferentes fases obteniendo sus coordenadas DICOM. Un radioterapeuta hizo lo mismo con el GTV. Una hoja Excel realizó un análisis de los movimientos relativos del tumor versus el

baricentro de las fiduciales, permitiendo desactivar el uso de una o varias de ellas y calcular de manera automática la combinación de semillas que maximiza la correlación. Otra aplicación de la hoja de cálculo surgió cuando durante el tratamiento se detectaba una migración excesiva alguna de las fiduciales que se habían seleccionado inicialmente, informando de la incertidumbre adicional que suponía tratar sin esa fiducial. Resultados y discusión El procedimiento descrito se ha aplicado a pacientes con lesiones móviles tratados en nuestro servicio con resultado satisfactorio.

### **IMR-19 IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO DE SEGMENTACIÓN DINÁMICA EN IMRT SLIDING WINDOWS**

**OLASOLO ALONSO, J. (1); ARTACHO TERRER, J. M. (2); PELLEJERO PELLEJERO, S. (1); GRACIA OCHOA, M. (1); GALLARDO RODRÍGUEZ, N. (1); LOZARES CORDERO, S. (1); MAÑERU CÁMARA, F. (1); MARTÍN ALBINA, M. L. (1); BRAGADO ÁLVAREZ, L. (1); MIQUELEZ ALONSO, S. (1); RUBIO ARRÓNIZ, A. (1)**

(1) COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA; (2) UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Objetivo: La correcta administración de un tratamiento de IMRT Sliding Windows depende en gran medida de la bondad del algoritmo de segmentación. El objetivo del trabajo es desarrollar un algoritmo de segmentación que genere movimientos compatibles y poco restrictivos para el MLC y con un tiempo de tratamiento mínimo. Material y métodos: El algoritmo se ha diseñado según la metodología de Spirou y Chui, incluyendo efectos dosimétricos como el dosimetric leaf gap y el factor de transmisión de las láminas. Se ha elegido la solución que minimiza el tiempo de tratamiento. El algoritmo se ha desarrollado en Matlab (Mathworks). Para evaluarlo se compara con el algoritmo LMC (Leaf Motion Calculator) de la versión 11 de Eclipse. Se han calculado los movimientos de láminas de 63 campos correspondientes a 8 planes de tratamiento para ambos algoritmos. De cada campo se ha realizado una verificación dosimétrica con detector portal (Trilogy con detector As1000, Varian) y con maniquí (Octavius, PTW) y array de detectores (Octavius 729, PTW). Se han comparado los tiempos de tratamiento y los resultados de las evaluaciones dosimétricas de ambos algoritmos. Resultados: Los resultados de ambas verificaciones dosimétricas se han evaluado con el análisis del índice gamma con un criterio 2 mm, 2%. En la verificación con Portal, en promedio de los 63 campos, el número de puntos que cumplen son 97,7% (LMC) y 96,4% (propio). En la verificación con maniquí, en promedio, el número de puntos que cumplen son 96,4% (LMC) y 96,1% (propio). Las UM calculadas con el algoritmo implementado son en promedio un 5 % inferiores. Discusión: Ambos algoritmos generan movimientos de láminas similares, suaves y continuos. Conclusiones: Se ha desarrollado un algoritmo que cumple con las restricciones físicas del MLC, que presenta un menor número de UM y genera movimientos de lámina suaves y continuos que permiten la adecuada administración del tratamiento.

### **IMR-20 LOGICOM: HERRAMIENTA PARA EL REGISTRO DE FICHEROS LOG EN TIEMPO REAL EN ACELERADORES ELEKTA**

**LINARES DOBLADO, R. (1); BAEZA, J. A. (2); MARTÍN NAVARRO, C. D. (1); PERUCHA ORTEGA, M. (1)**

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA. HOSPITAL INFANTA LUISA; (2) DPTO. FISIOLÓGIA MÉDICA Y BIOFÍSICA. UNIVERSIDAD DE SEVILLA.

Uno de los métodos empleados para la verificación de tratamientos radioterápicos complejos (IMRT, VMAT), así como para el chequeo del funcionamiento del colimador multiláminas (MLC), es el análisis de los ficheros log registrados por el sistema de control del acelerador. Estos ficheros guardan la información de los valores que van tomando los distintos parámetros de la máquina: ángulo de gantry, de colimador, tasa, posiciones de las láminas, etc, durante la irradiación. En el caso de aceleradores Varian (ficheros dynalog), estos datos son directamente accesibles para el usuario, lo que posibilita una evaluación rápida. En el caso de Elekta, esta información no está directamente al alcance del usuario en modo clínico, por lo que, distintos autores, han elaborado su propio software para adquirir estos datos. No obstante, en ninguno de estas referencias se dan detalles sobre la implementación del sistema, ni se pone la aplicación a disposición del público. En otros casos, la solución presentada solo es posible en modo servicio. Este trabajo presenta una aplicación para la escritura en tiempo real (4 Hz) de ficheros log de aceleradores Elekta, mediante el uso del protocolo iCOM. La herramienta no interfiere con el sistema de control del acelerador, con lo que puede ser empleada en modo clínico, durante un tratamiento real.

### **MNU-08 MÉTODO CUANTITATIVO PARA LA EVALUACIÓN DE LA UNIFORMIDAD TOMOGRÁFICA EN SPECT**

**JIMÉNEZ FELTSTRÖM, D.; DERECHO TORRES, F.; LUIS SIMÓN, J.; REYES GARCÍA, R.; HERRADOR CÓRDOBA, M.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCÍO (SEVILLA)

La uniformidad tomográfica evalúa la calidad de una imagen single photon emission computed tomography (SPECT). Esta prueba consiste en realizar una reconstrucción tomográfica de un maniquí cilíndrico con una distribución de actividad homogénea. La imagen reconstruida se analiza de forma visual corte a corte. La falta de uniformidad aparece como artefactos en forma de anillos, los cuales son evaluados de forma cualitativa por la persona que lleva a cabo la prueba. Este método es cualitativo y dependiente del observador. Hemos desarrollado un método cuantitativo para determinar el resultado de la prueba de una forma objetiva. El método está basado en utilizar métricas de similitud, como el índice de Pearson, entropía conjunta de Shannon y la información mutua, las cuales se usan de forma habitual en el registro de imágenes. El cilindro reconstruido es registrado con un cilindro virtual homogéneo. El resultado del registro, evaluado a partir de los valores numéricos de las métricas de similitud mencionadas, proporcionan al mismo tiempo un valor cuantitativo de la prueba de la uniformidad tomográfica. Mostramos los resultados obtenidos durante un año en tres gammacámaras.

## **RDD-41 ¿LA PRUEBA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MODULACIÓN DE CORRIENTE DEL PECCR ES SUFICIENTE?**

**PÉREZ ÁLVAREZ, M. E.; TORRES DONAIRE, J.; CARRASCOSA FERNÁNDEZ, C. B.; GIL AGUDO, A.; ARJONA GUTIÉRREZ, J.; ZAPATA JIMÉNEZ, J. C.; ÁVILA GRAJALES, M. L.**

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE CIUDAD REAL

Objetivos: Determinar si "TC019.- Funcionamiento del sistema de modulación de corriente", es suficiente para un control de calidad óptimo. Material y método: Se realiza la prueba TC019 con el equipo DISCOVERY STE de GE con sistema de modulación SmartmA. A. Metodología recomendada por el PECCR. Con los maniqués dosimétricos de cabeza y cuerpo colocados de forma contigua y centrados en el isocentro, comprobar que los valores de intensidad mostrados por el equipo en cada rotación deberán ser distintos entre los cortes que afectan al maniquí de cuerpo y los que afectan al de cabeza. B. Metodología alternativa a la del PECCR. Con un maniquí de láminas de agua sólida colocadas en escalera, comprobar que los valores de intensidad en cada rotación difieren entre los cortes correspondientes a distintos espesores. Con el maniquí de GE de calidad de imagen, comprobar que el nivel de ruido escogido en el estudio es consistente con el que aparece en las imágenes. Resultados: A. Metodología recomendada por el PECCR. La prueba confirma que el sistema de modulación de dosis funciona de forma adecuada según los parámetros exigidos por el PECCR. B. Metodología alternativa a la del PECCR. Se comprueba que el sistema de modulación de dosis no está funcionando como se esperaba para espesores inferiores a 5cm y superiores a 18cm. El nivel de ruido varía inversamente proporcional a la intensidad al cuadrado. Conclusión: En este equipo no salta ningún aviso si el equipo no es capaz de llegar al nivel de ruido exigido. Simplemente satura el parámetro intensidad haciendo que la modulación de dosis no funcione correctamente. Para asegurarse un correcto funcionamiento de este tipo de sistemas de modulación de dosis es muy importante, al menos con una frecuencia inicial, seguir un protocolo de control de calidad más exhaustivo que el del PECCR.

14:15-15:15 horas - SESIONES TÉCNICAS - IRE Rayos X

## **INTRODUCCIÓN DEL RADIATION DOSE MONITOR (RDM), EL DAPS PARA CONSTRUIR UNA CULTURA DE BAJA DOSIS**

**MELLOFF, M.**

JEFE DE ARQUITECTURA DE SOFTWARE

15:30-16:15 horas - DEBATE

## **¿TIENE RELEVANCIA CLÍNICA LA DOSIMETRÍA INDIVIDUALIZADA EN TRATAMIENTOS EN MEDICINA NUCLEAR?**

**MARTÍ, J. M.; BARQUERO, R.; ABÓS, D.**

17:30-18:15 horas - PONENCIA INVITADA

Modera: José Peiró Juan

## **PROSPECCIÓN NACIONAL DE PROCEDIMIENTOS DE DIAGNOSTICO EN MEDICINA NUCLEAR EN ESPAÑA (DOMNES). ESTIMACIÓN DE DOSIS RECIBIDAS POR LOS PACIENTES Y LA POBLACIÓN**

**RAMÍREZ, M.L. (1); RUIZ, A. (2); FERRER, N. (3); ALONSO FARTO, J.C. (4); ALVAREZ, C. (5); RODRIGUEZ, M. (5)**

(1) TÉCNICO DEL ÁREA DE INSTALACIONES RADIOACTIVAS MÉDICAS DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR; (2) SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y RADIOFÍSICA. HOSPITAL DE LA SANTA CRUZ Y SAN PABLO. BARCELONA; (3) SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. HOSPITAL RAMÓN Y CAJAL. MADRID; (4) SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR. HOSPITAL U. GREGORIO MARAÑÓN. MADRID; (5) SUBDIRECCIÓN DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA OPERACIONAL. CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR. MADRID;

Introducción y objetivos: En el ámbito europeo, la Directiva /97/43/ EURATOM sobre exposiciones médicas establece la obligación de los Estados Miembros de determinar la distribución de las estimaciones de dosis individuales resultantes de las exposiciones médicas para la población y los grupos de referencia significativos. Esta obligación se incorporó en la Reglamentación española, identificando al Consejo de Seguridad Nuclear y a las Autoridades Sanitarias como los responsables de su cumplimiento. En 2008, la Comisión publicó el documento Report Radiation Protection n° 154, titulado "European Guidance on Estimating Population Doses from Medical X-Ray Procedures", que presentaba los resultados de un proyecto multinacional europeo que estimaba las dosis a la población por exposiciones médicas. Este proyecto denominado DOSE DATAMED 1, se centró básicamente en exámenes de radiodiagnóstico. En 2011 comienza una segunda parte del proyecto denominado DOSE DATA MED 2 (DDM2), en este proyecto se hace un mayor hincapié en los estudios de medicina nuclear y además, se incluyen otros países que, como España, no participaron en el proyecto anterior. Es por ello que en 2011, el CSN dentro de sus competencias de realizar propuestas en el ámbito de la protección radiológica del paciente en colaboración con las autoridades sanitarias, impulsó la realización de dos proyectos para la estimación de dosis a la población por estudios médicos. Uno de los proyectos se ha centrado en los procedimientos de radiodiagnóstico, denominado DOPOES (Estimación de la DOSIS POBLACIONES en España en estudios de radiodiagnóstico médico) y el otro se ha centrado en los estudios de medicina nuclear, denominado DOMNES (Dosis a la Población por estudios de Medicina Nuclear en España). DOMNES. Este último se ha llevado a cabo en el marco del Foro de Protección Radiológica en el Medio Sanitario compuesto por el Consejo de Seguridad Nuclear, la Sociedad Española de Protección Radiológica

(SEPR) y la Sociedad Española de Física Médica (SEFM). Además de los integrantes del Foro Sanitario, DOMNES ha contado con la participación de la Sociedad Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (SEMNUM). El proyecto ha sido efectuado en el ámbito del Acuerdo Marco de Colaboración entre el Consejo de Seguridad Nuclear y el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad y el respaldo de las Autoridades sanitarias de las Comunidades Autónomas. El proyecto finalizó en mayo del 2014. El objetivo del proyecto DOMNES, además de participar en el DDM2, ha sido conocer la frecuencia de las exploraciones en medicina nuclear diagnóstica y su contribución a la exposición a la población española. La metodología empleada ha sido la de la Guía Europea nº 154, recogiendo los datos, correspondientes al año 2011, mediante un cuestionario diseñado para tal fin. A través de una plataforma web desarrollada por el CSN, todos los servicios de medicina nuclear y servicios de protección radiológica y radiofísica del país, tuvieron acceso telemático a dicho cuestionario. Material y Métodos Se desarrolló un cuestionario cuya validación se realizó mediante un programa piloto en el que participaron 13 Hospitales estratégicamente elegidos, los cuales recopilaron datos correspondientes a los primeros cuatro meses de 2012. Posteriormente nos dirigimos al 100% de las instalaciones de Medicina Nuclear de España; el suministro de datos se llevó a cabo mediante una plataforma web que permite actualizar la información. La información solicitada y suministrada corresponde a los procedimientos diagnósticos realizados en el año 2011 que se realizan con una frecuencia mayor en España. En todos los casos hay que destacar el apoyo e interés total mostrado por los Servicios de Medicina Nuclear y por los Servicios de Protección Radiológica y Radiofísica de los 13 Hospitales. Resultados y discusión: En el mes de octubre de 2012, se remitió a DDM2 la información recopilada en cada una de las instalaciones radiactivas de medicina Nuclear españolas. La participación de estas instalaciones, ha correspondido a alrededor del 80% de las mismas. El número de exploraciones realizadas en España en el año 2011 fue de 628.992 y la dosis efectiva colectiva fue de 3.272,7 Sv-persona o de 69,6 Sv por millón de habitantes, dando lugar a una dosis de 0,07 mSv per cápita. Comparada con los datos del proyecto DOPOES, que obtuvo una dosis efectiva per cápita en radiodiagnóstico de 1,08 mSv. Si se compara con los países europeos participantes en DDM2, los resultados son similares en las exploraciones destacadas como TOP7, aquellas que contribuyen más a la dosis colectiva ya sea por su frecuencia de realización o por la dosis que proporcionan. Conclusiones: Se ha llevado a cabo una recopilación muy significativa de información sobre los procedimientos diagnósticos en Medicina Nuclear que se llevan a cabo anualmente en España. Los valores de frecuencia y dosis efectiva son del orden de los registrados para países de nuestro entorno. España ha participado de forma activa en el proyecto Dose DataMed 2 remitiendo toda la información requerida. DOMNES ha sido un proyecto de colaboración notable entre sociedades profesionales, reguladores y autoridades sanitarias, que ha permitido conocer la frecuencia y dosis efectiva por exploraciones de medicina nuclear en España y que ha desarrollado herramientas que permitirán estimar tendencias en los datos, con el objetivo de optimizar y mejorar los procedimientos diagnósticos en la práctica de medicina nuclear. Bibliografía: RADIATION PROTECTION N° 154. European Guidance on Estimating Population Doses from Medical X-Ray Procedures. EUROPEAN COMMISSION. Unit H.4 – Radiation Protection, 2008. Bly R, Jahnen A, Järvinen H, Olerud H, Vassileva J and Vogiatzi S: European population dose from radiodiagnostic procedures – early results of Dose DataMed 2, NSFS Conference, Reykjavik, August 22-25, 2011.

## RESULTADOS PROYECTO DOPOES

**RUIZ CRUCES, R.**

FACULTAD DE MEDICINA DE MÁLAGA

I) Introducción: La Comisión Europea mediante el artículo 12 titulado Estimaciones de dosis a la población, exige a los Estados Miembros la necesidad de obtener estimaciones de las dosis poblacionales a partir de las dosis individuales por cada exposición médica, así como por grupos de edad y sexo (2004). Con los resultados de este proyecto (Dose DataMed1) se elaboró el documento "European Guidance on Estimating Population Dose from Medical X-ray Procedures" publicado por la Comisión Europea como RP154. En 2011 puso en marcha un nuevo proyecto denominado "Study on European Population Doses From Medical Exposure" (Dose DataMed2), con el objetivo principal conocer los valores de dosis procedentes de exposición médica, de rayos X de diagnóstico, radiología intervencionista y medicina nuclear (NM), en la Unión Europea. Basándose en estos precedentes, se consideró la necesidad de desarrollar una metodología, propuesta por la Comisión Europea en España. El Proyecto DOPOES se articula como un acuerdo específico de colaboración entre el Consejo de Seguridad Nuclear y la Universidad de Málaga <http://proyectodopoes.es/>. II) Objetivos: El objetivo principal ha sido estimar las dosis poblacionales suministradas a la población de España como consecuencia de los procedimientos de radiodiagnóstico médico. Entre los objetivos específicos cabe destacar: –Determinar la relación entre las frecuencias de los diferentes tipos de exámenes con rayos X, las dosis típicas impartidas a los pacientes y su contribución a la dosis colectiva total en España. –Comprobar si existen variaciones entre todas las Comunidades Autónomas. – Estimar la contribución de los diferentes procedimientos radiológicos médicos a la dosis colectiva total en España. – Desarrollar una infraestructura para obtención de información y una metodología para evaluación de las dosis a los pacientes y a la población, que facilite la realización de nuevas prospecciones en el futuro y exportable a otros países. III) Materiales y Métodos: Hemos utilizado varias magnitudes dosimétricas como dosis en la superficie de entrada (DES) para los procedimientos de RX simples, el producto dosis-area (PDA) para los exámenes de fluoroscopia y radiología intervencionista, el producto dosis-longitud (DLP) para exámenes de TC y la dosis glandular media (MGD) en mamografías. Para todos los procedimientos de rayos X se ha calculado la dosis efectiva (E) siguiendo las recomendaciones del informe de RP 154 y también con el software PCXMC® rotación. Asimismo, se han recopilado los listados completos de todos los procedimientos realizados con el sexo y la edad, la fecha y el equipo del hospital durante dos años (2010 y 2011). Se han obtenido directamente de una muestra en 33 hospitales públicos y privados

españoles. Se ha utilizado factores de escala para extrapolar a las CCAA, obteniendo las frecuencias totales de número de procedimientos anuales en cada región, previo al resultado final. El número de códigos se ha obtenido de los sistemas RIS-PACS en cada hospital seleccionado. Debido al elevado número de procedimientos obtenidos y de las distintas codificaciones empleadas por los centros, ha sido necesario desarrollar además de un sistema de codificación DOPOES propio (que incluye 571 procedimientos), así como un complejo sistema informático capaz de integrar toda la información recopilada. Hemos recopilado valores de dosis de los procedimientos de rayos X directamente de las imágenes DICOM (sistema RIS-PACS) y a veces directamente en pacientes seleccionados. La muestra de pacientes seleccionados ha sido representativa con respecto al peso e indicación clínica. Dicha selección se ha realizado mediante muestreo aleatorio (10 hombres + 10 mujeres, 10 niños y 10 niñas, como pirámide de población) de cada tipo de procedimiento realizado. IV) Resultados: En la tabla 1, se muestra como resumen la contribución de cada conjunto del TOP 20 para obtener el correspondiente valor de dosis colectiva.

ESPAÑA	Número total por año	Frecuencia anual por 1000 hab	Dosis efectiva media por modalidad (mSv)	Dosis efectiva colectiva anual por 1000 hab (mSv)
Radiología simple (TOP20, 1 - 7)	26.359.485	559,80	0,24	132,98
Todas las radiografías simples excepto dental	29.505.658	626,62	0,19	121,78
Radiografía/fluoroscopia (TOP20, 8 - 11)	435.805	9,26	5,71	52,85
Todas las radiografías/fluoroscopias	497.945	10,57	6,01	63,60
Angiografía cardíaca (TOP20, 12)	120.566	2,56	9,57	24,50
Todas las angiografías	199.517	4,24	10,05	42,60
Exámenes TC (TOP20, 13 - 19)	4.100.713	87,09	7,31	637,02
Todos los TC	4.762.126	101,13	6,38	645,23
PTCA (TOP20, 20)	83.388	1,77	19,59	34,69
Todas las radiologías intervencionistas	399.746	8,49	11,10	94,20
Todas las angios e intervencionistas	599.263	12,73	10,75	136,80
Suma de todas las imágenes basadas en RX excepto dental	35.364.992	751,05	1,29	967,41
Dental (excepto CBCT)	10.941.993	232,38	0,01	1,92
CBCT	4.265	0,09	0,15	0,01
Suma de todas las imágenes basadas en RX	46.311.250	983,52	0,99	969,35

Tabla 1- Resumen de la contribución de cada conjunto de procedimientos a la dosis poblacional.

Del análisis de la información anterior se concluye que el valor de dosis efectiva per caput debida a procedimientos de radiodiagnóstico médico en ESPAÑA se estima en  $0,97 \pm 0,35$  mSv una vez aplicados los correspondientes factores de corrección al TOP 20. Este valor es similar a los de otros países europeos y por debajo de 1 mSv, recomendado por la nueva Directiva 2013/59 Euratom, de 5 de diciembre de 2013. V) Conclusiones: El Proyecto DOPOES ha proporcionado información al Consejo de Seguridad Nuclear y al Ministerio de Sanidad, y por lo tanto a todos los profesionales implicados, permitiendo establecer prioridades y centrar recursos en la protección de los grupos de pacientes y de la población más expuestos y con mayor riesgo. Además, será una herramienta útil para facilitar la realización de nuevas encuestas (2016-2018) y proponer implementaciones a otros países, con especial interés en los países de América Latina.

18:15-18:45 horas - PONENCIA INVITADA

Moderador: Miguel Pombar Cameán. Jefe de Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela. A Coruña.

## REGISTRO DE DOSIS EN CT E INTERVENCIONISMO

**ALMANSA LÓPEZ, J.**

FACULTATIVO ESPECIALISTA DE ÁREA DE RADIOFÍSICA HOSPITALARIA. COMPLEJO HOSPITALARIO DE GRANADA. HOSPITAL VIRGEN DE LAS NIEVES. GRANADA

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



08:00-09:00 horas - CURSO REFRESCO

Secretario: Alfonso Calzado Cantera

### USO DE TÉCNICAS E-LEARNING PARA LA FORMACIÓN EN PR

**RUIZ MARTÍNEZ, F.J.**

*JEFE DE MÉTODOS Y MEDIOS DE FORMACIÓN. TECNATOM SA. MADRID*

09:00-09:45 horas - PONENCIA INVITADA

Preside: Eduardo Sollet Sañudo. *Jefe del Servicio de Protección Radiológica. IBERDROLA - Central Nuclear de Cofrentes. Valencia.*

Secretario: Raquel Barquero Sanz

### DOSIS NEUTRÓNICA

**DOMINGO, C.**

*UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA. BARCELONA*

09:45-10:30 horas - COMUNICACIONES - Detección y medida de las radiación

Preside: Eduardo Sollet Sañudo. *Jefe del Servicio de Protección Radiológica. IBERDROLA - Central Nuclear de Cofrentes. Valencia.*

Secretario: Raquel Barquero Sanz

### DMR-04 DEPENDENCIA ENERGÉTICA DEL DOSÍMETRO DE CENTELLEO EXRADIN W1 EN RAYOS X DE BAJA Y MEDIA ENERGÍA

**CARRASCO DE FEZ, P.; JORNET SALA, N.; JORDI OLLERO, O.; LIZONDO GISBERT, M.; LATORRE MUSOLL, A.; EUDALDO PUELL, T.; RIBAS MORALES, M.**

*HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU, SERVEI DE RADIOFÍSICA I RADIOPROTECCIÓ, BARCELONA, ESPAÑA*

Objetivos: Estudiar la dependencia energética de la respuesta del nuevo dosímetro de centelleo Exradin W1, bien estudiado en el rango del megavoltaje(1), para rayos X en el rango del kilovoltaje y discutir dos procedimientos alternativos de calibración: derivando un coeficiente de calibración por energía versus calibrando en una calidad de haz y aplicando factores de corrección (FC) para las demás. Material y método: Se ha evaluado la dependencia energética del Exradin W1 comparando su respuesta con la dosis absorbida medida por sistemas de dosimetría ionométricos para las calidades de haz de una unidad de terapia de rayos X de baja y media energía Therapax STX150 de acuerdo con el TRS398. Dado que los coeficientes de interacción son diferentes en el material del detector (poliestireno) y en agua, se puede definir un FC en función de la calidad del haz promediando los coeficientes máxicos de absorción de energía sobre todo el espectro para cada calidad de haz. Se han obtenido los espectros de las diferentes calidades de haz mediante el software de R. Nowotny y cols(2) a partir de las especificaciones del fabricante y se han obtenido los FC promediando los coeficientes máxicos de absorción de energía del NIST sobre estos espectros. Resultados: Sin tener en cuenta ninguna corrección hay una gran dependencia energética (~60%). Si se aplican los FC se obtiene independencia con la energía dentro de la incertidumbre experimental(k=2) excepto para la modalidad con menor capa hemirreductora. La incertidumbre tras la aplicación de los FC es un orden de magnitud superior a la de los factores de calibración por modalidad. Discusión: La dependencia con la energía observada se explica por la diferencia en los coeficientes máxicos de absorción de energía entre el material y el agua. Conclusión: Se recomienda una calibración independiente por modalidad en vez de la aplicación de FC dada la incertidumbre del segundo procedimiento. [1]P.Carrasco.CharacterizationOfTheExradinW1ScintillatorForUseInRadiotherapy.Med.Phys.42(1)2015pp.297-304. [2]R.Nowotny.XCOMP5,ProgramForCalculatingDiagnosticx-ray spectra, Roefo,Fortschr.Geb.Roentgenstr.Nuklearmed.142,1985,pp.685-689.

### DMR-17 SIMULACIÓN DE UN ESCÁNER PET COMERCIAL CON EL CÓDIGO DE MONTE CARLO GATE

**GINER SANZ, J. J. (1); GALLARDO BERMELL, S. (1); VERDÚ MARTÍN, G. (1); TORRIJO LÓPEZ, C. (2)**

*(1) UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA; (2) HOSPITAL LA SALUD*

En este trabajo se ha elaborado un modelo del escáner PET Biograph Siemens 2 con el código de Monte Carlo GATE basado en GEANT4. Se ha seguido la norma NU-2 del protocolo NEMA 2001 para validar los resultados de la simulación. Los parámetros utilizados para la validación de los modelos fueron: la resolución espacial, la tasa

de coincidencia de dispersión y la tasa de coincidencia aleatoria. Los test del protocolo NEMA se han simulado con el modelo de GATE. El resultado de las simulaciones se ha comparado con los valores proporcionados por el fabricante o bien con los obtenidos experimentalmente. Los resultados muestran que el código GATE puede ser una herramienta complementaria en la mejora del diseño de escáneres PET.

## **DMR-02 CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN DE DOSIS DE FOTONEUTRONES EN UN BUNKER DE TRATAMIENTO DE RADIOTERAPIA**

**JUSTE VIDAL, B. (1); MIRÓ HERRERO, R. (1); VERDÚ, G. (1); DíEZ, S. (2); CAMPAYO, J. M. (2)**

(1) ISIRYM; (2) - HOSPITAL CLÍNIC UNIVERSITARI DE VALENCIA

Photoneutron contamination inside a radiation therapy bunker of a medical linear accelerator is investigated in this work. The Linac studied is an Elekta Precise electron accelerator which maximum treatment photon energy is 15 MeV. This energy exceeds the photoneuclear reaction threshold (around 7 MeV for high atomic number metals). The Monte Carlo code MCNP6 has been used for quantifying the neutron contamination inside the treatment room for different gantry rotation configuration. The approach described in this paper is useful to prevent the overexposure of patients and medical staff. In previous works the Linac photon beam production (6 and 15 MeV) was studied in detail until the Monte Carlo simulation dose distributions agreed with measurements. In a second step, neutron production and activation inside Linac head was studied. Neutron spectrum and photoneutron Linac head component contribution were calculated by simulation using MCNP6 code. The most important component for photoneutron production is the target block with a contribution of about 25% of the total photoneutron production. Nevertheless, components with low photoneutron production are essential for neutron scattering and have to be included in the simulation when treatment room dose distributions are studied. In this work, we use those validated studies to investigate the neutron contamination distribution inside the treatment bunker, which is essential for radiation protection considerations. We conclude that photoneutrons produced can result in unwanted dose (around 1% of the planned dose) to not only the patient inside the Linac treatment room but also to oncology staff and the public outside the treatment room. Outside the bunker, the worst-case scenario would be if a staff member were standing near the door entrance when the gantry is 90 degrees rotated.

## **DMR-11 ESTUDIO PRELIMINAR DEL DIAMANTE COMO DETECTOR DE NEUTRONES EN EL ENTORNO HOSPITALARIO.**

**MANCHADO, F. (1); MARTEL, I. (2); ACOSTA, L. (3); SÁNCHEZ, J. (1); DUEÑAS, J. A. (2)**

(1) HOSPITAL JUAN RAMÓN JIMÉNEZ, HUELVA (ESPAÑA); (2) DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA, UNIVERSIDAD DE HUELVA (ESPAÑA), (3) INSTITUTO DE FÍSICA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO (MÉXICO)

Objetivo: En este trabajo se estudia el uso de sensores de diamante monocristalino como detector de neutrones en el entorno hospitalario, en las técnicas de radioterapia mediante aceleradores de partículas. Material y método: Se realizaron tres medidas: la primera de ellas empleando una fuente de  $^{252}\text{Cf}$ ; la segunda un acelerador de uso clínico en el hospital; la tercera un acelerador de iones en el centro nacional de aceleradores. El dispositivo experimental empleado para realizar las tres medidas consta de los siguientes elementos principales: detector de diamante monocristalino, preamplificador sensible a carga y shaper, digitalizador y PC portátil. Las tres medidas realizadas fueron simuladas con el código GEANT4-GAMOS. Resultados: Las simulaciones generadas muestran un acuerdo razonable con las medias. Discusión: En las tres medidas la contribución más importante a la respuesta del sensor se debe a la dispersión elástica de los neutrones rápidos en los núcleos de carbono del diamante. Las discrepancias entre los espectros experimentales y las simulaciones se están estudiando. En la medida realizada con el acelerador de electrones del hospital es necesario determinar que parte del espectro obtenido se debe a los fotones. Para ello es conveniente realizar una nueva medida con una cadena electrónica que nos permita realizar una medida del tiempo de vuelo y de este modo poder distinguir entre fotones, que se desplazan a la velocidad de la luz, de los neutrones, mucho más lentos. Conclusión: Tras un análisis preliminar de los datos obtenidos podemos concluir que los sensores de diamante monocristalino permiten detectar neutrones rápidos provenientes de distintas fuentes. El sistema muestra un comportamiento prometedor para su empleo en radioterapia con aceleradores de partículas. En un futuro próximo se mejorará el dispositivo experimental para la detección de neutrones a fin de poder diferenciarlos de los fotones, mediante técnicas de tiempo de vuelo.

## **DMR-13 GANTRY ANGLE INFLUENCE IN THE NEUTRON COMMISSIONING OF A LINAC**

**IRAZOLA, L. (1); TERRÓN, J. A. (2); BEDOGNI, R. (3); LORENZOLI, M. (4); SÁNCHEZ-NIETO, B. (5); SÁNCHEZ-DOBLADO, F. (1)**

(1) DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGIA MÉDICA Y BIOFÍSICA, UNIVERSIDAD DE SEVILLA, SPAIN; (2) SERVICIO DE RADIOFÍSICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN MACARENA, SEVILLA; (3) LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI, ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE (INFN), ITALY; (4) DEPARTAMENTO DI INGEGNERIA NUCLEAR, POLITECNICO DI MILANO, ITALY; (5) INSTITUTO DE FÍSICA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, SANTIAGO, CHILE

The implementation of a new active thermal neutron detector (TNRD) for organ neutron equivalent doses estimation in radiotherapy patients has been successfully performed. The present work aims to explain, the observed differences between model estimations and TNRD readings for patient measurements, due to gantry incidences comprised between  $210^\circ$  and  $165^\circ$ . For that, different gantry angles have been studied, following the neutron commissioning procedure of a linac by using TNRD detector. Differences ranging from 0.12% to 17.5% have been noticed for incidences comprised between  $90^\circ$  and  $180^\circ$ . Thus, an overestimation in neutron doses should be expected for posterior incidences. As a recommendation, performing this characterization at  $0^\circ$  and  $180^\circ$  gantry incidences in treatments with major posterior incidences, could be considered if more precise estimations are needed.



## DMR-29 CARACTERIZACIÓN COMPUTACIONAL DEL LABORATORIO DE PATRONES NEUTRÓNICOS DEL CIEMAT

CAMPO BLANCO, X. (1); MENDEZ VILLAFÁÑE, R. (1); EMBID SEGURA, M. (1); SANZ GOZALO, J. (2)

(1) CIEMAT; (2) UNED

El Laboratorio de Patrones Neutrónicos del CIEMAT es una nueva instalación de calibración de instrumentos de medida neutrónica que cuenta con dos fuentes neutrónicas calibradas y que constituye el laboratorio de referencia nacional en metrología neutrónica. Como parte de su puesta en marcha es imprescindible caracterizar el campo neutrónico en la instalación en términos del espectro y la componente dispersada. Para ello se han realizado simulaciones MC empleando el código MCNPX-2.7.e y medidas experimentales sobre la bancada de calibración con monitor neutrónico y con el sistema espectrométrico de esferas de Bonner. Estas medidas permiten validar el modelo de simulación del laboratorio.

11:00-11:45 horas - PONENCIA INVITADA

Presidente: Xavier Ortega Aramburu. *Profesor emérito. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.*

Secretario: Diego Eugenio Burgos Trujillo

### DOSIMETRÍA DE CRISTALINO

GINJAUME, M.

INSTITUTO DE TÉCNICAS ENERGÉTICAS. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA (UPC), BARCELONA

Abstract— Estudios recientes han evidenciado la aparición de cataratas a dosis mucho más bajas que lo que se suponía hace unos años. Por ello la Directiva europea propone la reducción del límite anual de dosis equivalente en cristalino para los trabajadores de 150 mSv a 20 mSv. La implementación del nuevo límite representa un reto importante para la protección radiológica y la vigilancia radiológica ocupacional. El mejor método para estimar la dosis en el cristalino consiste en utilizar un dosímetro, calibrado en unidades de dosis equivalente personal Hp(3), ubicado en una zona próxima al ojo. INTRODUCCION: La radiosensibilidad del cristalino es un fenómeno bien conocido desde hace muchos años [1,2]. La exposición del cristalino a la radiación puede producir pérdidas de visión debido a la formación de opacidades y cataratas. Sin embargo, estudios epidemiológicos recientes [3,4,5,6,7] han introducido nuevos resultados referente a la dosis umbral a partir de la cual pueden observarse dichos efectos. En base a estos estudios, ICRP en su publicación 118 [8], establece un umbral para la dosis absorbida para el cristalino de 0,5 Gy para exposiciones agudas o prolongadas y recomienda para la vigilancia ocupacional un límite de dosis para el cristalino de 20 mSv por año, promediado en periodos de 5 años, y sin superar 50 mSv en un año. El nuevo límite es una reducción sustancial respecto al límite actual de dosis equivalente en el cristalino de 150 mSv y se ha incluido en la directiva europea EURATOM 2013/59 [9]. Sin duda, esta modificación plantea nuevos retos para la protección radiológica de los trabajadores. En esta ponencia se llevará a cabo una revisión de las principales iniciativas en España y otros países de nuestro entorno para mejorar el conocimiento de los efectos de las radiaciones en el cristalino y de los procedimientos y sistemas de medida desarrollados para una mejor determinación de los niveles de exposición del cristalino. ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS: Worgul y col. [3] estudiaron la prevalencia de la opacidad del cristalino radioinducida en 8607 trabajadores que participaron en la descontaminación de Chernobyl durante unos 20 meses. Los controles visuales se realizaron por dos oftalmólogos independientes al cabo de 12-14 años de la exposición. En la evaluación se tuvieron en cuenta factores de influencia/confundentes. Los niveles de dosis de exposición fueron relativamente bajos: una mediana de 123 mGy, inferior a 0,1 Gy para 33% de los trabajadores que participaron en el estudio e inferior a 0,2 Gy para 77 % de los mismos. La dosis umbral determinada fue de 0,5 Gy con un factor de confianza de 0,17-0,65 Gy (95%). Chodick y col. [4] llevaron a cabo un seguimiento de 35705 técnicos radiólogos de Estados Unidos durante 20 años. Los niveles de dosis absorbida en cristalino se estimaron entre 0 y 60 mGy con una mediana de 28 mGy. Los resultados indicaban un incremento relativo del riesgo de cataratas, del orden del 15% por año aunque las conclusiones no eran estadísticamente significativas. Una limitación del estudio fue el hecho que el diagnóstico de cataratas no se efectuó de manera sistemática y que las estimaciones de dosis también eran bastante aproximadas. En 2008, el OIEA impulsó el proyecto RELID (Retrospective evaluation of lens injuries and dose) con el objetivo de estudiar la prevalencia de la opacidad del cristalino en cardiólogos intervencionistas (CI) y otro personal de apoyo (PA) y evaluar su correlación con la exposición ocupacional a las radiaciones ionizantes. El estudio ha comprendido tres fases: Sud-américa (116 CI y PA), Malasia (56 CI y 11 PA), Sud América (58 CI y 69 PA). La estimación de las dosis se ha efectuado retrospectivamente a partir de las respuestas a un cuestionario y teniendo en cuenta los equipos de protección utilizados. El estudio puso de manifiesto una mayor prevalencia de opacidades en los cardiólogos respecto al personal de enfermería y una mayor prevalencia en los trabajadores expuestos que en los controles [5,6,7]. Estos estudios coinciden en evidenciar una aparición de cataratas a dosis mucho más bajas que lo que se suponía hace unos años pero presentan limitaciones importantes y discrepancias en relación a los niveles de dosis umbral y a la estimación cuantitativa del exceso de riesgo por Sv. Para intentar dar respuesta a algunos de estos interrogantes a finales del 2014, se ha iniciado un proyecto europeo EURALOC que tiene como objetivo mejorar nuestros conocimientos sobre la relación entre la presencia de opacidades y los niveles de exposición en un conjunto de cardiólogos intervencionistas europeos, utilizando un protocolo común de medida de la dosis en cristalino y también de la evaluación de la afección ocular. PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA DE LA DOSIS EN CRISTALINO: A pesar de sus limitaciones metodológicas, los estudios referenciados, han demostrado que los cardiólogos y radiólogos intervencionistas, así como el personal de enfermería que participa en dichos procedimientos tienen un

mayor riesgo de desarrollar opacidades radioinducidas del cristalino, en particular, en los casos en los que no se utilizan de manera adecuada los sistemas de protección. Por ello, actualmente es el colectivo que está suscitando una mayor atención y para el cual se están llevando a cabo medidas dosimétricas que permitan estimar sus riesgos así como optimizar los procedimientos de trabajo. Prueba de dicho interés es el número importante de trabajos presentados en este congreso sobre esta temática. El mejor método para estimar la dosis en el cristalino consiste en utilizar un dosímetro, calibrado en unidades de dosis equivalente personal Hp(3) [10], ubicado en una zona próxima al ojo. Las especificaciones técnicas para dosímetros pasivos para la determinación de Hp(3) se definen en IEC 62387 [11]. Sin embargo, hasta hace muy poco tiempo no existían dosímetros específicamente diseñados y calibrados para la medida de Hp(3). Uno de los primeros prototipos con esta finalidad fue el dosímetro Eye-D [12] desarrollado por Radcard en el marco del proyecto ORAMED [13] pero en la actualidad ya existen diversas alternativas para dicha medida [14]. Una dificultad adicional para llevar a cabo este tipo de medidas es que, en general, el uso de un dosímetro adicional que deba situarse próximo al ojo no resulta práctico en muchos casos. Por ello, muchos estudios han tratado de encontrar una correlación entre Hp(3) y otros parámetros más simples de obtener como puede ser el producto Kerma-Área (KAP) [15,16] o bien Hp(10) o Hp(0.07) determinado con un dosímetro situado encima del delantal de plomo a nivel de tórax, tiroides u hombro [17,18,19]. De manera general, se observa algún nivel de correlación pero el factor de correlación varía según el procedimiento (posición relativa del tubo de rayos X y del trabajador), según la posición del dosímetro adicional y en función del uso de los sistemas de protección entre otros. Cuando no se dispone de información más precisa, se recomienda utilizar un dosímetro sobre el delantal plomado y otro debajo [20] y corregir la lectura del dosímetro situado en tiroides por un factor igual a 0.75 [17]. Otro aspecto importante a considerar es la valoración de la eficacia de los sistemas de protección. Diversos trabajos han analizado el factor de atenuación de diversos sistemas pero los resultados presentan diferencias en función del tipo de estudio: simulación Monte Carlo, medidas con maniquí o medidas en trabajadores [20]. Para facilitar el control dosimétrico del cristalino, el OIEA ha publicado un documento técnico en el que se recomiendan soluciones prácticas para identificar los trabajadores potencialmente expuestos y para llevar a cabo las medidas dosimétricas en función del campo de radiación [21].

**CONCLUSIONES:**  
La reducción del límite anual de dosis equivalente en cristalino para los trabajadores representa un reto importante para la protección radiológica y para la vigilancia operacional de los trabajadores. Se requieren nuevos estudios que complementen la información disponible sobre la relación entre la exposición del cristalino y la formación de cataratas. Así mismo es importante consensuar procedimientos adecuados para identificar los trabajadores en riesgo y para estimar la dosis en el cristalino de manera fiable y a la vez práctica. Finalmente cabe destacar el interés en promover actividades de formación para un uso adecuado de los sistemas de protección.

#### REFERENCIAS

- ICRP. Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 6. Published by Pergamon Press, 1964
- ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103 ICRP 37: (2-4), 2007.
- Worgul, B. V., Y. I. Kundiyeu, N. M. Sergiyenko, V. V. Chumak, P. M. Vitte, C. Medvedovsky, E. V. Bakhanova, et al. Cataracts among Chernobyl Clean-up Workers: Implications Regarding Permissible Eye Exposures. *Radiation Research* 167 (2): 233-43, 2007.
- Chodick, G., N. Bekiroglu, M. Hauptmann, B. H. Alexander, D. M. Freedman, M. M. Doody, Li C. Cheung, et al.. Risk of Cataract after Exposure to Low Doses of Ionizing Radiation: A 20-Year Prospective Cohort Study among US Radiologic Technologists. *American Journal of Epidemiology* 168 (6): 620-31, 2008.
- Vano, E., N. J. Kleiman, A. Duran, M. M. Rehani, D. Echeverri, and M. Cabrera. 2010. Radiation Cataract Risk in Interventional Cardiology Personnel. *Radiation Research* 174 (4): 490-95.
- Ciraj-Bjelac, O., M. M. Rehani, K. H. Sim, H. B. Liew, E. Vano, and N. J. Kleiman. 2010. "Risk for Radiation-Induced Cataract for Staff in Interventional Cardiology: Is There Reason for Concern?" *Catheterization and Cardiovascular Interventions: Official Journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions* 76 (6): 826.
- Vano, E., N. J. Kleiman, A. Duran, M. Romano-Miller, and M. M. Rehani. Radiation-Associated Lens Opacities in Catheterization Personnel: Results of a Survey and Direct Assessments. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*:24 (2): 197-204, 2013.
- ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. ICRP Publication 118. *Ann. ICRP* 41(1/2), 2012.
- European Commission 2013 Council Directive (Euratom 2013/59) laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation Official J. Eur. Commun.2014 L13
- ICRU. Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources. Report 39. Bethesda: ICRU Publications, 1985.
- International Electrotechnical Commission, Radiation Protection Instrumentation – Passive Integrating Dosimetry Systems for Environmental and Personal Monitoring of Photon and Beta Radiation, IEC 62387 (2012).
- Bilski P., Boryd J-M, Daires J, Denozière M, Fantuzzi E, Ferrari P, Gualdrini G, Kopec R, Mariotti F, Monteventi F, Wach S, The new EYE-D dosimeter for measurements of Hp(3) for medical staff. *Rad Meas* (2011); 46: 1239-1242.
- Vanhavere F., Carinou E., Gualdrini G., et al. European dosimetry group. ORAMED: Optimization of radiation protection of medical staff. Eurados report 2012-02. ISBN 978-3-943701-01-2. April 2012.
- l Clairand, M Ginjaume, F Vanhavere, E Carinou, M. Roig, J Daires, M Denoziere, E Honorio da Silva, S Principia, L Van Rychehem. First EURADOS intercomparison exercise of eye lens dosimeters for medical applications. International Conference on Individual Monitoring of Ionising Radiation, IM2015, Bruges, April 2015.
- Buls, N., Pagés, J., de Mey, J. and Osteaux M. Evaluation of Patient and Staff Doses during Various CT Fluoroscopy Guided Interventions. *Health Physics* 85 (2): 165-73, 2003.

- Antic, V., O. Ciraj-Bjelac, M. Rehani, S. Aleksandric, D. Arandjic, and M. Ostojic. 2013. Eye Lens Dosimetry in Interventional Cardiology: Results of Staff Dose Measurements and Link to Patient Dose Levels. *Radiation Protection Dosimetry* 154 (3): 276–84.
- Martin, C. J. 2009. A Review of Radiology Staff Doses and Dose Monitoring Requirements. *Radiation Protection Dosimetry* 136 (3): 140–57.
- Farah, J., L. Struelens, J. Dabin, C. Koukorava, L. Donadille, S. Jacob, M. Schnelzer, A. Auvinen, F. Vanhavere, and I. Clairand. 2013. A Correlation Study of Eye Lens Dose and Personal Dose Equivalent for Interventional Cardiologists. *Radiation Protection Dosimetry* 157 (4): 561–69.
- R. Sanchez, E Vano, J. M. Fernández, M Ginjaume, M.A. Duch, Measurements of eye lens doses in interventional cardiology using OSL and electronic dosimeters. *Radiat. Prot. Dosim.* (2014).
- Koukorava, C., J. Farah, L. Struelens, I. Clairand, L. Donadille, F. Vanhavere, and P. Dimitriou. Efficiency of Radiation Protection Equipment in Interventional Radiology: A Systematic Monte Carlo Study of Eye Lens and Whole Body Doses. *Journal of Radiological Protection* 34 (3): 509, 2014.
- ICRP. Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures. Publication 85 30: (2), 2000.
- International Atomic Energy Agency. Implications for occupational radiation protection of the new dose limit for the lens of the eye. International Atomic Energy Agency, Vienna , 2013.

11:45-13:00 horas - COMUNICACION elección y medida de las Radiaciones

Presidente: Xavier Ortega Aramburu. *Profesor emérito. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.*  
Secretario: Diego Eugenio Burgos Trujillo

### DMR-03 CARACTERIZACIÓN DE UN DOSÍMETRO PERSONAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DOSIS EQUIVALENTE EN CRISTALINO, HP(3)

**GINJAUME, M.; PRINCIPI, S.; ROIG, M.; ORTEGA, X.**

INSTITUTO DE TÉCNICAS ENERGÉTICAS- UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Introducción: La reducción del límite anual de dosis equivalente en cristalino para los trabajadores de 150 mSv a 20 mSv en la normativa española requerirá llevar a cabo medidas de la dosis en el cristalino en algunos colectivos de trabajadores expuestos a la radiación. En este trabajo se describe el dosímetro puesto a punto en el Instituto de Técnicas Energéticas de la Universitat Politècnica de Catalunya (INTE-UPC) para llevar a cabo la estimación de la dosis en cristalino. Material y métodos: El dosímetro consta de una bolsa de polietileno opaco de espesor másico equivalente a 5 mg-cm<sup>2</sup> que contiene dos detectores termoluminiscentes de LiF:Mg,Cu,P tipo TLD-2000C, con diámetro de 4.5 mm, espesor de 0.8 mm y una densidad de 2.65 g/cm<sup>3</sup>. Se han calibrado los dosímetros con un maniquí cilíndrico de acuerdo con las recomendaciones del proyecto europeo ORMAED para un ángulo de 0°, 30°, 45°, 60° y para las calidades de radiación: N60, N80, N100, N120, RQR, 5 RQR 6, RQR 7, RQR 8 y RQR 9. La validación del dosímetro se ha llevado a cabo comparando su respuesta energética y angular con la de los dosímetros desarrollados por Radcard y participando en una intercomparación organizada por EURADOS en 2014. Resultados: El sistema dosimétrico desarrollado responde positivamente a los requisitos técnicos internacionales establecidos en la norma IEC 63287. Así mismo los resultados de la intercomparación cumplen con los requisitos de la norma ISO 14146 en todos los puntos de medida. La respuesta del dosímetro está dentro de +/-15% y su coeficiente de variación es inferior a 3,6%.

### DMR-20 VALIDACIÓN PRELIMINAR DEL DOSÍMETRO VIRTUAL MC-GPU PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OCUPACIONAL EN CARDIOLOGÍA Y RADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

**PRINCIPI, S. (1); GINJAUME, M. (1); DUCH, M. A. (1); SÁNCHEZ, R. M. (2); VAÑÓ, E. (3); FERNÁNDEZ, J. M. (3); CHIROTTI, S. (1); BADAL, A. (4)**

(1) INSTITUT DE TÈCNiques ENERGÈTIQUES; (2) HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS; (3) HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS, INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID; (4) U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION

Introducción y objetivos: El personal sanitario que utiliza técnicas de imagen guiada por fluoroscopia constituye uno de los colectivos susceptibles de mayor riesgo de exposición del cristalino durante su práctica médica, pudiendo aproximarse e incluso superar el nuevo límite de dosis establecido en la Directiva 2013/59 EURATOM. Sin embargo, el control dosimétrico del cristalino presenta diversas dificultades prácticas. En este contexto, un grupo de investigadores de la FDA han desarrollado el programa por simulación Monte Carlo MC-GPU para la estimación de la dosis ocupacional en cardiología y radiología intervencionista. En este trabajo se presenta la verificación preliminar del programa. Metodología: Las medidas experimentales se realizaron en el Hospital Clínico San Carlos de Madrid en un arco quirúrgico Philips Allura FD-10/20. Un maniquí de PMMA simulaba el paciente y en la posición del radiólogo y del personal de enfermería se situó un maniquí ISO en forma de bloque. La dosis equivalente personal del radiólogo se midió utilizando dosímetros termoluminiscentes con detectores de LiF:Mg,Cu,P (TLD2000C). Para la simulación Monte Carlo se utilizaron los programas PENELOPE/PenEasy y MC-GPU. Entre las principales ventajas de MC-GPU debe señalarse que se basa en el uso de memorias GPU que permiten acelerar la simulación y que tiene incorporados geometrías voxelizadas para representar al paciente y el personal sanitario. Resultados: Se obtiene un excelente acuerdo entre los resultados obtenidos mediante los dos programas de Monte Carlo con diferencias máximas de 6%. Los tiempos de ejecución para el nuevo programa han sido de 18 min frente a 81 horas con PENELOPE. Las diferencias entre los valores de dosis equivalente calculados y medidos varían entre 3% y 27%. Este resultado se considera aceptable dentro de las tolerancias establecidas en dosimetría personal y consistentes con las simplificaciones utilizadas en la descripción geométrica en las simulaciones.

## DMR-05 DOSIMETRÍA DE CRISTALINO DE GESTISA Y SU APLICACIÓN A PERSONAL EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES EN EL ÁMBITO SANITARIO

SÁNCHEZ NORIEGA, K. (1); RUIZ MANZANO, P. (2); CORPAS RIVERA, L. (1); RIVAS BALLARÍN, M. A. (2); SANMARTÍN SÁNCHEZ, S. (1); CANELLAS ANOZ, M. (2)

(1) GESTISA; (2) H. C. U. LOZANO BIESA

En este trabajo se presenta el sistema de dosimetría de cristalino sin filtro diseñado por GESTISA. En este sistema, el valor del equivalente de dosis personal HP(3) se estima a partir de la lectura en términos de HP(0,07) de un dosímetro situado en la región central de la frente del usuario, de forma que se registra la dosis sin interferir en las tareas del trabajador. El Servicio de Protección Radiológica del usuario es el que debe determinar si se debe aplicar algún factor de corrección sobre la lectura del dosímetro con el fin de incluir la atenuación debida al uso de gafas plomadas. La validez de este método se comprobó indirectamente haciendo una verificación análoga en términos de HP(10) utilizando espectros de haz filtrado de distintas calidades habituales en radiología intervencionista. Se obtuvieron desviaciones respecto al valor convencionalmente verdadero inferiores al 20% para todas las calidades evaluadas, por lo que se concluye que la precisión de este método es del orden de la hallada habitualmente en intercomparaciones llevadas a cabo entre servicios de dosimetría personal. Asimismo la puesta en marcha del sistema se ha llevado a cabo estudiando las dosis en cristalino de diferentes profesionales del ámbito sanitario. Se concluye que los facultativos y DUE de Radiología Intervencionista y de Hemodinámica deberían usar gafas plomadas y sería recomendable que lleven dosímetro de cristalino. Los cirujanos vasculares no requerirían dosímetro de cristalino, aunque se recomienda que lleven gafas plomadas por cuestiones de optimización. Por último, no parece necesario que los TSID que operan los arcos de quirófano ni los DUE de Medicina Nuclear encargados de administrar los radiofármacos lleven protección para el cristalino.

## DMR-07 ESTIMACIÓN DE LA DOSIS EN CRISTALINO DEL PERSONAL SANITARIO UTILIZANDO UN DOSÍMETRO PERSONAL DE CUERPO ENTERO SITUADO SOBRE EL DELANTAL PLOMADO

PRINCIPI, S. (1); GINJAUME, M. (1); DUCH, M. A. (1); CASTEL, J. (1); DELGADO, C. (2); BELTRAN, M. (2); SÁNCHEZ, R. (3); VANO, E. (3); FERNÁNDEZ, J. M. (3); GARCÍA CASTAÑÓN, P. (4); ESPAÑA, M. (4)

(1) INSTITUTO DE TÉCNICAS ENERGÉTICAS, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO VALL D'HEBRON; (3) HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS; (4) HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA PRINCESA

Introducción La reducción del límite anual de dosis equivalente en el cristalino para los trabajadores de 150 mSv a 20 mSv representa un reto importante para la protección radiológica en algunos puestos de trabajo. El procedimiento más adecuado para tener una buena estimación de dicha dosis consiste en situar un dosímetro en las proximidades del ojo más expuesto. Sin embargo, dicho procedimiento requiere el uso de un dosímetro adicional y puede resultar molesto para la práctica clínica. El objetivo de este estudio consiste en comparar para distintos colectivos que utilizan equipos de fluoroscopia, la dosis equivalente en cristalino medida con un dosímetro situado en la sien izquierda o sobre el delantal plomado. Material y métodos Han participado en el estudio 17 facultativos y 5 diplomados en enfermería de 3 Hospitales. A cada participante se le suministró un dosímetro de cuerpo entero que colocaban en el exterior del delantal de plomo y un dosímetro de cristalino. Cuando utilizaban gafas plomadas disponían de un dosímetro de cristalino adicional que situaban en la zona interior de las mismas. Resultados Los resultados ponen de manifiesto que el cociente entre Hp (0,03) en el lateral izquierdo de la cabeza y Hp(0,07) medido fuera del delantal pueden presentar una gran variabilidad, entre 5 y 0,4. Sin embargo, para algunos colectivos, en particular para el personal de enfermería, se obtiene una buena correlación entre ambas magnitudes. La mediana del cociente para el conjunto de medidas realizadas (n=25) es igual a 1. El valor medio del cociente entre la lectura del dosímetro en la parte exterior e interior de las gafas plomadas ha sido de 3,5. Conclusiones A pesar de sus limitaciones, un dosímetro personal de cuerpo entero situado sobre el delantal plomado permite tener una adecuada estimación de la exposición a la radiación del cristalino.

## DMR-08 ESTIMACIÓN DE LA DOSIS EN EXTREMIDADES Y CRISTALINO EN CIRUGÍA DE MUÑECA

PATÍÑO CAMARGO, G. (1); ALAMAN SANCHEZ, C. (2); LUQUERO LLOPIS, N. (2); BALLESTER PALLARÉS, F. (1); VIJANDE ASENJO, J. (1); Díez DOMINGO, S. (2)

(1) UNIVERSIDAD DE VALENCIA; (2) HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO

En la actualidad, la vigilancia ocupacional del personal profesional expuesto a las radiaciones ionizantes se limita a la dosis de cuerpo entero. Para el caso de cirugía con radioscopia, se usa dosímetros de muñeca, los cuales son grandes y no muy prácticos. No obstante, se puede dar el caso en que la dosis de interés se encuentre en una localización diferente del tórax y de la muñeca. Tal es el caso del cristalino, por lo que esos dosímetros no medirían la dosis recibida en ese lugar en concreto. Este trabajo se realizó a petición del personal médico encargado de la cirugía de muñeca con fluoroscopia del Hospital Clínico Universitario de la Universidad de Valencia. Se usaron dosímetros OSL (nanoDots) para estimar la dosis en ambas manos (palma y dorso), piernas, y a la altura del cristalino, que recibe dicho personal sanitario. También se estimó la dosis que recibe el paciente en la muñeca. Se puso énfasis en el proceso de caracterización y calibración del sistema dosimétrico OSL y su aplicación en estípeto de intervenciones quirúrgicas. Los valores promedios que se estimaron por prueba fueron; en extremidades de 15 µGy, con un máximo de 30 µGy y en cristalino de 6 µGy, con un máximo de 13 µGy. En conclusión las medidas estimadas están muy por debajo del límite de dosis permitido y se puede decir incluso que está por debajo del nivel de referencia mensual.

## DMR-12 ESTUDIO RETROSPECTIVO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS A CRISTALINO EN PROCEDIMIENTOS INTERVENCIONISTAS

**PRIETO AZCÁRATE, E.; MORÁN VELASCO, V.; BARBÉS FERNÁNDEZ, B.; GARCÍA BOLAO, I.; CALABUIG NOGUÉS, J.; ARTAIZ URDAICÍ, M.; MARTÍ CLIMENT, J. M.**

CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA

En base a los últimos estudios epidemiológicos, que sugieren que el cristalino es más radiosensible de lo que se suponía previamente, la ICRP ha recomendado una reducción del límite de dosis equivalente en cristalino de 150 mSv/año a 20 mSv/año. El objetivo de este estudio es estimar la dosis en cristalino recibida por el personal que realiza procedimientos intervencionistas. **MÉTODOS:** Se ha revisado retrospectivamente la dosis recibida entre los años 2012 y 2014 por 12 trabajadores expuestos en tres salas de intervencionismo. El personal de estas salas utiliza un dosímetro TLD colocado por encima del protector plomado, en la zona del hombro. Para cada trabajador, se ha evaluado el número de procedimientos por mes y la dosis Hp(0,07) por mes en dicho dosímetro externo, como estimador de la dosis en cristalino. Se han eliminado los datos de los meses cuya lectura de dosis correspondió a fondo o a un valor atípico extremo. Se ha calculado la dosis anual recibida en cristalino a partir de los datos mensuales extrapolados. **RESULTADOS:** Nueve de los 12 trabajadores reciben una dosis equivalente en cristalino superior a 6 mSv (3/10 del valor de 20 mSv). Del personal médico, la máxima dosis corresponde al médico de angiografía (100.1 mSv por procedimiento y 81.3 mSv/año) y la mínima al médico de electrofisiología (4.2 mSv/año). Del grupo de enfermeras y auxiliares, las dosis más altas se registran en la sala de hemodinámica, donde las tres enfermeras reciben 10.0, 14.4 y 18.3 mSv/año, respectivamente. **CONCLUSIÓN:** El personal expuesto, tanto médicos como enfermeras y auxiliares, que realizan procedimientos de intervencionismo reciben dosis relativamente altas en cristalino. Si se considera el límite de dosis equivalente en cristalino de 20 mSv/año, estos trabajadores requieren dosimetría específica para el cristalino y deben ser clasificados como personal expuesto de categoría A.

## DMR-19 UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA OSL PARA MEDIDA DE DOSIS EN CRISTALINO

**KOREN FERNÁNDEZ, C.; ALEJO LUQUE, L.; PLAZA NÚÑEZ, R.; SERRADA HIERRO, A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PAZ

Resumen. En este trabajo se presenta la validación de un equipo dosimétrico de luminiscencia estimulada ópticamente (OSL), así como el procedimiento de lectura utilizado para estimar la dosis absorbida en el cristalino de los trabajadores expuestos en radiología y cardiología intervencionista, en términos de la dosis equivalente superficial, Hp(0,07), medida en las proximidades del ojo. Para ello se han calculado analíticamente las principales contribuciones a la incertidumbre de Hp(0,07), siendo la más relevante la fuerte dependencia energética de estos dosímetros en el rango de energías del radiodiagnóstico. Por último, se estima la dosis absorbida en el cristalino del cardiólogo intervencionista pediátrico de nuestro hospital durante un mes de trabajo. **Métodos.** Respecto a la validación del sistema, se estudia la estabilidad, reproducibilidad y linealidad del lector, así como el umbral de detección y la dependencia angular y energética de los OSLDs. A continuación, se calculan las principales contribuciones a la incertidumbre de Hp(0,07) y se estima la dosis absorbida por dos NanoDots colocados en el centro y sobre la patilla izquierda de las gafas plomadas del cardiólogo intervencionista pediátrico durante un mes de trabajo. **Resultados.** Los resultados muestran una buena reproducibilidad (CoV < 1.5%), linealidad (R2 > 0.99), una pérdida de señal por lectura del 0.5% y un umbral de detección de 16 uSv. La dependencia angular y energética alcanza valores entorno al 20 y al 60%, respectivamente. Los resultados de Hp(0,07) fueron, respectivamente 0.48 y 0.84 mSv con una incertidumbre del 20% (K=2) en ambos casos. **Conclusiones.** La dosimetría OSLD es un método adecuado para medidas de dosis en cristalino. Sin embargo, debido a la gran variabilidad de las calidades de haz de la radiación dispersa de los procedimientos intervencionistas, la dependencia energética de los NanoDots debe estudiarse con especial atención para asegurar que la dosis absorbida en el cristalino no está subestimada.

## EPL-03 DOSIMETRÍA PERSONAL DE LOS FACULTATIVOS DE CARDIOLOGÍA EN PROCEDIMIENTOS DE HEMODINÁMICA

**MATEOS SALVADOR, P.; RODRIGUEZ LOPEZ, B.; SINTES GARRIGA, M.; FONT GELABERT, J.**

HOSPITAL SON ESPASES

Se presentan los resultados de un estudio sobre la dosis equivalente profunda que reciben los facultativos de cardiología en 64 procedimientos de Hemodinámica. Durante 64 procedimientos se le colocó un dosímetro de lectura inmediata al facultativo con el fin de hacer una estimación de la dosis equivalente profunda, Hp(10) que recibieron en cada procedimiento. Se pretende evaluar si dicha dosis se encuentra dentro de los valores de referencia publicados en bibliografía internacional, así como, tomar una referencia para nuestro centro para futuros controles. Se observa que nuestras medidas muestran una gran concordancia con la bibliografía o incluso la mejoran en algunos casos, por lo que se deduce que los hemodinamistas de nuestro centro hacen buen uso de todas las recomendaciones de protección radiológica, así como la utilización de mamparas protectoras, buen uso del principio tiempo-distancia-blindaje, buena colocación, etc.

## **EPL-06 EVALUACIÓN DE LA DOSIMETRÍA OCUPACIONAL EN CRISTALINO DURANTE LOS PROCESOS PET**

**GUIU-SOUTO, J.; TABOADA-TORRES, I.; GIMÉNEZ-INSUA, M.; MARTÍN-RODRÍGUEZ, Z.; VÁZQUEZ-VÁZQUEZ, R.; SÁNCHEZ-GARCÍA, M.; MEDINA-JIMÉNEZ, E.; MOSQUERA-SUEIRO, J.; OTERO-MARTÍNEZ, C.; LUNA-VEGA, V.; LOBATO-BUSTO, R.; POMBAR-CAMEÁN, M.**

HOSPITAL CLÍNICO SANTIAGO DE COMPOSTELA

Introducción: La reducción de la exposición del personal ocupacional toma una especial dimensión en el ámbito de una instalación de Medicina Nuclear (MN) donde se emplean técnicas como la PET. El presente trabajo pretende atender a las recientes recomendaciones internacionales en lo referente a la dosimetría del cristalino, cuyo umbral para efectos deterministas se ha reducido de 150 mSv/a a 50 mSv/a. Materiales y Métodos: Para la cuantificación de la dosis recibida durante las fases de preparación e inyección de la FDG, se ha empleado un dosímetro personal de diodo de lectura directa (Thermo Scientific Mk2.3). Este dosímetro permite obtener una lectura de la dosis equivalente en profundidad (H10) y la dosis superficial (H07). La muestra de medidas constata 241 pares de datos que correlacionan, vía un test de hipótesis de Pearson, la actividad de los viales de FDG con la el incremento de exposición durante la preparación, así como, durante el proceso de inyección de la misma. Resultados: Se observa una fuerte correlación entre la actividad del vial de FDG y el incremento de dosis durante la preparación, mientras que durante la inyección, la exposición oscila entorno a un valor medio, dependiendo de la idiosincrasia de cada situación particular. El valor de la dosis en cristalino se obtiene a partir de la estimación de la H3, la cual ha de encontrarse en un intervalo acotado por la H07 y la H10, en nuestro caso [6,4 – 7,6] mSv/a. Conclusiones: La determinación de la correlación entre la actividad de los viales de FDG y la tasa exposición durante la preparación posibilita la optimización de la dosis durante esta fase. Así mismo, los valores estimados de H3 para cristalino son inferiores a los límites establecidos por las nuevas recomendaciones internacionales.

13:00-14:00 horas - COMUNICACIONES - Detección y medida de la radiación

Secretario: Borja Bravo

## **DMR-09 ESTUDIO DE DOSIMETRÍA PERSONAL EN EL DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL DEL HOSPITAL CLÍNICO VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**RAYA HIDALGO, P. (1); GÁLVEZ DELGADO, M. (1); NOVALES DURÁN, M. (2); VAQUERO ABELLÁN, M. (3)**

(1) SERVICIO PROTECCIÓN RADIOLÓGICA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA; (2) DEPARTAMENTO MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA; (3) DIRECCIÓN GENERAL PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Estudio de la dosimetría del personal expuesto debido a las diferencias entre las técnicas empleadas en pacientes humanos y en pacientes animales que dan lugar a diferentes formas de exposición y por tanto de dosis. Los resultados sugieren modificar la colocación de los dosímetros, los sistemas de asignación de dosis y la clasificación de los trabajadores. Se tiene en cuenta el puesto de trabajo, el tipo de dosímetro, la posición del dosímetro y los equipos empleados, a lo largo de un año. Los puestos de trabajo que ocupa en personal expuesto del Hospital Veterinario son: un director, cuatro cirujanos, ocho VIR (veterinario interno residente) y seis internos (veterinario en prácticas). Los tipos de dosímetros empleados son dos, de solapa (TLD) y de muñeca. Todos los trabajadores expuestos tienen la posibilidad de estar en la sala en la que se realicen las radiografías en el momento del disparo. El dosímetro de muñeca se cubre siempre con guantes plomados salvo en el caso de los cirujanos. El dosímetro desolapa se coloca en todos los casos bajo el delantal plomado. Los equipos de radiodiagnóstico que se emplean son en quirófano, arco quirúrgico y equipo portátil de RX; en diagnóstico convencional, equipo de RX fijo y portátil. Los parámetros de los equipos oscilan entre los valores de 50 kVp a 85 kVp y 1.5 mAs a 6 mAs, dependiendo del tipo de estudio. Para la dosimetría de solapa sólo en dos casos se superó el nivel de registro, establecidos por el CSN en junio y agosto. En la dosimetría de muñeca, superaron el nivel de registro tres de los cuatro cirujanos y los dos de los ayudantes internos de cirugía. En ningún caso se emplearon guantes plomados. Para todos los demás trabajadores en radiología convencional, los resultados obtenidos muestran dosis acumuladas inferiores a los niveles de registro.

## **DMR-18 SONDAS INTRAOPERATORIAS GAMMA: CONTROL DE CALIDAD E INFLUENCIA EN LA DETECCIÓN DEL GANGLIO CENTINELA**

**CASTANEDO ALVAREZ, M.; GUTIÉRREZ CAMUÑAS, S.; MONTES URUÉN, A.; RUIZ MARTÍN, J.; NÚÑEZ MARTÍN, L.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA

La técnica del ganglio centinela se ha convertido en una práctica necesaria para ayudar a determinar la extensión o estadio en cáncer de mama, melanoma y cáncer de cérvix principalmente, pudiendo llegar a evitar cirugías más extensas de la cadena ganglionar. Las sondas intraoperatorias gamma son básicas en la detección y localización del ganglio centinela. Conseguir una buena y rápida detección, supone una reducción del tiempo de cirugía y de morbilidad del paciente. El objetivo del presente trabajo es determinar el programa de verificación de las características funcionales de una sonda, de manera que permita establecer su estado de referencia inicial y los controles de calidad a realizar de forma sistemática para el aseguramiento de su correcto funcionamiento. Así como una ayuda al conocimiento del profesional acerca de la sonda, para su buen manejo.

## DMR-14 PRELIMINARY RESULTS OF A TLD SYSTEM IN THE EURADOS INTERCOMPARISON IC2014ENV

RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, R. (1); ROMERO GUTIERREZ, A. M<sup>o</sup> (1); BENAVENTE CUEVAS, J. F. (1); LÓPEZ MOYANO, J. L. (1); HRANITZKY, MAS, C. (2)

(1) CIEMA ; (2) SEIBERSDORF LABOR GMBH

In 2014, European Radiation Dosimetry group EURADOS WG3 "Environmental Dosimetry" and PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) organized the intercomparison IC2014env for passive H\*(10) area dosimeters. Intercomparison exercises have been made possible by the opening of a new working subgroup WG3-SG2 on passive dosimetry for Environmental Radiation Monitoring. The aim of the subgroup is to work on the harmonization of the use of passive systems for area and environmental dosimetry. In this sense, IC2014env is understood as a useful tool for information about the response of passive systems. The aim of this paper is to present preliminary results obtained by the TLD system of Environmental and Area Dosimetry Laboratory in CIEMAT. This laboratory has participated in this exercise with 16 dosimeters, which were exposed at three different conditions during three months: free-field exposure, cosmic radiation component and <sup>137</sup>Cs irradiation. We provide the preliminary results of our laboratory. A good response of the TLD system for free-field exposure and <sup>137</sup>Cs irradiation has been obtained. The differences found between TLD system results and references are discussed.

## DMR-40 PLANES PARA LA MEJORA Y CONTROL DE UN SISTEMA DE CALIDAD ISO 17025 EN UN SERVICIO DE DOSIMETRÍA ACREDITADO.

MARTÍN GARCÍA, R.; NAVARRO BRAVO, T.

CIEMAT

En el presente trabajo se realiza una descripción de los planes establecidos para la mejora y control del sistema de gestión de la calidad, basado en ISO 17025, implantado en el Servicio de Dosimetría de Radiaciones de CIEMAT (SDR). El SDR realiza ensayos para la determinación de dosis debidas a exposiciones externas e internas para los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes y miembros del público que lo soliciten. El SDR tiene implantado un sistema de Calidad, basado en la norma ISO/IEC 17025 que se encuentra acreditado por ENAC, en el área de la protección radiológica, para la medida de dosis de radiación (n<sup>o</sup> expediente 144/LE1 836). Los planes de seguimiento y control establecidos en el sistema de calidad del SDR cubren aspectos de gestión y otros relacionados con el control de los métodos de ensayo o de los sistemas de medida que se utilizan. Están enfocados a la evaluación de la eficacia del sistema de gestión, a la calidad de los resultados que se informan al cliente y al mantenimiento de la acreditación del Servicio. Se realiza una planificación inicial y un seguimiento continuado de los resultados obtenidos, que además se evalúan en la Revisión por la Dirección, herramienta fundamental de control del sistema de calidad. Se concluye que los planes establecidos son herramientas de utilidad para la evaluación de la eficacia del sistema y de la calidad de los resultados que se informan al cliente.

## PRA-03 IMPLANTACIÓN DE LA GESTIÓN DOSIMÉTRICA DEL PERSONAL EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES EN EL ÁMBITO HOSPITALARIO

GARCIA GRANADOS ALAYON, J.; OJEDA LOPEZ, A.

CHUMI

Abstract—Se ha desarrollado un sistema de gestión dosimétrica del personal expuesto a radiaciones ionizantes en el ámbito Hospitalario. Dicho sistema permite gestionar la dosimetría del Personal Profesional Expuesto de Categoría B, mediante a la dosimetría de área, OBJETIVOS El objeto de este proyecto fué establecer un procedimiento nuevo que permitiese: Realización de dosimetría de Área mediante dosímetros TLD suministrados por el CND. La asignación de dosis efectiva al personal de categoría B a partir de las dosis registradas por la dosimetría de Área. La Correcta clasificación del Personal Expuesto a Radiaciones Ionizantes. La disminución del gasto ocasionado por pérdida de los dosímetros considerados EPIs y la optimización de recursos. V. METODOLOGÍA DE LA IMPLANTACIÓN. -Actuar sobre las instalaciones, y sobre los trabajadores. En el caso de los trabajadores PPE B Tienen asignación dosimétrica mediante dosimetría de Área. Y para el caso de trabajadores PPE A mantendrán su historial dosimétrico en el CND. . VI. DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN IFORMÁTICA DE GESTIÓN DOSIMÉTRICA. Se creó una aplicación informática a medida con la Gestión Dosimétrica del SPR en entorno Windows en aplicativo Office y programa Excel usando lenguaje de programación VBA. Y dicha aplicación contempla.

## DMR-41 PROCEDIMIENTO PARA LA INTERCOMPARACIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA BASADO EN LA ISO 5725:1994

DEL MORAL, F. (1); RUIZ, F. (1); SALGADO, M. (2)

(1) UTPR, GALARIA EMPRESA PÚBLICA DE SERVICIOS SANITARIOS; (2) SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PR, HOSPITAL DO MEIXOIRO

OBJETIVOS: En este trabajo se presenta un procedimiento de intercomparación de equipos de medida, basado en la norma ISO 5725:1994, que puede utilizarse en la verificación de equipos de medida en el ámbito del radiodiagnóstico en aquellos casos en los que se dispone de una fuente radiactiva para realizar una prueba de estabilidad. MATERIAL Y MÉTODO: El procedimiento se realiza tomando una serie de medidas sucesivas para cada una de las distintas cámaras que se pretenden intercomparar disponiendo éstas en el haz de un equipo de rayos X, que además se dispara en las mismas condiciones. Cada una de las condiciones que se hayan elegido se denomina nivel. De esta forma, cada grupo de estas medidas (ciclo) se realiza en condiciones de repetibilidad.

Para simular las condiciones de reproducibilidad se repite todo el proceso. Siguiendo las recomendaciones de la ISO 5725 se han escogido tres medidas en cada ciclo y ocho ciclos para cada nivel. El número de niveles se establece en un mínimo de dos. RESULTADOS: Después de descartar la inconsistencia de las medidas procedentes de varios ciclos mediante los métodos gráficos basados en los estadísticos de Mandel y las pruebas numéricas de Cochran y Grubbs, es posible determinar si las diferencias entre las cámaras son estadísticamente significativas. Y en caso de serlo es posible calcular el sesgo o error sistemático entre ellas. Como resultado de la comparación entre estos sesgos y los establecidos en los criterios metroológicos para cada cámara, es posible establecer un criterio de sospecha de malfuncionamiento de las cámaras. CONCLUSIÓN: Se presenta un procedimiento de intercomparación de equipos de medida que puede ser el fundamento para un procedimiento de verificación de equipos de medida en el ámbito del radiodiagnóstico y en el que se utiliza un equipo de rayos X como fuente radiactiva.

---

15:30-16:15 horas - COMUNICACIONES - Detección y medida de la Radiación

Preside: Teresa Navarro Bravo. *Jefa de la División de Medio Ambiente Radiológico. Departamento de Medio Ambiente (CIEMAT). Madrid.*

Secretario: Borja Bravo

### **DMR-28 CALIBRACIÓN Y MEDIDA IN VIVO DE PU-239 EN PULMÓN. RESPUESTA RÁPIDA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA**

**NAVARRO AMARO, J. F.; PÉREZ LÓPEZ, B.; LÓPEZ PONTE, M. A.**

CIEMAT

En situaciones de emergencia en instalaciones nucleares, accidentes radiológicos relacionados con el transporte de armas nucleares, ataques terroristas, etc. se pueden dar casos graves de contaminación interna con compuestos de plutonio tanto en trabajadores expuestos como en individuos del público. En estos escenarios, es crucial una rápida determinación de la actividad incorporada así como de la dosis efectiva comprometida con el fin de identificar a los individuos que necesitarían tratamiento médico de decorporación para reducir la contaminación. Para mejorar la respuesta en este tipo de escenarios, el Laboratorio del Contador de Radiactividad Corporal del Servicio de Dosimetría Interna del CIEMAT dispone de un procedimiento para la calibración y medida in vivo de PU-239 en pulmón por espectrometría gamma con detectores de germanio de alta resolución espectral y especialmente eficientes en bajas energías. La calibración en eficiencias varía en gran medida con el espesor torácico asociado al individuo debido a la fuerte atenuación de los fotones de PU-239 (17.2 y 20.3 KeV). Se ha realizado un estudio de sensibilidad del sistema teniendo en cuenta la diferente anatomía de los individuos medidos y los tiempos de medida necesarios para determinar si es necesario aplicar un tratamiento médico urgente de decorporación en función de la estimación de la dosis efectiva comprometida.

### **EEM-09 PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA DE ACTIVIDAD DE ACTINIDOS EN MUESTRAS DE ORINA PARA ESCENARIOS DE EMERGENCIA Y SU COMPARACIÓN CON LOS MÉTODOS DE RUTINA. VALIDACIÓN EN EJERCICIOS DE INTERCOMPARACIÓN.**

**SIERRA, I.; HERNÁNDEZ, C.**

CIEMAT

Cuando se produce un incidente radiológico o nuclear caracterizado por la presencia de dosis altas y elevado número de personas afectadas, se requiere dar una respuesta rápida y eficiente que permita conocer, en primera instancia, el alcance en la población afectada por una posible contaminación interna y, en determinadas circunstancias, incluso la identificación de los radionucleidos involucrados. Una correcta toma de decisiones se basa en una rápida identificación y cuantificación de métodos de medida in vivo e in vitro. El principal problema con el que se encuentran los servicios de Dosimetría Interna es que las medidas de monitorización en rutina mediante el empleo de técnicas in vitro para la cuantificación de actínidos y  $^{90}\text{Sr}$  en muestras biológicas necesitan recurrir a procedimientos de separación radioquímica y largos tiempos de contaje, para alcanzar valores de Actividad Mínima Detectable muy bajos, transcurriendo al menos 2 semanas desde el inicio del proceso para la obtención de resultados; escenario poco deseable en una situación de emergencia. En este trabajo se presenta un procedimiento radioquímico de separación aplicado a muestras de orina, que permite la cuantificación tanto secuencial como independiente de  $^{90}\text{Sr}$ , los isótopos de Pu y Am. Se basa en una mínima preparación de muestra, omitiendo la fase de co-precipitación, y utilizando resinas empaquetadas y bombas de vacío en el proceso de separación propiamente dicho. Para finalizar, se electrodepositan los isótopos de Pu y Am siguiendo el procedimiento y geometría rutinarios del laboratorio, y se realiza la medida mediante espectrometría alfa. Paralelamente, la fracción de  $^{90}\text{Sr}$  aislada se mide mediante Espectrometría de Centelleo en Fase Líquida. El procedimiento ha sido validado tras la participación en el Ejercicio de Intercomparación EURADOS para bioensayos en situación de emergencia, presentándose los resultados junto con las características, tipo de muestras, capacidad de análisis, AMD, tiempos de contaje, etc.



## **DMR-42 PROCESO DE ACREDITACIÓN DEL SERVICIO DE DOSIMETRÍA PERSONAL INTERNA DE TECNATOM POR LA NORMA UNE-EN ISO/IEC 17025:2005**

**GARCÍA ELENA, E.; BRAVO PEREZ-TINAO, B.; MARCHENA GONZALEZ, P.**

TECNATOM S.A.

El Servicio de Dosimetría Personal Interna (SDPI) de Tecnatom se ha acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) según la Norma ISO/IEC 17025:2005 sobre "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración". La implantación de dicha norma ha supuesto un proceso de adaptación de su metodología de trabajo a los requisitos técnicos y de gestión que exige la Norma. En referencia a los requisitos técnicos, el laboratorio ha adaptado sus métodos de ensayo a las normas ISO referentes a Dosimetría Interna: ISO 27048:2011, ISO 28218:2010 e ISO 20553:2006. En este trabajo se describen los trabajos y las acciones llevadas a cabo por el laboratorio, para adaptarse a la normativa ISO mencionada, hasta acreditarse en abril de 2014.

## **DMR-25 AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE DOSIS EN UN LABORATORIO DE DOSIMETRÍA AMBIENTAL**

**BENAVENTE CUEVAS, J. F.; RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, R.; LÓPEZ MOYANO, J. L.; ROMERO GUTIÉRREZ, A. M.**

CIEMAT

La determinación de la magnitud dosis equivalente ambiental  $H^*(10)$  mediante dosímetros termoluminiscentes, es un proceso que implica varias etapas de lectura, calibración y preparación de dosímetros (ciclos de calentamiento, calibración de lectores, tratamientos térmicos) de acuerdo con los procedimientos de trabajo del laboratorio. La implantación de un sistema de calidad basado en la norma ISO 17025, en un laboratorio de dosimetría ambiental, supone la continua revisión y mejora de los procesos. La evaluación de la dosis equivalente ambiental  $H^*(10)$  es uno de los procesos más importantes del laboratorio. La automatización de dicho proceso, utilizando distintas herramientas de software, constituye la base de este trabajo.

---

16:15-17:00 horas - PONENCIA INVITADA

Presidente: María Luisa España. *Hospital La Princesa. Madrid*

## **NUEVAS TENDENCIAS SOBRE PR EN APLICACIONES MÉDICAS**

**VAÑÓ, E.**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID MADRID

---

17:30-18:15 horas – CONFERENCIA

Presidente: Rosario Velasco García. *Vicepresidenta. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Madrid.*

## **UN DESAFÍO RECURRENTE: LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE CIGOTOS, EMBRIONES, FETOS, BEBÉS, NIÑOS Y ADOLESCENTES**

**GONZÁLEZ, A.**

# PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



08:00-09:00 horas - CURSO REFRESCO

Secretario: Julio Almansa López

## USO DE LA MATRIZ DE RIESGO EN APLICACIONES MÉDICAS

**PRIETO MARTÍN, C.**

FACULTATIVO ESPECIALISTA DE ÁREA, MIEMBRO DEL GRUPO COORDINADOR DEL PROYECTO MARR HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS MADRID

09:00-09:45 horas - MESA REDONDA

Preside: Sánchez, F. *Tecnatom*

## CULTURA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

**CRUZ SUÁREZ, R.**

ESPECIALISTA EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA VIENA, AUSTRIA FERNANDO GONZÁLEZ. TECNATOM MADRID

09:45-10:30 horas - COMUNICACIONES - Exposición planificada

Preside: Raúl Muñoz Gómez. *Secretario de la Comisión de Protección Radiológica y Residuos Radiactivos (PRR). UNESA. Madrid*

Secretario: Patricia Vega Cosío

## EPL-01 DESCONTAMINACIÓN QUÍMICA DEL SISTEMA PRIMARIO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

**GARCIA MARTINEZ, A.; SANCHEZ ZAPATA, J. DE D.**

CENTRAL NUCLEAR COFRENTES

En las centrales nucleares, las principales fuentes de exposición son los productos de activación asociados a los materiales estructurales que han estado en contacto con el refrigerante del núcleo. Con el fin de desarrollar medidas adecuadas de reducción del término fuente, es importante conocer sus características: distribución isotópica cualitativa y cuantitativa, ubicación en los distintos componentes de la planta, los niveles de radiación en área y en contacto que provocan dichos componentes, entre otros aspectos. Así pues, la reducción del término fuente es un elemento clave para disminuir la exposición de los trabajadores. Este proyecto forma parte del Plan Director de Reducción de Dosis, documento que desarrolla el programa ALARA de la central nuclear de Cofrentes para poder cumplir con los objetivos estratégicos de dosis individual y colectiva marcados. El desarrollo del Plan Director fue uno de los requisitos asociados a la Autorización de Explotación de 2011 y los compromisos adquiridos en dicho Plan son inspeccionados periódicamente por el Consejo de Seguridad Nuclear. Este proyecto tiene prevista su ejecución en la próxima recarga de combustible de la central nuclear de Cofrentes, y el alcance de los sistemas a descontaminar incluye tanto el sistema de purificación y limpieza del agua del reactor, así como el sistema de recirculación.

## EPL-02 DOSIMETRÍA DEL PERSONAL Y LOS PACIENTES EN UNA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

**MORENO-TORRES, M. (1); FERNÁNDEZ, R. (1); CONTRERAS, M. A. (1); BURGOS, D. (1); NÚÑEZ, M. I. (2); GUIRADO, D. (1); PEÑAS, L. (1)**

(1) H. U. SAN CECILIO, GRANADA; (2) DPTO. RADIOLOGÍA Y MEDICINA FÍSICA, UNIVERSIDAD DE GRANADA

**INTRODUCCIÓN:** Los pacientes que son monitorizados en una unidad de cuidados intensivos (UCI) requieren una atención constante del personal de la unidad. En nuestro hospital los trabajadores de la UCI abandonan sus puestos durante los exámenes radiográficos a los pacientes para evitar la radiación dispersa, interrumpiendo su labor de vigilancia; esta práctica podría ser común en muchos centros. En este trabajo realizamos un estudio conjunto de dosis al paciente y al personal en la sala de UCI para determinar el riesgo asociado a la permanencia de estos trabajadores en la sala. **MATERIAL Y MÉTODOS:** Se registran medidas del producto kerma área (KAP) para cada examen radiográfico en una de las salas de la UCI de nuestro hospital durante dos meses. Para ello usamos una cámara de transmisión Gammex 841S instalada en el equipo de rayos portátiles Radiología Transportix de la UCI. Esta cámara fue calibrada por comparación con una cámara de referencia PTW TW23344-0925. Para estimar la dosis a los trabajadores y a los pacientes no explorados se realiza dosimetría de área mediante TLD. Estos TLD son gestionados por el CND. Se mantuvieron durante un mes 3 TLD en puntos estratégicos de la habitación: dinteles de dos puertas y techo; un cuarto dosímetro se colocó en cada exploración en la cama adyacente al paciente explorado.

do. RESULTADOS: Las medidas de KAP para exploraciones de tórax, (media=94, SD=17) mGy·cm<sup>2</sup>, indican que el uso y los procedimientos radiográficos de la unidad son correctos de acuerdo con las referencias internacionales. Por otro lado, la lectura de los cuatro TLD resultó en una dosis efectiva de 0.0mSv, que junto con las incertidumbres que maneja el CND, 0.01mSv, se traduce en un valor no superior al fondo local. Consideramos por tanto que el riesgo asociado a la permanencia en la UCI durante las radiografías es despreciable.

### EPL-08 STANDARD DIN-6847 PART II TO SOLVE A PROBLEM OF SHIELDING IN A LINAC WITH ELECTRON BEAM ENERGIES HIGHER THAN PHOTON BEAM ENERGIES

**JOVER PÉREZ, C. I.; BAGUENA ORTEGA, A.; MILLÁN ARMENGOL, A. P.; MARTÍNEZ GRACIA, Á.**

CONTECSAN S.L.

En nuestro trabajo describimos un caso inexplorado - desde nuestra propia experiencia - en el cual un blindaje diseñado para un antiguo acelerador lineal con energía de fotones de 15 MV ofrece una importante radiación de fuga cuando se emplean electrones de 22 MeV. Presentamos los resultados de nuestro estudio acerca de este caso. El cálculo, basado en el formalismo de la norma DIN-6847 Parte II, indica que la radiación de frenado, producida por los electrones al interactuar con el blindaje de hormigón, y los fotones de contaminación del haz primario, son la principal contribución al alto valor de tasa de dosis equivalente medida.

### EPL-09 EL BANCO DOSIMÉTRICO NACIONAL COMO HERRAMIENTA AL SERVICIO DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

**TORMO DE LAS HERAS, M<sup>º</sup>L.; BARBERO FERNÁNDEZ, C.; AMOR CALVO, I.**

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

El mantenimiento a largo plazo de los historiales dosimétricos de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes es, además de un requisito reglamentario\*, una estrategia para lograr otros muchos objetivos enmarcados en el ámbito de la protección radiológica (PR), tales como el suministro de datos para estudios epidemiológicos, identificación de sectores ocupacionales susceptibles de ser sometidos a programas de optimización de dosis, etc. El CSN, consciente de esta realidad, creó en 1985 el Banco Dosimétrico Nacional (BDN), garantizando la redundancia y centralización de los datos dosimétricos mantenidos por los titulares de las prácticas reguladas en el ámbito de sus competencias. El BDN supone una herramienta altamente valiosa desde el punto de vista regulador, pero a la vez, se encuentra al servicio tanto de los trabajadores cuyos datos alberga, como de los responsables de su protección. A tal fin, ha de existir un compromiso de todos los agentes involucrados (usuarios, responsables de PR, servicios de dosimetría y el propio CSN) encaminado a garantizar que los datos contenidos en el BDN sean veraces, así como un fiel reflejo de la realidad de la exposición en las instalaciones. (\* Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes (RPSRI).

### DMR-23 ACTUALIZACIÓN DE LA GUÍA PARA LA VIGILANCIA DE CONTAMINACIÓN ALFA EN CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

**DE MIGUEL MARTÍNEZ, I.; GÓMEZ-ARGÜELLO, B.**

TECNATOM

La evaluación de la magnitud y potencial impacto en las dosis en los trabajadores debido a emisores alfa es esencial para la vigilancia y control de estos. Así se pone manifiesto en la última revisión de la guía EPRI, 2013. Esta última revisión en la que se incluyen áreas de mejora implementada tras la experiencia alcanzada en la aplicación de estas recomendaciones en instalaciones tanto nacionales como internacionales, ha permitido a Tecnatom, como Centro de Referencia para el sector nuclear español en el área de Protección Radiológica, los siguientes hitos: actualizar la Guía para la Vigilancia de la Contaminación Alfa (Tecnatom, 2009); desarrollar un procedimiento genérico sobre la vigilancia de la contaminación alfa en CC.NN. españolas; y realizar un estudio de mercado de los equipos disponibles para la vigilancia de la contaminación alfa también en CC.NN. españolas.

11:00-11:45 horas - PONENCIA INVITADA

Preside: Pedro Carboneras

Secretario: Mariló Rueda Guerrero

### EL PRINCIPIO DE JUSTIFICACIÓN COMO HUMANIZACIÓN DEL SENTIDO COMÚN. UN ACERCAMIENTO A LA ÉTICA DE LAS INDICACIONES MÉDICAS CON RADIACIONES IONIZANTES

**ARRANZ, L.; DE ALBORNOZ, C.**

SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL, MADRID

La mayoría de las decisiones capitales que debe tomar un médico ante el estudio de la enfermedad de un paciente dependerá de los hallazgos obtenidos a partir de la imagen diagnóstica producida con radiaciones ionizantes. Por otra parte, más del 60 % de los pacientes afectados de cáncer pueden ser sometidos a tratamientos con radiaciones ionizantes, en algún momento de su evolución, de los que se espera la posibilidad de curación en más del 50 %. No obstante, esa misma radiación es intrínsecamente tóxica y tiene la potencialidad de engendrar el mismo tipo de enfermedades que pretende curar y de alterar nuestros genes. De ahí la gran importancia del principio de la justificación del Sistema de Protección Radiológica, propuesto por la ICRP con el objetivo de prevenir efectos indeseados. Por ello resulta que la aplicación de dicho principio es básica para valorar la reducción de dosis a

los pacientes, tanto a nivel individual como colectivo (en la dosis per cápita). El detrimento a considerar en la justificación de un procedimiento no se debe limitar al asociado con la radiación, sino que debe incluir otros detrimentos y sus costes. Los procedimientos médicos con radiaciones ionizantes deben proporcionar un beneficio neto positivo, considerando su eficacia y su eficiencia, así como valorar los beneficios y los riesgos de otras técnicas alternativas que no requieran exposición a dichas radiaciones. El primer problema que se le plantea al médico prescriptor para seleccionar una correcta estrategia diagnóstica es la gran cantidad de exploraciones disponibles que, indudablemente, le resulta difícil dominar. En el caso de pruebas de imagen con radiaciones ionizantes existen más de 800 (con RX hay 554 de acuerdo con el catálogo 2008 de procedimientos de la SERAM). La elección de una correcta estrategia diagnóstica debe estar basada, en un aforismo de enorme tradición en medicina: *primum non nocere*. La interpretación inicial, obviamente, consiste en que el procedimiento elegido, cuando se aplica al paciente, no debe producirle un mayor perjuicio a su salud. Por ello la toma de decisiones del médico prescriptor debe estar consultada y consensuada en primer lugar con el médico especialista responsable de la prueba de diagnóstico o tratamiento y, en segundo, con el propio paciente. Lamentablemente muchas de las exploraciones solicitadas por los médicos prescriptores no están justificadas. De acuerdo con la SERAM, hasta un 30 % de las pruebas solicitadas no aportan información relevante y muchas podrían haberse evitado y por lo tanto han expuesto innecesariamente a los pacientes a la radiación. Las asociaciones nacionales e internacionales de médicos especialistas de diagnóstico por imagen están haciendo un esfuerzo para dar unas directrices de indicación de estas pruebas complementarias al médico prescriptor ya que su resultado –positivo o negativo– debe contribuir o a modificar la conducta diagnóstica-terapéutica del médico o a confirmar su diagnóstico. Las causas más comunes de las solicitudes de pruebas innecesarias son: Repetir pruebas que ya se habían realizado, solicitar pruebas que seguramente no alterarán la atención del paciente, solicitar pruebas con una frecuencia innecesaria, solicitar pruebas inadecuadas, no cumplimentar correctamente las peticiones de pruebas no dando la información clínica necesaria al médico especialista o no planteando las cuestiones que las pruebas de diagnóstico por imagen deben resolver, solicitar pruebas complementarias en exceso. Existe, por lo tanto, una responsabilidad ética tanto por parte del médico prescriptor como por parte del médico especialista que realiza la exploración o el tratamiento, así como de todo el personal sanitario y técnico involucrado en el proceso del procedimiento. Por ello, éstos deberán poseer una formación adecuada, no solo acreditada inicialmente, sino basada en programas de formación continuada en diversas áreas, entre las cuales debe estar la protección radiológica. Es necesario que los médicos puedan fundamentar sus tomas de decisión contando con su experiencia y el mejor conocimiento científico posible y, sobre todo, contando con el paciente, respetándole, escuchándole y procurar su bien. En la medida en que se incrementa el conocimiento científico, más se valora su contenido ético y humanista. Las dos van unidas. Para tomar una decisión –lo más correctamente posible– para definir la estrategia de un procedimiento, se debe tener en cuenta los principios de la ética médica -o bioética- que se pueden resumir en tres: La beneficencia, la autonomía y la justicia. Según el principio de la beneficencia (preservar la vida, aliviar el sufrimiento y no hacer daño), los beneficios para el paciente derivados de la realización de un procedimiento con radiaciones ionizantes deben ser superiores a sus riesgos. Es decir, debe haber una proporción razonable entre los probables riesgos y los beneficios para la salud del paciente. El principio de autonomía, que incluye los principios hipocráticos de decir la verdad al paciente y respetar su autonomía, indica la necesidad de informar adecuadamente al paciente y respetar su decisión en cuanto a la realización del procedimiento. En el principio de justicia, se configura el binomio –eficiencia/equidad– que, a nivel de la relación médico-paciente, significa que intentar la eficiencia en un paciente concreto, puede comprometer el acceso de otros pacientes a la misma tecnología. Un aspecto ético fundamental en el acceso a las tecnologías médicas efectivas es asegurar su disponibilidad para todos los ciudadanos sin ningún tipo de discriminación. Como dijo el Prof. Jordi Craven-Bartle, –Ninguna mejora tecnológica, por alta que sea, tiene sentido si no es en el marco de los valores y virtudes que la ética médica contiene y nuestros maestros, con la escasa tecnología de que disponían, nos enseñaron–.

---

11:45-13:00 horas - COMUNICACIONES - Formación y aspectos sociales

Preside: Pedro Carboneras  
Secretario: Marilo Rueda Guerrero

## FAS-05 DESAYUNO CON FOTONES: UN BLOG DE FÍSICA MÉDICA PARA TODOS LOS PÚBLICOS

PEREDA BARROETA, N. (1); SANCHEZ MERINO, G. (2); VILCHES PACHECO, M. (3)

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO BASURTO; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA; (3) CENTRO MÉDICO DE ASTURIAS IMOMA

El blog “Desayuno con Fotones” nació como un proyecto colaborativo con el objetivo de comunicar y compartir contenidos y experiencias referentes al área de la física médica que resulten útiles tanto para profesionales como para el público en general. Tras un año de andadura lleva publicados casi 150 artículos y acumulado unas 150.000 visitas. Además, la red de colaboradores, de seguidores habituales del blog y de las personas que interactúan bien directamente a través del blog o de las redes sociales (Facebook, Twitter, Google+) no deja de crecer. En octubre de 2014 recibió el premio del CPAN de divulgación como ganador en la categoría de blogs y páginas web. Como herramienta colaborativa de generación, intercambio y transmisión de conocimiento, “Desayunoon fotones” está demostrando ser una plataforma exitosa en el ámbito de la física médica. Las tecnologías de la información y comunicaciones nos han permitido que el contenido fluya entre los radiofísicos y llegue a la sociedad y el blog constituye hoy un espacio para descubrir el potencial que tiene la física médica en el panorama científico y de servicio a la sociedad.

## FAS-09 MÁSTER SEMIPRESENCIALES EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN INSTALACIONES RADIATIVAS Y NUCLEARES

VERDU MARTÍN, G. J. (1); CAMPAYO ESTEBAN, J. M. (2); MAYO NOGUERIA, P. (3)

(1) DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y NUCLEAR, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA; (2) GD ENERGY SERVICES, S.A.U.; (3) TITANIA SERVICIOS TECNOLÓGICOS, S.L

En el presente trabajo se presentan diversos títulos semipresenciales en materia de Protección Radiológica, dirigidos a titulados interesados en adquirir conocimientos detallados y avanzados en el campo de la protección radiológica en instalaciones radiactivas e instalaciones nucleares. Los beneficios derivados de este trabajo son los referidos a conseguir una formación de calidad flexible y adaptada para que el seguimiento lo vaya marcando la persona que realiza el curso. Entre los títulos que se presentan destaca la cuarta edición del título de "Máster en Protección Radiológica en Instalaciones Radiactivas y Nucleares". Se exponen así mismo los resultados obtenidos durante las anteriores ediciones de los títulos mencionados. Los títulos presentados están dirigidos por la Universidad Politécnica de Valencia en colaboración con Titania, para su coordinación y desarrollo. Se cuenta además con personal perteneciente a las siguientes entidades de renombre en el ámbito de la Protección Radiológica: Consejo de Seguridad Nuclear, Iberdrola, Central Nuclear de Cofrentes, Enresa, GD Energy Services, Tecnatom, Hospital Clínico Universitario, Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Centro Nacional de Dosimetría, Centro de Investigación Príncipe Felipe, Sección de Seguridad Radiológica de la Conselleria de Governació, Protección Civil de la Delegación de Gobierno en la Comunidad Valenciana, Oncovisión, etc. La experiencia obtenida en la impartición de las ediciones anteriores de los títulos que impartimos y que exponemos en el presente trabajo demuestra el buen acogimiento de los mismos dentro del ámbito al que se dirigen.

## FAS-11 NETWORK PROPERTIES OF THE AUTHORSHIP RELATIONS IN THE LAST TEN YEARS OF ACTIVITY OF THE SPANISH JOURNAL OF MEDICAL PHYSICS

SANCHEZ MERINO, G.; CORTES RODICIO, J.; LOPE LOPE, R.; RUIZ POMAR, J.; MARTIN GOMEZ, T.; GARCIA FIDALGO, M.A.

HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA

Purpose: In the present work we analyze the properties of the network of authorship relations exhibited in the papers published during the last ten years (2004 to 2014) in the Spanish Journal of Medical Physics. Material and Methods: We have explored the authorship' co-occurrence matrices using igraph package and the specific software for social network analysis Gephi. Some metrics characterizing global properties of the network has been investigated. Results: An accurate graphical representation of the network of relations has been generated that shows the different associations established by authors during the considered period. The network contains 309 nodes and 1098 edges that represent the relations between them. Three global properties of the network have been studied: the modularity, the clustering coefficient and the degree of centralization. We have found a high level of modularity ( $>0.8$ ) and clustering coefficient ( $>0.7$ ) but a low degree of centralization ( $<0.1$ ). Conclusions: The network of authorship relations exhibit a strong community structure with highly interconnected nodes but high degree of disconnection between communities.

## FAS-04 CURSO DE EXPERTO EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. ESQUEMA EUROPEO DE FORMACIÓN DEL EPR

FALCÓN CABRERA, S.; FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, F. J.; LLORENTE HERRANZ, C.; MARCO ARBOLÍ, M.

CIEMAT

La figura de Experto en Protección Radiológica (EPR) en España está definida en la instrucción técnica IS-03 del CSN. En este documento se establecen los requisitos para poder obtener la cualificación y ser reconocido como EPR. Desde los años ochenta, CIEMAT es el Organismo que ha venido organizando tradicionalmente este curso de capacitación como parte de sus principales actividades de educación y formación. Además CIEMAT, en la actualidad, se encuentra inmerso en los resultados de los proyectos europeos de ENETRAP (Del 6PM y 7PM). En este contexto y con la reciente aprobación de las nuevas normas básicas de seguridad, el tradicional Curso Superior de PR se ha adaptado a la nueva situación europea, convirtiéndose en el Curso de Experto en Protección Radiológica, cuya 1ª edición, ha sido programada desde el 1 de octubre de 2014 hasta el 14 de marzo de 2015. Para esta nueva propuesta, CIEMAT aprovechando el constante desarrollo de las TIC, ha trabajado en el desarrollo de una metodología "blended learning", para este curso, es decir, la combinación de las modalidades, presencial y a distancia.

## FAS-03 CAPACITY BUILDING Y TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. RED EUROPEA DE FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN PR

LLORENTE HERRANZ, C. (1); MARCO ARBOLÍ, M. (1); COECK, M. (2)

(1) CIEMAT; (2) SCK•CEN

En los últimos años ha habido un incremento en el uso de las radiaciones ionizantes en diferentes campos de aplicación tales como la medicina, industria, o investigación. Es por tanto una necesidad el mantener un adecuado nivel de conocimientos, habilidades y competencias en Protección Radiológica (PR) a través de la formación y entrenamiento para para proteger a los trabajadores expuestos, al público y al medio ambiente de los riesgos potenciales que conllevan las radiaciones ionizantes. La Unión Europea es consciente de la necesidad de mantener un nivel de competencia en PR elevado y por ello lleva 10 años financiando los proyectos ENETRAP (European Network for Education and Training in Radiation Protection) a través del sexto y séptimo Programa Marco. En esta comunicación se pretende explicar los objetivos y avances del proyecto ENETRAP III, que ha comenzado en junio de 2014

y finalizará en junio de 2018, en la que participan trece instituciones europeas a través de 7 grupos de trabajo. El objetivo principal de los proyectos ENETRAP ha sido, desde la primera edición hasta la actualidad, construir y mantener un alto nivel de competencia en en PR, garantizando que haya suficientes trabajadores adecuadamente entrenados y que se mantenga una adecuada gestión del conocimiento. Este objetivo es crucial para asegurar en el futuro el uso seguro de las radiaciones ionizantes y el desarrollo de nuevas tecnologías de forma segura.

---

11:45-13:00 horas - COMUNICACIONES - Regulación

Preside: Javier Zarzuela Jiménez. *Subdirector de Protección Radiológica Operacional. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Madrid*

Secretario: Alfonso Calzado Cantera

### **REG-01 CATARATAS RADIOINDUCIDAS: HABLEMOS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

**CORPAS RIVERA, L.; MARFIL ROBLES, M. V.**

GESTISA

— La radical disminución del límite de dosis en cristalino, tanto para profesionales expuestos, como para el público, establecido por la Directiva 2013/59 EURATOM del Consejo, por la que se establecen Normas de Seguridad Básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, aconseja abordar -además de los aspectos operacionales y metrológicos de interés para la aplicación de la Norma- aquellas cuestiones relativas a las implicaciones técnicas y legales que, en materia de Prevención de Riesgos Laborales, se derivarán de la misma. La revisión del surtido de normas legales cuya aplicación se verá afectada por una medida de este calado, resulta particularmente de interés, atendiendo a la difícil coordinación que -hasta la fecha y por muy variados motivos- se ha venido dando entre los Organismos competentes en esta materia, a la hora de abordar los aspectos prácticos del cumplimiento de las mismas. Sería conveniente que, por las diferentes Administraciones competentes, se facilitara la coordinación funcional de las actividades de los SPRL y los SPR, a fin de que gozaran de la deseable seguridad jurídica en sus respectivas actividades.

### **REG-02 CRITERIOS OBJETIVOS DE EXCLUSIÓN, ACEPTABILIDAD Y CONSTANCIA PARA ANGIOGRAFÍA CON SUSTRACCIÓN DIGITAL**

**DE LAS HERAS GALA, H. (1); TORRES CABRERA, R. (2); FERNÁNDEZ SOTO, J. M. (3); VAÑÓ CARRUANA, E. (3)**

(1) INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA DEL HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS ; (2) SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. HOSPITAL UNIVERSITARIO RÍO HORTEGA; (3) INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA DEL HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS Y DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA, FACULTAD DE MEDICINA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

El objetivo de este trabajo es probar un método para definir criterios objetivos de aceptabilidad en imágenes de sustracción digital. Obtuvimos series de sustracción digital con un equipo de angiografía, simulando primero un paciente delgado (10 cm PMMA) y luego un paciente grueso (30 cm PMMA). Cuantificamos la calidad de imagen midiendo la relación contraste-ruído (RCR) en maniqués dinámicos usados para control de calidad (IEC/DIN, IPeM y NEMA). Definimos puntuaciones objetivas y reproducibles en cada maniquí y medimos el KERMA de entrada en aire con una cámara de ionización. La visibilidad de los vasos con bajo contraste en imágenes de sustracción se pudo identificar en nuestro caso con una puntuación de  $0.79 \pm 0.01$  (IEC/DIN), o con puntuaciones equivalentes usando los otros maniqués. A pesar de requerir una dosis más de 10 veces mayor (8.85 y 0.63 mGy/image respectivamente), la RCR en el caso del paciente grueso resultó ser un 30 % menor. Esta diferencia no se aprecia visualmente porque las señales del maniquí son "visibles" en los dos casos, lo que implica una incertidumbre del 30 % en el método visual. Por el contrario, la incertidumbre del método de evaluación usando RCR fue de entre 4 y 6 % (IEC/DIN), la cual se debe principalmente a la inestabilidad del tubo durante la adquisición de las series. En conclusión, es sencillo utilizar la RCR para evaluar de forma objetiva la calidad de las imágenes de sustracción digital. Con esas evaluaciones se podrían definir criterios de exclusión, aceptabilidad y constancia, así como comparar protocolos y fijar modos de exposición.

---

11:45-13:00 horas - PONENCIA INVITADA

Preside: Javier Zarzuela Jiménez. *Subdirector de Protección Radiológica Operacional. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Madrid*

Secretario: Alfonso Calzado Cantera

### **NUEVOS REQUISITOS EN MATERIA DE FORMACIÓN EN PR**

**MARCO, M. (1); VILLARROEL, R. (2)**

(1) CIEMAT; (2) CSN

La formación y la creación de capacidades tiene cada vez más importancia en todas las iniciativas de la Comisión Europea. Por ejemplo, el SET Plan (The European Strategic Energy Technology Plan) tiene una hoja de ruta para la formación y capacitación para abordar el reto de los recursos humanos en el sector de la investigación y la innovación, y en la que se reconoce que uno de los elementos clave es la disponibilidad y la movilización de recursos humanos debidamente capacitados. En protección radiológica el marco actual se establece en la DIRECTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSEJO de 5 de diciembre de 2013 por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. La directiva se basa en la publicación 103 de la CIPR y establece normas mínimas, aclarando que los Estados miembros tienen la

libertad de adoptar o mantener medidas más estrictas. La Directiva establece los REQUISITOS DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN E INFORMACIÓN SOBRE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA y las responsabilidades generales en materia de educación, formación e información para los profesionales expuestos y para la población. En este trabajo, se hace una reflexión de la situación actual de la formación en PR en España para los distintos colectivos y trataremos de analizar cómo se podría reflejar la directiva en el actual sistema de formación en PR nacional, así como las directrices europeas elaboradas por grupos de expertos de distintos proyectos europeos.

13:00-14:00 horas - COMUNICACIONES - Formación y aspectos sociales

Secretario: Alfonso Calzado Cantera

### FAS-05 DESAYUNO CON FOTONES: UN BLOG DE FÍSICA MÉDICA PARA TODOS LOS PÚBLICOS

**PEREDA BARROETA, N. (1); SANCHEZ MERINO, G. (2); VILCHES PACHECO, M. (3)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO BASURTO; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA; (3) CENTRO MÉDICO DE ASTURIAS IMOMA

El blog "Desayuno con Fotones" nació como un proyecto colaborativo con el objetivo de comunicar y compartir contenidos y experiencias referentes al área de la física médica que resulten útiles tanto para profesionales como para el público en general. Tras un año de andadura lleva publicados casi 150 artículos y acumulado unas 150.000 visitas. Además, la red de colaboradores, de seguidores habituales del blog y de las personas que interactúan bien directamente a través del blog o de las redes sociales (Facebook, Twitter, Google+) no deja de crecer. En octubre de 2014 recibió el premio del CPAN de divulgación como ganador en la categoría de blogs y páginas web. Como herramienta colaborativa de generación, intercambio y transmisión de conocimiento, "Desayunocon fotones" está demostrando ser una plataforma exitosa en el ámbito de la física médica. Las tecnologías de la información y comunicaciones nos han permitido que el contenido fluya entre los radiofísicos y llegue a la sociedad y el blog constituye hoy un espacio para descubrir el potencial que tiene la física médica en el panorama científico y de servicio a la sociedad.

### FAS-11 NETWORK PROPERTIES OF THE AUTHORSHIP RELATIONS IN THE LAST TEN YEARS OF ACTIVITY OF THE SPANISH JOURNAL OF MEDICAL PHYSICS

**SANCHEZ MERINO, G.; CORTES RODICIO, J.; LOPE LOPE, R.; RUIZ POMAR, J.; MARTIN GOMEZ, T.; GARCIA FIDALGO, M. A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA

Purpose: In the present work we analyze the properties of the network of authorship relations exhibited in the papers published during the last ten years (2004 to 2014) in the Spanish Journal of Medical Physics. Material and Methods: We have exploded the authorship' co-occurrence matrices using igraph package and the specific software for social network analysis Gephi. Some metrics characterizing global properties of the network has been investigated. Results: An accurate graphical representation of the network of relations has been generated that shows the different associations established by authors during the considered period. The network contains 309 nodes and 1098 edges that represent the relations between them. Three global properties of the network have been studied: the modularity, the clustering coefficient and the degree of centralization. We have found a high level of modularity (>0.8) and clustering coefficient (>0.7) but a low degree of centralization (< 0.1). Conclusions: The network of authorship relations exhibit a strong community structure with highly interconnected nodes but high degree of disconnection between communities.

### FAS-07 FORMACIÓN DE LAS PERSONAS QUE INTERVIENEN EN LOS TRANSPORTES DE MATERIAL RADIATIVO POR CARRETERA

**ACEÑA MORENO, V.; ZAMORA MARTÍN, F.**

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Este documento presenta la Instrucción de Seguridad (IS) del CSN relativa a la formación de las personas que intervienen en los transportes de material radiactivo por carretera, conforme a lo requerido en el capítulo 1.3 del Reglamento para el transporte de mercancías peligrosas por carretera (ADR) y en el artículo 21 del Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes (RPSRI). La IS detalla el contenido mínimo que deben tener los cursos de formación, tanto inicial como de reciclaje, establece la periodicidad mínima para la impartición de los cursos de formación de reciclaje, establece las características de los registros de la formación impartida: datos mínimos que deben recogerse y el periodo mínimo que deben mantenerse estos registros e identifica claramente que personal debe recibir la formación y que formación en particular.

### FAS-08 INTRODUCCIÓN DE SISTEMAS DE ROBÓTICA EDUCATIVA E IMPRESIÓN 3D EN LA RUTINA DE LOS SERVICIOS DE RADIOFÍSICA HOSPITALARIA PARA APLICACIONES EN RADIOTERAPIA

**BARTRÉS SALIDO, A. (1); GONZÁLEZ PÉREZ, V. (1); DE LOS DOLORES ALEMANY, V. (1); CRISPÍN CONTRERAS, V. (1); CAMPO SANMARTÍN, V. (1); SIMARRO MONDÉJAR, E. (2); MORATAL PÉREZ, D. (2)**

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. FUNDACIÓN INSTITUTO VALENCIANO DE ONCOLOGÍA; (2) DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Con los últimos avances en robótica educativa e impresoras 3D, se ha abierto la posibilidad de la fabricación casera de maniqués y otras soluciones para radioterapia sin que sean necesarios conocimientos en profundidad de electrónica ni de mecánica. En este trabajo se presenta un resumen de las aplicaciones publicadas sobre dichos sistemas útiles para un Servicio de Radiofísica. Asimismo, se detalla el proceso de la introducción del sistema LEGO

Mindstorms en nuestro Servicio de Radiofísica para su uso como maniquí en radioterapia guiada por la imagen en cáncer de pulmón. Se examina los resultados obtenidos y las posibilidades que nos ofrece para ser implementado en la rutina clínica del servicio. Para evaluar los usos actuales se ha realizado una búsqueda bibliográfica tanto en la base de datos MEDLINE mediante la herramienta PubMed como en el motor de búsqueda Google (Google Inc., Mountain View, USA). Se han combinado las palabras "Arduino", "Impresora 3D", "3D printer", "LEGO" con "Medical Physics", "Física Médica", "Radiotherapy", "Radiation Therapy", "Radioterapia". Se han examinado todos los resultados ofrecidos por Pubmed y los primeros 200 resultados de cada combinación en el buscador Google. Para iniciar un proyecto de robótica en nuestro servicio hemos utilizado el sistema "LEGO Mindstorms", ya que su sistema de piezas para ensamblar facilita la construcción del prototipo. Asimismo, programamos las señales mandadas a los motores y recogidas por los sensores mediante MATLAB Simulink, que ya utilizamos en nuestra fundación. Hemos probado satisfactoriamente la estabilidad del maniquí para oscilaciones en un rango de amplitud entre 0,5 - 5 cm y frecuencias entre 0,1 - 1 s-1; y las medidas de dosis realizadas con una película radio-cromica dentro de la esfera han tenido una exactitud del 5% a lo largo de todo este rango respecto a tratamientos planificados con esas características.

## FAS-10 MEDIOS HUMANOS NECESARIOS EN LOS SERVICIOS DE RADIOFÍSICA HOSPITALARIA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

**BURGOS TRUJILLO, D. (1); PEINADO MONTES, MIGUEL ANGEL (2); CARRASCO RODRÍGUEZ, J. L. (3); GARCÍA, M.ª Á. (4); ALONSO, M. (5); LORENZ PÉREZ, P. (6); RUEDA, M.ª D. (6); SIERRA, I. (6)**

(1) HOSPITAL SAN CECILIO (GRANADA); (2) HOSPITAL CENTRAL DE ASTURIAS (OVIEDO); (3) HOSPITAL VIRGEN DE LA VICTORIA (MÁLAGA); (4) HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA (VICTORIA); (5) HOSPITAL MARQUÉS DE VALDECILLA (SANTANDER); (6) CONSEJO SEGURIDAD NUCLEAR

Se presenta el resultado del trabajo del grupo del Foro de Protección Radiológica en el Medio Sanitario, formado por el Consejo de Seguridad Nuclear, la Sociedad Española de Física Médica y la Sociedad Española de Protección Radiológica, sobre los medios humanos mínimos necesarios para el correcto funcionamiento de un servicio de Radiofísica Hospitalaria y Protección Radiológica (SRPR). Las funciones de un SRPR han sido divididas en tres grandes grupos: - Controles de calidad de equipamiento. - Dosimetría clínica. - Protección Radiológica. Con el fin de simplificar el cálculo de los trabajadores de un SRPR en función de las instalaciones de su cobertura, el tiempo de control de cada tipo de equipo radiológico (desde equipos de rayos X, hasta detectores de radiación) se compone de dos partes: - El tiempo necesario para la realización de la tarea, desglosado por cada categoría (radiofísico, técnico o administrativo). - El tiempo, anual o ponderado por su periodicidad, que necesita para llevar a cabo la gestión de la tarea de forma adecuada. El método que se ha elegido para decidir el número de personas de un SRPR ha sido el de calcular el número de horas para realizar cada función. Posteriormente, multiplicando por el número de elementos a controlar se obtienen las horas necesarias. Dividiendo los valores obtenidos por el número de horas de trabajo anual de un trabajador, se obtiene el número de trabajadores. Sin embargo, un aspecto novedoso que introduce este trabajo es que el cálculo del tiempo imprescindible para controlar cada equipo se ha desglosado, a su vez, en diversas partes y se ha ponderado al número de veces que se realiza anualmente. Toda la información se ha volcado en una tabla final, con la que se obtienen los tiempos de radiofísico, técnico y administrativo que deben trabajar en un SRPR.

## FAS-13 SISTEMA INTEGRAL DE EVALUACIÓN ONLINE. UN MÉTODO DE EVALUACIÓN PARA FORMACIÓN E-LEARNING

**MONROY ANTON, J. L.; IZQUIERDO SORIANO, J. V.**

H.U. DE LA RIBERA

Los sistemas de evaluación de enseñanzas y cursos de formación suelen ser exámenes, controles de asistencia, trabajos, participación en clases, seminarios, etc. Con la metodología de educación on-line, estos sistemas de evaluación pueden no ser adecuados y perder su objetividad. Debe implantarse un método que muestre de forma objetiva el desarrollo del alumno en la materia, su trabajo y dedicación al curso. En nuestro ámbito sanitario hemos desarrollado un "Sistema Integral de Evaluación OnLine" (SIEVOL), que pretende categorizar y ponderar cada uno de los elementos del aprendizaje, resultando en una calificación final muy cercana a la objetividad. METODOLOGIA: El SIEVOL se aplicó en un curso: "Aproximación a la toxicidad de tratamientos con radioterapia externa", desarrollado a través de la plataforma corporativa Campus Ribera. Planteamos tres Bloques de Evaluación con un sistema de puntuación ponderado: BLOQUE I: CONOCIMIENTOS. 70% de la puntuación total, correspondiente a Test de conocimientos. BLOQUE II: PARTICIPACION. 15% de la puntuación total. Correspondiente a participaciones de los alumnos en foros. BLOQUE III: PRACTICAS. 15% de la puntuación total. Correspondiente a trabajos y test sobre temas prácticos estudiados durante el curso. Para obtener las puntuaciones correspondientes y el certificado final del curso, era necesario alcanzar diferentes logros u objetivos en cada bloque de evaluación: superar un mínimo de puntuación en test, participar en un mínimo de foros, etc. Mediante elementos "wiki" los alumnos podían consultar sus progresos a lo largo del curso y las puntuaciones obtenidas en cada uno de los bloques y actividades. RESULTADOS: Todos superaron el curso obteniendo el correspondiente certificado. Los conocimientos adquiridos de la materia superaron a los previos que traían los alumnos. CONCLUSIONES: El SIEVOL permite una evaluación bastante objetiva del aprendizaje, asociando diferentes variables de conocimiento, y ponderando las más importantes. Es un sistema fácil de implantar en cursos con metodología online.



15:30-16:15 horas - PONENCIA INVITADA

Preside: Micaela García-Tejedo. *Subdirectora General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid.*

Secretario: Rafael Ruiz Cruces

## PROTECCIÓN OCUPACIONAL FRENTE A RADIACIONES NO IONIZANTES

**ÚBEDA MAESO, A.**

*SERVICIO BEM-INVESTIGACIÓN, HOSPITAL RAMÓN Y CAJAL - IRYCIS, MADRID*

El año 2004 la Directiva 2004/40/CE dotó a Europa de las –disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los campos electromagnéticos–. La Directiva adoptaba los límites de exposición ocupacional propuestos en 1998 por la International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP.) Tales límites estaban concebidos exclusivamente para evitar efectos nocivos, principalmente hipertermia o disfunciones electroinducidas en tejidos sensibles, por exposiciones cortas y esporádicas. Así, ni ICNIRP ni la Directiva Europea tenían por objetivo la protección ante posibles efectos oncológicos, embriológicos, reproductivos o neurológicos, atribuidos en algunos estudios a exposiciones reiteradas, prolongadas o crónicas. La Directiva debía ser transpuesta a las legislaciones de los estados miembros no más tarde de 2008. Sin embargo, con suficiente antelación, diversos sectores tecnológicos e industriales desplegaron una eficaz campaña en contra de la aplicación de la Directiva. Las objeciones se justificaban en los inconvenientes que para los sectores implicados suponía el cumplimiento de los límites de exposición propuestos. ICNIRP se reveló sensible a las objeciones de la industria, y en 2009 y 2010 modificó significativamente al alza sus directrices originales de protección ocupacional ante radiaciones en el espectro de entre 0 Hz y 10 MHz. Para ello, ICNIRP se basó en conclusiones obtenidas de su revisión de la literatura reciente. Así las cosas, y dado que ningún país cumplió el plazo acordado para la transposición de la Directiva, la Unión Europea otorgó en 2008 una moratoria de 4 años. En 2012 el incumplimiento del acuerdo de transposición también fue generalizado, lo cual no extraña, sabiendo que mucho antes de expirar ese segundo plazo, la Unión había declarado que planeaba una enmienda sustancial al texto de la Directiva. En efecto, en 2013 Europa derogó la Directiva de 2004 y promulgó la Directiva 2013/35/UE, basada principalmente en los cambios introducidos por ICNIRP en sus límites para los niveles de exposición. Así, una de las principales novedades en la Directiva de 2013 es la distinción entre –efectos nocivos– de la exposición y –efectos sensoriales–. Para evitar estos efectos sensoriales, que incluyen –trastornos transitorios de las percepciones sensoriales y pequeños cambios en las funciones cerebrales–, se establece, para cada rango de frecuencia, un –nivel de actuación inferior–, cuyo rebasamiento se permite en determinadas circunstancias. Contra los –efectos nocivos– se establecen los respectivos –niveles de actuación superiores–, más elevados que los primeros, pero más estrictos en cuanto a las condiciones en que pueden ser rebasados. Adicionalmente, se establecen unos –niveles de actuación para la exposición de las extremidades– más permisivos que los anteriores y no contemplados en la antigua Directiva. Así, en el citado rango de frecuencias, de 0 Hz a 10 MHz, la nueva Directiva admite la exposición ocupacional a campos magnéticos que, según la frecuencia, pueden duplicar, quintuplicar, decuplicar o incluso superar en más de 2 factores de magnitud, los valores de acción que en 2004 se eran considerados aceptables para una mínima protección de la seguridad de los trabajadores. Adicionalmente, la Directiva actual contempla la eventualidad de que, a pesar de la citada relajación en los criterios de protección radiológica, la ejecución de determinadas tareas requiera que el trabajador se vea expuesto a campos que rebasen los límites propuestos. Por eso la Directiva establece que diversos colectivos de trabajadores, como aquellos que ejerzan labores médicas o de investigación con resonancia magnética, militares se vean expuestos en el ejercicio de su profesión, y otros que se encuentren en situaciones debidamente justificadas, no se verán sujetos a límites de exposición. Si aceptamos que los nuevos límites propuestos por ICNIRP y adoptados por la Directiva de 2013 son realmente válidos para la protección ocupacional ante efectos inmediatos de exposiciones cortas, es obvio que el nuevo panorama facilita a la empresa y al trabajador el cumplimiento de la normativa. Lo cual se supone que redundará en beneficio de la competitividad de la industria europea. Sin embargo, cabe preguntarse hasta qué punto es realmente útil, desde el punto de vista de la protección ante radiaciones no ionizantes, una norma que deja completamente fuera de su ámbito de aplicación los potenciales efectos a medio y largo plazo de la exposición ocupacional cotidiana. España, al igual que el resto de los países firmantes, deberá trasponer la Directiva a su legislación antes de julio de 2016. La norma admite que los países incluyan en sus leyes factores y estrategias de protección más exigentes o completas que las propuestas por la Directiva. Teniendo esto en cuenta, cabe proponer a la autoridad nacional competente en salud laboral, que tome en consideración la conveniencia de establecer medidas de protección adicional para trabajadores expuestos crónicamente a campos electromagnéticos relativamente elevados, aunque queden por debajo de los niveles de actuación citados antes. Tales medidas podrían incluir la adopción de estrategias ALARA o ALATA, el establecimiento de turnos de exposición, la señalización y limitación de acceso a zonas de alta exposición, el uso de sistemas de apantallamiento, la vigilancia médica periódica de trabajadores expuestos, con especial atención a gestantes y a sujetos potencialmente hipersensibles. Esto debería completarse con la participación española en el esfuerzo investigador por identificar los fenómenos y mecanismos que a nivel celular y molecular subyacen a los bioefectos de las radiaciones no ionizantes. Tal conocimiento es esencial, tanto para el establecimiento de estrategias eficaces de protección radiológica, como para el desarrollo y optimización de terapias emergentes basadas en la exposición a dichas radiaciones. La adopción de tales estrategias de prevención de riesgo laboral, que serían implantables con un esfuerzo mínimo y a un coste perfectamente asumible, reforzaría la eficiencia y el prestigio de la empresa española a la hora de competir en ámbitos internacionales.

Preside: Micaela García-Tejedo. *Subdirectora General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid.*

Secretario: Rafael Ruiz Cruces

### **RNI-06 EVALUATION OF MAGNETIC RESONANCE QUALITY INDICATORS AND PROPOSAL FOR A STANDARDIZED PROGRAM**

**ALBERICH-BAYARRI, A. (1); NOMBELA, R. (1); JUAN DE LA CRUZ, C. (1); TOMÁS-CUCARELLA, J. (1); PALOMO, R. (2); PINTO-MONEDERO, M. (3); MARTÍ-BONMATÍ, L. (1)**

(1) GRUPO DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA EN IMAGEN, HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE; (2) MEDICAL PHYSICS DEPARTMENT, UNIVERSITY HOSPITAL OF BURGOS, BURGOS, SPAIN; (3) MEDICAL PHYSICS DEPARTMENT, KANTONSSPITAL, AARAU, SWITZERLAND

Los programas de control de calidad en resonancia magnética no están establecidos en la mayoría de centros, principalmente por la falta de asociación entre la resonancia y el riesgo. En este trabajo establecemos unos valores de referencia y unas secuencias de pulsos concretas para un conjunto de medidas, obtenidas a partir de la realización de medidas repetidas en un equipo de 3 Teslas de instalación reciente. Los parámetros analizados consisten en la relación señal a ruido, la uniformidad integral, la exactitud y distorsión geométrica, el espesor de corte y la existencia de artefactos. Estas medidas pueden realizarse en la mayoría de maniqués que proporcionan los fabricantes de los equipos, facilitando su implementación en un gran número de centros. Se propone además una periodicidad semanal para la monitorización de estos parámetros.

### **RNI-02 APLICACIÓN DE TÉCNICAS DIELECTRICAS SOBRE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL: EL EMBRIÓN DEL PEZ CEBRA**

**SANCHIS OTERO, A. (1); ROLDÁN MADROÑERO, J. (1); SANCHO RUIZ, M. (2); SEBASTIÁN FRANCO, J. L. (2); MARTÍNEZ LÓPEZ, G. (2); PÉREZ, C. (2); MUÑOZ SAN MARTÍN, S. (2)**

(1) CNSA; (2) UCM

El embrión del pez cebra (*Danio rerio*) representa una potente alternativa al modelo de mamíferos y está cobrando una importancia creciente en el ámbito biomédico y de estudios toxicológicos. Su respuesta a la radiación no ionizante de frecuencias entre 1kHz a 100 MHz se presenta como potencial herramienta de análisis no invasiva para obtener información relevante sobre su estado fisiológico, composición y estructura. Los cambios inducidos por agentes tóxicos de naturaleza diversa sobre el embrión se reflejan en mayor o menor medida a través de cambios en su respuesta al campo electromagnético, basados a su vez a la variación inducida por el agente en sus propiedades dieléctricas. De esta manera, la aplicación sobre el embrión del pez cebra de técnicas de caracterización dieléctrica, como la espectroscopia dieléctrica o la electro-rotación, pueden proporcionar un método rápido y no invasivo de apoyo para la evaluación de riesgo de agentes medioambientales de naturaleza química o física.

### **RNI-03 APPLICATION OF THE FAST MARCHING METHOD IN ULTRASOUND COMPUTED TOMOGRAPHY FOR EARLY BREAST CANCER DETECTION**

**PEREZ LIVA, M. (1); LOPEZ HERRAIZ, J. (1); MEDINA VALDES, L. (2); CAMACHO, J. (2); FRITSCH, C. (2); UDIAS MOINELO, J. M. (1)**

(1) UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID; (2) CSIC

This work presents preliminary results of image reconstruction methods for an Ultrasound Computed Tomography System (UCTS) in transmission mode for early detection of breast cancer. This tomographic system aims to avoid common downsides present in conventional mammography, such as radiation risk, moderate sensitivity and specificity in dense breast tissue, which is particularly prone to develop cancer, and incorrect location of tumors after breast decompressing. The potential of these systems as a main diagnostic or screening tool is currently limited by the large computational cost required for data processing and image reconstruction. Therefore, we are investigating new methods for speeding-up the image formation without significantly compromising the image quality.

### **RNI-04 DESING OF A HYBRID LOW FIELD MRI-GAMMA RADIATION GEL DETECTOR**

**AGULLES-PEDROS, L.; ABRIL, A.**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Hybrid systems like MRI/PET and MRI/gamma camera, offer advantages combining the resolution and contrast capability of MRI with the better contrast and functional information of nuclear techniques. This work presents, the design of a low field NMR system made up of permanent magnets compatible with a gamma radiation detector based on gel dosimetry. The design is performed using the software femm for estimation of the magnetic field, and GEANT4 for the physical process involved in radiation detection and effect of magnetic field. The homogeneity in magnetic field is achieved with an array of NbFeB magnets in a linear configuration with a separation between the magnets, minimizing the effect of Compton back scattering compared with a no-spacing linear configuration. The final magnetic field in the homogeneous zone is ca. mT. The radiation detector used in this work is a Gel, which is the innovative part. The radiation detectors are expensive and need an electronic set-up, which can interfere with the NMR process or viceversa. In our hybrid proposal, although the gel detector do not have spatial resolution per se, it is possible to obtain a dose profile as a function of the position by using a collimator array. We present two

different methods of collimation. The first one uses sheets of Pb, and the other one uses the magnets of the fMRI array as collimator, taking advantage of the high density and atomic mass of its components. As a result, the system described allows a complete integrated radiation detector within the fNMR system. Finally we present the better configuration for a hybrid system capable of obtain a 1D image, MRI and gamma dose, simultaneously.

### **RNI-07 METODOLOGÍA PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LOS EQUIPOS DE ECOGRAFÍA**

**TOMAS CUCARELLA, J.; ALBERICH BAYARRI, A.; JUAN DE LA CRUZ, C.; TORRES ESPALLARDO, I.; MARTÍ BONMATÍ, L.**

*GRUPO DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA EN IMAGEN (GIBI230)*

El control de calidad de imagen en ultrasonidos (US) no es obligatorio en la práctica clínica habitual, aunque su realización se considera generalmente imprescindible en todos los equipos de imagen médica. La falta de control en la degradación de la calidad de las imágenes se puede traducir en errores diagnósticos e inseguridad para el paciente. Para automatizar y agilizar el registro de la calidad en ecografía se ha investigado e implementado una metodología semiautomática para la adquisición y evaluación estadística de imágenes de un maniquí de ecografía en la que se han considerado y estudiado diferentes parámetros de calidad (umbral de sensibilidad espacial al contraste; resolución espacial horizontal y vertical; relación señal a ruido; exactitud geométrica; artefactos en la imagen; uniformidad de la imagen). Esta metodología se ha integrado en un software que permite almacenar un informe estructurado de estas mediciones para así comprobar la constancia en la imagen y garantizar una adecuada estandarización en la calidad.

---

17:30-18:30 horas - CONFERENCIA SEMIPLENARIA

Preside: Rosario Velasco García

Secretario: Rosario Velasco García

# PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



---

11:00-11:45 horas - SESIONES TÉCNICAS

## **PLANIFICACIÓN Y TRATAMIENTO DE METÁSTASIS CEREBRALES**

**IDRISSI, N.**

*BRAINLAB*

---

11:45-13:00 horas - REUNIÓN

## **CENTRO NACIONAL DE DOSIMETRÍA: REUNIÓN DE USUARIOS**

---

13:00-14:00 horas - REUNIÓN

## **COMISIÓN NACIONAL DE RADIOFÍSICA**

JUEVES, 25 de Junio de 2015

## RADIOTERAPIA



08:00-09:00 horas - CURSO REFRESCO

Modera: Victor de los Dolores Alemany. *Fisico Adjunto. Fundación IVO. Valencia*

### IGRT ESTADO ACTUAL

**LINERO, D.**

*INSTITUTO ONCOLÓGICO TEKNON. BARCELONA.*

La imagen en Radioterapia se ha venido utilizando desde los inicios pero es en las últimas décadas cuando empieza a generalizarse el término IGRT (Radioterapia Guiada por la imagen) entendido como la aplicación de técnicas de imagen que proporcionan información de la geometría del paciente en el momento del tratamiento, cuya finalidad es conocer y reducir las incertidumbres asociadas a la colocación del paciente y al movimiento de sus órganos internos.

Lo que contribuye a la utilización de la IGRT son los avances tecnológicos que repercuten en la formación y calidad de las imágenes de diagnóstico, la posibilidad de efectuar registros entre conjuntos de imágenes de diferentes modalidades que hacen posible la determinación de los volúmenes a tratar y órganos circundantes con mucha precisión y por otra parte, la posibilidad de obtener distribuciones de dosis con un alto gradiente que permite la irradiación muy ajustada a los volúmenes y la protección de los órganos de riesgo minimizando la toxicidad de los tratamientos.

Para poder administrar estas distribuciones de dosis tan conformadas, necesitamos conocer la posición de los volúmenes antes de proceder con el tratamiento y a ser posible durante el mismo.

Uno de los primeros equipos utilizados para conocer la posición de órganos (próstata) antes de la irradiación fueron los sistemas de ultrasonidos (US) en los años 90 y en los años 2000, aparecen los sistemas ópticos por infrarrojos para el seguimiento de la sonda ultrasónica y posterior reconstrucción y fusión de imágenes, dando lugar a los modernos equipos IGRT por US que conocemos en la actualidad.

Desde la aparición de los EPID (Electronic Portal Imaging Device) y de los detectores digitales para diagnóstico (flat panel), que se han incorporado a las unidades de radiación, han surgido diferentes modalidades de IGRT que permiten colocar al paciente antes de iniciar el tratamiento con alta precisión controlando los movimientos interfacción. Estos equipos permiten realizar verificaciones adquiriendo imágenes y utilizando fluoroscopia, en algún momento durante la administración del tratamiento.

En este trabajo se muestran algunos de los equipos que producen imágenes 2D y 3D de MV y kV adquiridos con CT clásico, Cone Beam (haz cónico) con MV y kV. Con estos equipos la visualización de estructuras óseas y aéreas es correcta pero el contraste del tejido blando es muy bajo, por lo que es necesario implantar marcadores fiduciaros internos en los órganos para conocer y controlar su posición.

Lo que preocupa en la actualidad es el control de los movimientos externos e internos del paciente durante la administración del tratamiento o movimientos intrafracción, sobre todo cuando se realizan tratamientos hipofraccionados con dosis por sesión elevadas o tratamientos de SBRT (Stereotactic Body Radiotherapy).

Para este propósito se han desarrollado sistemas que permiten el control de los cambios intrafracción como los que utilizan marcadores corporales externos de infrarrojos, detectores de superficie del paciente en 3D o marcadores electromagnéticos implantados en órganos del paciente, pero el avance más ambicioso consiste en obtener imágenes del paciente en tiempo real con la utilización de la resonancia magnética, mientras se realiza el tratamiento. Las imágenes de RM presentan un alto contraste del tejido blando y pueden mostrar imágenes fisiológicas, sin añadir dosis al paciente.

La idea es integrar los sistemas de imagen de la RM y la unidad de radiación acoplado la guía de ondas de un acelerador o fuentes de CO<sub>60</sub> a los imanes de las RM.

En la actualidad existen 4 prototipos que combinan una resonancia magnética y una unidad de radiación de los cuales uno de ellos ya está en completo funcionamiento.

Desde enero de 2014 está funcionando en el Siteman Cancer Center (St Louis, MO) el sistema ViewRay Renaissance (Cleveland, Ohio): MRIdian que está formado por una RM de 0.3 T i 3 fuentes de Co<sub>60</sub> y permite irradiar al paciente, mientras en tiempo real se obtienen imágenes tanto de estructuras como de volúmenes tumorales.

El prototipo de la Universidad de Alberta y del Cross Cancer Institute en Alberta, Canadá, propone dos posibilidades de configurar el eje de radiación en relación a la dirección del campo magnético, pero el prototipo que se

construyó en 2013 es una RM biplanar con un campo magnético de 0.5 T a la que se le acopla la guía de ondas de un acelerador de 6 MV de forma que el campo magnético es paralelo a eje de radiación del acelerador. Las primeras imágenes de alta calidad las obtuvieron para un cráneo en julio de 2014 y actualmente están verificando los componentes correspondientes a la unidad de radiación del prototipo.

El prototipo creado por la universidad de Utrecht en colaboración con Philips y Elekta está formado por una RM de diagnóstico de 1.5 T y un acelerador lineal de 6 MV e incorpora un colimador multiláminas de 24 cm x 56 cm con espesor de lámina en el isocentro de 7 mm. La instalación del prototipo se realizó en 2012. Tienen previsto obtener la CE Mark (aprobación de la comunidad europea) y de la FDA en 2017 y comercializar el equipo en 2018 con el nombre de Atlantic.

El último prototipo es el ideado por la Universidad de Sydney, dentro del proyecto MRI-Linac Program, en colaboración con distintos departamentos de Física de varias universidades como el Instituto Ingham en Liverpool, que fue uno de los primeros en participar en el proyecto, al que se han unidos muchos departamentos más como el de la Universidad de Newcastle o el de la Universidad de Stanford.

Si con la utilización del IGRt en los tratamientos de Radioterapia somos capaces de reducir las incertidumbres asociadas a la colocación del paciente y a los movimientos de los órganos internos, podremos reducir los márgenes del tratamiento con mayor seguridad, pero nunca eliminarlos y se debería aprovechar toda esta tecnología para realizar tratamientos con mayores dosis por sesión ya que los órganos de riesgo se protegen de manera más segura, reduciendo en número de sesiones, haciendo los tratamientos más eficientes y confortables para el paciente.

09:00-09:45 horas - PONENCIA INVITADA

Moderador: José Pérez Calatayud. *Jefe Unidad Radiofísica en Radioterapia. Hospital La Fe. Valencia*

### VMAT ON CLINICAL PRACTICE

**FOGLIATTA, A.**

*MEDICAL PHYSICIST AND CLINICAL RESEARCH SCIENTIST. HUMANITAS RESEARCH HOSPITAL. ITALY*

09:45-10:30 horas - COMUNICACIONES - Braquiterapia

Moderador: Julio Almansa López; Vicente Crispin

### BRA-23 DOSIMETRÍA ABSOLUTA DE FUENTES DE BRAQUITERAPIA ELECTRÓNICA: COMPARACIÓN DE PROTOCOLOS DE CALIBRACIÓN Y CÁMARAS DE IONIZACIÓN

**CANDELA-JUAN, C. (1); PÉREZ-CALATAYUD, J. (1); GARCÍA-MARTÍNEZ, T. (2); NIATSETSKI, Y. (3); NAUTA, G. (3); VIJANDE, J. (4); OUIHIB, Z. (5); BALLESTER, F. (4)**

*(1) HOSPITAL UNIVERSITARI I POLITÈCNIC LA FE; (2) HOSPITAL LA RIBERA; (3) ELEKTA BRACHYTHERAPY; (4) UNIVERSITAT DE VALÈNCIA; (5) LYNN REGIONAL CANCER CENTER, BOCA RATON COMMUNITY HOSPITAL*

En los últimos años se han comercializado equipos de braquiterapia electrónica (BTE) para tratamientos de piel que utilizan fuentes de rayos X de baja energía con aplicadores superficiales. En particular, Esteya (Elekta) es un equipo BTE con una fuente de 69.5 kVp y colimadores de diámetros comprendidos entre 1 y 3 cm. La dosimetría de estas fuentes presenta retos, más aun considerando el pequeño tamaño de los haces. Existen distintos protocolos de calibración de cámaras para la dosimetría de fuentes de baja energía. En particular, se puede hacer uso del TRS-398 de la IAEA y del TG-61 de la AAPM, que se diferencian fundamentalmente en el medio en que se realizan las medidas (agua y aire, respectivamente). En este trabajo hemos evaluado la tasa de dosis superficial de Esteya utilizando ambos protocolos, empleando una cámara de ionización T34013 (PTW) de pequeñas dimensiones y que se calibró tanto en agua como en aire. Sin embargo, un estudio reciente de Fulkeron et al. (*Med Phys.* 41: 022103 (2014)) concluía que esta cámara presentaba un efecto tallo inaceptable para medida de haces pequeños de 50 kVp, dirigiendo la dosis superficial medida hasta en un 10.3% respecto a las medidas con la cámara Exradin A20 (Standard Imaging). Consecuentemente, en nuestro estudio se ha evaluado la dosis en superficie también con la cámara A20 calibrada en aire. Tras cuantificar y aplicar diversos factores correctivos concluimos que todas las medidas son consistentes considerando las incertidumbres, que rondan el 2.5-3% ( $k=1$ ). Además, el efecto tallo de la T34013 es despreciable. Por lo tanto, los equipos de BTE con fuentes de rayos X de baja energía y haces pequeños pueden caracterizarse dosimétricamente con independencia de si la cámara está calibrada en agua o aire, e independientemente de si se hace uso de la T34013 o la Exradin A20.

### BRA-24 DOSIMETRÍA DE BRAQUITERAPIA DE MAMA CON AGUJAS METÁLICAS

**ALMANSA LÓPEZ, J. (1); LUPIANI CASTELLANOS, J. (2); VALGOMA SOLANAS, A. (3)**

*(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LAS NIEVES; (2) HOSPITAL INFANTA CRISTINA; (3) HOSPITAL UNIVERSITARIO BASURTO*

Los tratamientos con braquiterapia de alta tasa (HDR) son de uso generalizado en los servicios de oncología radioterápica. Para el cálculo de dosis de estos tratamientos se utiliza el formalismo introducido por el TG-43. El cálculo dosimétrico asociado a una planificación de braquiterapia de mama con agujas metálicas es de los que conceptualmente se encuentra más alejado de las condiciones de caracterización de las fuentes de braquiterapia. Además de la atenuación añadida a la fuente por la aguja, se pueden presentar efectos de atenuación inter-aguja al igual que efectos asociados a la falta de tejido por la especial geometría y lugar anatómico del implante. El presente trabajo pretende realizar una comparación de la dosis calculada por nuestro sistema de planificación con los resultados sucesivos aproximaciones a la realidad presente en casos de braquiterapia de mama. Para la

realización de la comparación utilizaremos, en un primer paso, un software utilizado como cálculo alternativo para planificaciones de braquiterapia, presentado previamente y que realiza los cálculos según el formalismo TG-43, utilizando los datos del artículo de Daskalov, pero que modificaremos introduciendo los datos derivados de una simulación MC bajo las mismas condiciones que las definidas en ([http://bqseeds.sarh.es/index\\_en.html](http://bqseeds.sarh.es/index_en.html)) en la que se han modelado las agujas rígidas intersticiales utilizadas para el tratamiento, para tener en cuenta su atenuación. Finalmente compararemos los resultados en los dos casos anteriores con los obtenidos mediante cálculo MC realizado sobre un paciente real, en el que únicamente tendremos en cuenta tres materiales (tejido blando, aire y hueso).

## BRA-27 DOSIMETRÍA IN VIVO USANDO DETECTORES OSL EN BRAQUITERAPIA POR ALTA TASA DE DOSIS

**GUZMAN CALCINA, C.S.**

CENTRO DE RADIOTERAPIA DE LIMA/FCNM-UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

En radioterapia es esencial contar con sistema dosimétrico, alternativo, para identificar posibles fallas en alguna etapa del proceso, actualmente la tecnología de la luminiscencia ópticamente estimulada, OSL, representa un gran avance en la detección de la radiación donde adicionalmente poseen la ventaja de poder realizar procesos de re-lectura. Por ello, en este trabajo se plantea implementar un sistema dosimétrico alternativo, basado en la tecnología OSL de cristales de óxido de aluminio dopados con carbono,  $Al_2O_3:C$  para su uso en Radioterapia. Este trabajo contempla el uso de detectores de  $Al_2O_3:C$  llamados "nanodot" un lector MicroStar, cámaras de ionización (Standard Imaging/Exradin A 12, y PTW Freiburg/ TW31010), electrómetros (PTW-Freiburg/UNIDOS E, y MNCNP/11). Los nanodot fueron caracterizados (reproducibilidad con incertidumbre menor a  $\pm 2.8\%$ , linealidad hasta 15 Gy con un coeficiente de  $r^2 = 0.9997$ , con una dependencia a la tasa de dosis menor al  $\pm 2.1\%$ , con una dependencia a la energía menor al  $\pm 2.0\%$ , con una dependencia direccional menor al  $\pm 2.0\%$  y una descarga de su señal de  $0.03\%$  por lectura) y calibrados para  $^{192}Ir$ . Los resultados muestran que el sistema dosimétrico reproduce los valores de dosis con incertidumbres menores al  $1.78\%$  (aun nivel de confiabilidad del  $95\%$ ) y con diferencias relativas menores al  $5.6\%$  en comparación a los valores de dosis prescritas en órganos de riesgo y/o planificadas para los tratamientos braquiterápicos. En base a este estudio desarrollado podemos concluir que los dosímetros OSL de óxido de aluminio dopados con carbono representan una alternativa viable para la realización de la verificación de la dosis impartida durante la práctica radioterapéutica. Además, de su cualidad de conservar la información como testigo físico del procedimiento.

11:00-11:45 horas - PONENCIA INVITADA

Moderador: Facundo Ballester Pallarés. *Catedrático de Física atómica, molecular y nuclear. Universitat de València. Valencia.*

## CURRENT STATUS AND DEVELOPMENTS IN MODERN BRACHYTHERAPY

**SIEBERT, F.-A.**

UKSH, CAMPUS KIEL, CLINIC OF RADIOTHERAPY DEPT. OF MEDICAL PHYSICS GERMANY

11:45-13:00 horas - COMUNICACIONES - Dosimetría clínica

Moderador: Ester Millán Cebrian. *Físico Adjunto. Servicio Física y PR. Hospital Clínico Lozano Blesa. Zaragoza*  
Damián Guirado

## DOC-02 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PACIENTE EN RADIOTERAPIA: DOSIS DE REFERENCIA EN ÓRGANOS DE RIESGO PARA TRATAMIENTOS DE MAMA Y PRÓSTATA EN NUESTRA INSTITUCIÓN

**CANDELA RODRIGUEZ, F.; CAMARA TURBI, A.; GARCIA MARTINEZ, T.; MARTINEZ RODRIGUEZ, D.; ASENSIO MARTINEZ, M.; HERNANDEZ BARBERÁ, J.; MARCO COLLADO, M.J.; BORREDÁ TALÓN, V.**

H. U. LA RIBERA

A partir de los datos del Histograma Dosis-Volumen de tratamientos de mama y próstata de nuestra institución, se han obtenido para los órganos de riesgo valores promedio de los parámetros dosimétricos relevantes. Considerados como niveles de referencia, permiten analizar por comparación las futuras planificaciones, ayudando a obtener un resultado optimizado, garantizando con ello el mantenimiento de la calidad, y guiando la mejora de procesos. Todos los casos se trataron utilizando acelerador lineal Varian® 2100C/D y sistema de planificación Philips® Pinnacle 9.8. El estudio incluye 100 casos de cáncer de mama y 80 de cáncer próstata tratados en los últimos cuatro años. Los de mama se dividen en 5 categorías y las próstatas en 4, en base al tipo de tratamiento y localización. El promedio de los 20 casos constituye el nivel de referencia de nuestra institución para cada categoría, con los que desde el punto de vista de la Protección Radiológica al paciente se valora el grado de optimización de una planificación. Como desarrollo futuro se podría ponderar cada parámetro, para así combinarlos en un único parámetro global de la calidad de la planificación. Permitiría identificar planificaciones no optimizadas sirviendo como control de calidad de todo el proceso, asegurando el mantenimiento de los estándares de calidad. Además permitiría comparaciones intercentros, detectando puntos débiles y guiando el proceso de inversión en nuevas técnicas allí donde su efecto fuese mayor. Para el resto de patologías (cabeza y cuello pulmón, etc.) es más difícil realizar este estudio debido a la diversidad de tamaños y ubicaciones de los volúmenes blanco, aunque consideramos que sería también de utilidad. La determinación periódica de estos valores permitiría ver su evolución temporal, constituyendo por ello un indicador de calidad. Permitirá, además, cuantificar el grado de mejora debido a la incorporación de nuevas técnicas y equipos.

## DOC-03 RADIOCIRUGÍA CON VMAT: IMPORTANCIA DEL ANCHO DE LÁMINA

BERNA BERNA, A.; PUCHADES PUCHADES, V.; MATA COLODRO, F.; RAMOS AMORES, D.

HOSPITAL SANTA LUCIA

**Objetivo:** Evaluar la repercusión del ancho de lámina del MLC en el tratamiento de radiocirugía con VMAT. **Material y método:** Se han seleccionado 16 pacientes con metástasis cerebrales únicas. El planificador fue Eclipse v10.0 (Varian) y el algoritmo de cálculo AAA. La planificación de tratamiento, consistente en 5 arcos VMAT no coplanares, se realizó con dos MLC, ambos de Varian: Millennium-120, con ancho de lámina 5mm y High-Definition, de 2.5mm. Para la comparación usamos un índice compuesto de conformación y gradiente (ICG) y la probabilidad de complicación de tejido sano (NTCP). **Resultados y Discusión** Las planificaciones con ambos tipos de MLC cumplen los requisitos de conformación de la RTOG para tratamientos de radiocirugía. Hay una mejora media del 4% en el ICG para el MLC de 2.5 mm vs 5 mm. Sin embargo, el ancho de lámina del MLC no influye en la conformación de las planificaciones y por tanto la variación en el ICG es debida fundamentalmente a la componente de gradiente, sobre todo en lesiones de pequeño tamaño. Sin embargo, no hay diferencias en la NTCP en ambos casos, siendo inferior al 5% para PTV inferior a 10 cm<sup>3</sup>. Nuestro estudio, junto con la experiencia publicada en la literatura, sugiere que el empleo de técnicas de radiocirugía basadas en IMRT el ancho de lámina es dosimétricamente poco relevante; sin embargo, para técnicas conformacionales-3D ofrece una mejora en la conformación de dosis. Este resultado puede ser de utilidad cuando se plantee la adquisición de equipamiento adicional específico para radiocirugía. **Conclusiones** El uso de MLC con ancho de lámina de 2.5 mm puede presentar escasa diferencia desde el punto de vista dosimétrico respecto del MLC de 5 mm. Además, esta diferencia no conlleva una disminución de probabilidad de complicaciones de tejido sano, según el modelo radiobiológico que hemos empleado.

## DOC-53 CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA Y USO CLÍNICO DE UN BOLUS DE HIDROGEL

PÉREZ GARCÍA, H.; DEL CASTILLO BELMONTE, A.; ANTÓN GARCÍA, D.; MIGUEL PÉREZ, D.; ALONSO HERNÁNDEZ, D.; DE FRUTOS BARAJA, J.M.; PÉREZ RODRIGUEZ, C.; SANMAMED SALGADO, N.; LÓPEZ-LARA MARTIN, F.

HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID

Al tratar con un campo de electrones sobre una superficie irregular aparecen distribuciones heterogéneas de dosis que provocan situaciones de sobre e infradosificación en el volumen objetivo. En este trabajo se propone el uso de un bolus de hidrogel Varihesive® de ConvaTec. Previamente se caracteriza radiológicamente a partir del número Hounsfield de una imagen CT y el porcentaje de dosis en profundidad en agua e hidrogel (tanto de forma experimental como por Monte Carlo). Se comprueba que ambos materiales presentan propiedades muy similares. Después se analiza su uso clínico en pacientes, que queda justificado durante el proceso de planificación tras comparar las distribuciones de dosis obtenidas mediante el bolus de hidrogel y otros tipos de bolus.

## DOC-68 IMPACTO DE LA MODALIDAD DE CT EMPLEADO EN EL CONTORNEO Y PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE SBRT DE PULMÓN.

VICEDO GONZALEZ, A.; GARCÍA HERNANDEZ, T.; GRANERO CANBAÑERO, D.; BRUALLA GONZALEZ, L.; ROSELLO FERRANDO, J.; HERNANDEZ MACHANCOSES, A.

ERESA- HOSPITAL GENERAL VALENCIA

**Introducción:** La introducción de la SBRT de pulmón requiere imágenes que permitan una delineación más precisa del tumor y su movimiento. El TC en respiración libre no contiene información sobre la densidad electrónica variable en el tiempo. El objetivo de este trabajo es analizar la modalidad de CT que proporciona una imagen más fiable del movimiento de la lesión y la más adecuada para el cálculo de la distribución de dosis. **Material y Métodos:** Para 10 pacientes se adquiere un TC en respiración libre y un 4D-TC retrospectivo. Del estudio 4D\_TC se reconstruyen 10 fases respiratorias y un TC-promedio. Se obtienen dos ITV's, uno de la unión de los GTV's de las diferentes fases y otro del TC-promedio y se compara su tamaño. Se optimiza la distribución de dosis sobre el TC-promedio. Los parámetros se copian a los diferentes paquetes de imágenes con idénticas unidades de monitor. Se analizan las diferencias. **Resultados.** El volumen medio de los GTV's estudiados es de  $1.6 \pm 1.1$  cc. Los ITV's contorneados en el TC-promedio son un 7.9% más pequeños que los contorneados en el 4D\_CT. La diferencia entre los volúmenes se encuentra generalmente en la dirección cráneo-caudal. La dosis de los órganos de riesgo muestra diferencias no significativas. El V100 del ITV presenta variaciones significativas debido a la variación de densidades electrónicas según la modalidad de TC escogida. El V100 de los GTV calculados en cada fase es superior al 98%. **Conclusión:** Es recomendable utilizar un estudio 4D-CT para una correcta delineación del ITV. Si no se dispone de la tecnología se puede emplear un CT-promedio seleccionando la ventana adecuada y aumentando los márgenes en cráneo-caudal. No existen diferencias significativas de dosis recibida en los órganos de riesgo entre las distintas modalidades. La planificación optimizada en el TC-promedio proporciona una adecuada cobertura del GTV en las diferentes fases.

## DOC-69 MODELADO DE MESA DE TRATAMIENTO "VARIAN IGRT" Y VERIFICACIÓN DOSIMÉTRICA

GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; GARCÍA REPISO, S.; CONS PÉREZ, N.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; GARCÍA LEDESMA, J.; DÍEZ GALLEGU, M.A.; MARTÍN RINCÓN, C.

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA

El correcto modelado de la mesa de tratamiento en el sistema de planificación permite mejorar la precisión en el cálculo de dosis. Un estudio publicado recientemente por el TG-176 de AAPM describe la influencia dosimétrica



de la mesa de tratamiento y de los inmovilizadores externos utilizados en radioterapia y propone un método para caracterizarla. En este trabajo se verifica el modelado de la denominada "IGRT Couch" de Varian en el sistema de planificación Eclipse. Se encuentran atenuaciones debidas a la mesa de hasta un 8% para ángulos en los rangos de 120° a 140° y de 220° a 240°, y discrepancias máximas con la dosis calculada de un 3% con las UH (Unidades Hounsfield) que asigna el planificador por defecto. Adicionalmente, se analiza la influencia de la mesa en la verificación de 92 planes de tratamiento con arcoterapia volumétrica.

### DOC-71 THE STOCHASTIC LINEAR-QUADRATIC MODEL

SÁEZ-BELTRÁN, M. (1); SÁEZ-BELTRÁN, F. (2); PÉREZ ROZOS, A. (3); FERNÁNDEZ, F. (4)

(1) COMPLEJO ASISTENCIAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA; (2) COMPLEJO ASISTENCIAL DE ZAMORA; (3) HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA VICTORIA; (4) UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

**Introduction.** In this paper we show how to extend the linear-quadratic model of cell survival to include uncertainty in alpha and beta. The objective is, given the probability distributions of alpha and beta, find the probability distribution of cell survival, and explore their differences against the classical linear-quadratic model. **Methods:** We consider alpha and beta as random variables and the dose per fraction as a nonrandom parameter. Using probability rules, we found the survival probability distribution distributions from those of alpha and beta. For a dose fractionation scheme, we have to consider sums of random variables, leading to consecutive convolutions of the same probability distribution. For the equivalence of fractionation, we must distinguish between the expected value of survival and the expected value of the exponent. **Results:** When the equivalence of fractionation is on the expected value of the exponent we recover the formulas of the classic linear-quadratic model, substituting alpha and beta by its expected value. Where equivalence is on the expected value of the survival, alpha uncertainty modifies the effective expected value of beta. We get that the use of the ratio of the alpha average and beta average is more appropriate than the alpha beta ratio average. If the number of fractions is big enough, the probability distribution of survival is a log-normal distribution, due to the central limit theorem. **Conclusion:** We obtained formulas to include the uncertainty of alpha and beta in the linear quadratic model. Alpha uncertainty can modify the effective value of the beta average. This higher level of complexity gives in exchange better information of the effect of uncertainty on the outcome of treatments.

### DOC-94 PROGRAMA DE REFUERZO DE LA SEGURIDAD DEL PACIENTE EN RADIOTERAPIA INTRAOPERATORIA. IMPACTO DE VARIAS HERRAMIENTAS.

LÓPEZ TARJUELO, J. (1); SANTOS SERRA, A. (1); MORILLO MACÍAS, V. (1); BOUCHÉ BABILONI, A. (1); LUQUERO LLOPIS, N. (2); GARCÍA MOLLÁ, R. (1); QUIRÓS HIGUERAS, J.D. (1); DE MARCO BLANCAS, N. (1); BONAQUE ALANDÍ, J. (2); JUAN SENABRE, X.J. (1); FERRER ALBIACH, C. (1)

(1) CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN; (2) FUNDACIÓN HOSPITAL PROVINCIAL DE CASTELLÓN

**PROPÓSITO:** Existen recomendaciones encaminadas a analizar la seguridad del paciente. Presentamos un conjunto de herramientas y medidas para reforzarla en radioterapia intraoperatoria (RIO) con electrones. **MATERIAL Y MÉTODOS:** Realizamos un análisis de modos de fallo y efectos (FMEA) que se usó para centralizar la información. Los elementos de seguridad incluyeron la dosimetría in vivo en 40 casos con MOSFET reforzados modelo TN-502RDM-H, el control estadístico de procesos de la monitorización de los haces de electrones (SPC) del acelerador lineal Elekta Precise con el verificador diario Daily QA Check 1090, el diseño y la implementación de listas de verificación y otras medidas. Nuestras listas de verificación incluyeron procedimientos y equipos gestionados por diferentes profesionales. **RESULTADOS:** El FMEA constituyó una herramienta muy útil para identificar todos los riesgos potenciales y asignar medidas de control para reducirlos y reforzar la seguridad del paciente. La dosimetría in vivo confirmó nuestros tratamientos como correctos, con una dosis impartida medida del 93,8% de media, comparada con una dosis absorbida esperada en el lecho tumoral entre la dosis prescrita del 90% y la dosis máxima del 100%. El SPC condujo a conclusiones difíciles de implementar dada su sensibilidad alta. Las listas de verificación son viables, pero requieren un fuerte compromiso por parte del equipo multidisciplinar para ser operativas. Otros elementos identificados son la revisión doble de las decisiones humanas y las peticiones de automatización de algunos procesos. **CONCLUSIONES:** El FMEA puede identificar las oportunidades de refuerzo de la seguridad del paciente y permite elaborar una especie de tablero central en el que ir encajando las acciones y los elementos reductores del riesgo: un programa de dosimetría in vivo, listas de verificación, comprobación de las decisiones tomadas por el equipo humano, y la automatización de ciertos procesos. El SPC necesita más investigación antes de poder integrarse.

13:00-14:00 horas - COMUNICACIONES - Dosimetría física

Moderan: José Richart Sancho; Josep Sempau

### DOF-06 PENELOPE: A PYTHON WRAPPER FOR PENELOPE

SAEZ-BELTRAN, M. (1); FERNANDEZ, F. (2); SAEZ-BELTRAN, F. (3)

(1) COMPLEJO ASISTENCIAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA; (2) UNIVERSIDAD DE SALAMANCA; (3) COMPLEJO ASISTENCIAL DE ZAMORA

**Introduction:** PENELOPE is a monte carlo package that should be compiled before use. It is not suitable for interpreted programming and lacks of libraries for graphical use. The objective of this paper is to merge python and PENELOPE in a user interactivescientific programming paradigm and have a mean to access directly the PENELOPE physics database. **Methods:** We use the F2PY interface generator tool to create a signature file that provides the

information that python requires to run each subroutine. Aftersome source code cleaning, for each PENELOPE subroutine we define which variable fit as input or output. We provide also new subroutines to access the physical database penbase that were not available in the original source code. We provide details on how to generate the signature file and how to create the compiled module penelopy. Results: The penelopy module can be called inside any python interpreter, such as IPython. We provide examples of how to import it, initialize PENELOPE common block variables and use it. We provide an example of how to access and use the bremsstrahlung reduce cross-section from the physical database at runtime from IPython. Discussion: Python is not a compiled language but an interpreted one. This usually means longer execution times. But due to the fact that F2PY wraps a compiled version of the subroutines, it should not mean a reduce execution speed inside each subroutine. Some recommendation for future versions of PENELOPE are given. Conclusion: PENELOPE can be used inside any python interpreter without modifying its source code and we introduce an easy novel way to access its physical database.

## **DOF-07 PHASE SPACE DETERMINATION FOR INTRAOPERATIVE ELECTRON RADIATION THERAPY WITH A GENETIC ALGORITHM-BASED PROCEDURE**

**IBÁÑEZ, P. (1); VIDAL, M. (1); GARCÍA-MARCOS, R. (1); GUERRA, P. (2); UDÍAS, J.M. (1)**

(1) UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID; (2) UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Phase space generation requires a reliable description of the electron or photon beam that delivers the dose, and should be obtained from detailed Monte Carlo simulations of the accelerator. This is a time consuming procedure and further the size of phasespace files makes them difficult to work with. We present a procedure to generate within a few minutes a phase space file suitable for intraoperative electron radiation therapy which reproduces the experimental percentage depth dose in water, by optimizing the energy spectrum that fits the experimental dose data with a genetic algorithm, and using the information from a previously stored full database of monochromatic PHSP and PDD from a specific simulated accelerator.

## **DOF-08 PLANIFICACIÓN DE RADIOTERAPIA MEDIANTE EL USO DE MODELOS REALISTAS PERSONALIZADOS DE PACIENTES A PARTIR DE IMAGEN TC CON MALLA NO ESTRUCTURADA**

**MORATÓ, S. (1); MIRÓ, R. (1); JUSTE, B. (1); VERDÚ, G. (1); SANTOS, A. (2)**

(1) UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA; (2) CONSORCI HOSPITALARI PROVINCIAL DE CASTELLÓ

Actualmente, entre todos los posibles métodos de cálculo para obtener distribuciones de dosis absorbida, el más exacto y que mejor reproduce geometrías complejas, es el método de Monte Carlo (MC). El presente trabajo se ha centrado en la reconstrucción 3D de un maniquí antropomórfico RANDO phantom mediante malla no estructurada, a partir de la segmentación de imágenes de tomografía computarizada (TC), para posteriormente simular la irradiación del maniquí en un acelerador lineal médico (LINAC). Para la simulación se ha hecho uso del código Monte Carlo MCNP6 y se ha validado con medidas experimentales tomadas en el interior del maniquí mediante dosímetros MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor).

## **DOF-23 A PROCEDURE TO MEASURE OUTPUT FACTORS OF SMALL FIELDS WITH RADIOCHROMIC FILMS**

**GONZÁLEZ-LÓPEZ, A. (1); VERA-SÁNCHEZ, J.A. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA ARRIXACA; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO SANT JOAN

The measurement of the dose distributions for small fields in radiotherapy is a challenge. A perfect dosimeter should be independent of the radiation energy or the dose rate and should have a negligible volume effect. The radiochromic film characteristics fit well to these requirements. However the response of radiochromic films and their digitizing processes present a non negligible spatial inhomogeneity problem. The present work uses a method for 2D measurement with radiochromic films based on the reduction of the spatial inhomogeneity of both the film and the film digitizing process: By means of registering and averaging several measurements of the same field, the inhomogeneities are mostly canceled. Measurements of output factors (OFs) are presented. The field sizes investigated are 0.5x0.5 cm<sup>2</sup>, 0.7 x0.7cm<sup>2</sup>, 1x1cm<sup>2</sup>, 2x2cm<sup>2</sup>, 3x3cm<sup>2</sup>, 6x6cm<sup>2</sup> and 10x10cm<sup>2</sup> for 6 MV and 15 MV photon beams. The OFs measured with the radiochromic film are compared with the measurements carried out with a PinPoint ionization chamber and a Semiflex ionization chamber. The results obtained for the OFs measurements show a good agreement between radiochromic films and the PinPoint and Semiflex chambers when the field size is greater or equal than 2x2cm<sup>2</sup>. These agreements give confidence on the accuracy of the method as well as on the results obtained for smaller fields.

## **DOF-57 EVALUACIÓN DEL SISTEMA ARC CHECK PARA VERIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS VMAT DE VOLÚMENES MUY PEQUEÑOS EN SRS Y SBRT CON HACES FF Y FFF**

**ABAD, D. (1); RUIZ, C. (1); CANDELA-JUAN, C. (1); CARMONA, V. (1); GIMENO, J. (1); LLISO, F. (1); BALLESTER, F. (2); PÉREZ-CALATAYUD, J. (1)**

(1) SEVICIO DE RADIOTERAPIA, UNIDAD DE FÍSICA MÉDICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE, VALENCIA; (2) DEPARTAMENTO DE FÍSICA ATÓMICA NUCLEAR Y MOLECULAR, UNIVERSITAT DE VALÈNCIA, VALENCIA

El objetivo de este trabajo es evaluar la viabilidad de ArcCHECK (AC) (SunNuclear Corporation) como sistema de control de calidad para la verificación de planes VMAT con campos muy pequeños, haces FFF y altas tasas de dosis y dosis por fracción. Se escogieron cuatro casos con blancos pequeños (4.9 - 53.4 cm<sup>3</sup>) situados en distintas

localizaciones corporales y planificados con la técnica RapidArc con tasas entre 600 y 2400 MU/min y haces con y sin filtro. Las distribuciones 3D se calcularon con Eclipse, algoritmo AAA v10.28 y las medidas se llevaron a cabo en un Varian TrueBeam Linac 2.0. Los cuatro planes fueron verificados con AC. Las medidas obtenidas con el array cilíndrico de diodos se compararon, mediante análisis gamma 3D, con los cálculos del TPS evaluados en el conjunto de imágenes del AC. También se emplearon películas EBT3 de Gafchromic y cámara de ionización PinPoint (PTW) para la verificación, considerándolos como buen estándar. Para las medidas con EBT3 y PinPoint se utilizó un maniquí cilíndrico de agua sólida. En la medida con película se hizo uso de un análisis gamma 2D para la comparación con los cálculos del planificador. En el análisis gamma 3D así como en el 2D, los criterios utilizados fueron: 3%/3 mm, 2%/2 mm y 1%/1 mm, diferencia dedosis y DTA, con un umbral del 10% al máximo de dosis, global y local. Para la medida en punto se tomaron en cuenta siete puntos de medida con el fin de evaluar las incertidumbres de setup, considerando un error potencial de setup de 1 mm en cualquier dirección. Las medidas realizadas con AC están en buen acuerdo con los cálculos del TPS. Los resultados obtenidos con EBT3 y PinPoint garantizan que AC es una buena herramienta para verificación de tratamientos en las condiciones consideradas.

15:30-16:45 horas DEBATE

## RADIOCIRUGÍA: MARCO INVASIVO FRENTE A IMAGEN GUIADA

**P. FERNÁNDEZ, P. (1); ZUCCA APARICIO, D. (2); REY, G.**

(1) LETÓN; (2) RADIOFÍSICO ADJUNTO. SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA HOSPITAL UNIVERSITARIO HM SANCHINARRO MADRID. MADRID

17:15-18:30 horas - COMUNICACIONES - IMRT

Moderan: Rafael Arrans Lara; Luis Núñez

## IMR-11 CONTROL DE CALIDAD DE TRATAMIENTOS VMAT: COMPARACIÓN PORTAL DOSIMETRY - ARCHECK MEDIANTE ESTUDIOS DE INDICE GAMMA Y DOSIS EN ISOCENTRO.

**GINER SALA, M.; ROCH GONZÁLEZ, M.; PÉREZ GONZÁLEZ, L.; GARCÍA VICENTE, F.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA PRINCESA

Objetivos: Analizar la precisión y compatibilidad de los equipos ArcCHECK/SNCPatient/3DVH y Varian Portal Dosimetry (PD)/ EPID (Electronic Portal Imaging Device) para la verificación QA de tratamientos VMAT (RapidArc). Material y método: Se realiza un estudio retrospectivo de 55 pacientes con distintas patologías tumorales para la evaluación de los software de SNC Patient v. 6.2.3 / 3DVH v.3 (Sun Nuclear) y Varian PD v.11, todos ellos tratados con VMAT en un acelerador CLINAC 2300 IX de fotones de 6 MV, planificados con ECLIPSE v.11.0 y calculados y optimizados con algoritmo AAA v.11 y PRO v.11, respectivamente. Se han analizado los resultados de la métrica gamma 3% diferencia de dosis / 3mm DTA y 2%/2mm, con umbral del 10% sobre el máximo, y las desviaciones de la dosis en el isocentro respecto a las calculadas con AAA y EPID. Resultados: La media y desviación estándar (SD) de los puntos que superan el criterio gamma < 1 son muy similares en ambos sistemas, para el criterio 3%/3mm el 99% de los puntos supera el umbral gamma y en 2%/2mm el 95%. La diferencia media entre la dosis en el isocentro calculada y estimada por el software 3DVH es 0.8% con SD 0.9% (máx.2.9%) y -1% SD 2% usando EPID donde se observa que hasta el 11% de las medidas supera la desviación del -3.2%. Conclusión: En nuestras condiciones de tratamiento ambos sistemas dan resultados muy similares en el análisis gamma por lo que, excepto en casos excepcionales, un sistema sería suficiente. La lectura EPID en el isocentro no sustituye la medida de dosis absoluta en maniquí. Bibliografía: M. Hussein et. al. A comparison of the gamma index analysis in various commercial IMRT/VMAT QA systems. Radiotherapy and Oncology 109(2013)370-376.

## IMR-12 DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UN PROGRAMA DE GARANTÍA DE CALIDAD BASADO EN DYNALOGS

**HERNÁNDEZ MASGRAU, V.; ABELLA CERREJIDO, R.; PÉREZ FERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ SÁNCHEZ, M.; VERA SÁNCHEZ, J.A.; GONZÁLEZ LEYBA, M.; ARTIGUES PEDROLA, M.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO SANT JOAN DE REUS

Los objetivos de este trabajo son (1) mostrar las posibilidades que ofrecen los Dynalogs, (2) presentar los programas informáticos desarrollados para implantar un Programa de Garantía de Calidad (PGC) basado en Dynalogs y (3) exponer los resultados obtenidos durante 2013-2015. El Programa de Garantía de Calidad se ha desarrollado mediante Java (análisis de dynalogs), MATLAB® (obtención y comparación de fluencias) y Sistema Gestor de Base de Datos MySQL (almacenamiento de resultados y generación de informes). Se han evaluado 3 aceleradores VARIAN y se han analizado >60,000 Dynalogs, correspondientes a campos de IMRT con gantry fijo y de VMAT. Como parte de este PGC se verifican diariamente todos los campos dinámicos administrados, mediante: (a) Análisis de las desviaciones cuadráticas de las láminas. Los valores RMS correspondientes a distintas fracciones de un mismo tratamiento son muy estables, con incrementos  $< i>< i>0.05\text{mm}$  en más del 99.9% de los casos. (b) Análisis de las desviaciones máximas del posicionamiento del MLC. Típicamente son de 1-1.5mm, aunque dependen mucho de la velocidad máxima de las láminas. (c) Incidencia de beam hold-offs y de haces con interrupciones. La incidencia promedio es de 1 hold-off por cada 3 campos dinámicos administrados y < 1% de haces con interrupciones. (d) Comparación entre fluencias calculadas a partir de los Dynalogs y fluencias planificadas. La concordancia entre fluencias es excelente: más del 99.9% de los campos tienen un passing rate del gamma 1%/1mm superior

98%. La implantación de un PGC con Dynalogs permite controlar todas las sesiones de tratamiento y monitorizar exhaustivamente el MLC. Los controles son totalmente automatizables y no requieren disponibilidad de las unidades de tratamiento. Es conveniente establecer un PGC con Dynalogs, pero para validar sus resultados es recomendable realizar controles diarios del MLC, preferentemente a distintos ángulos de brazo y al final de la jornada laboral.

### **IMR-15 ESTABLECIMIENTO DEL ESTADO DE REFERENCIA INICIAL Y USO EN RUTINA CLÍNICA DE OCTAVIUS 4D PARA VERIFICACIONES VMAT**

**GIMENO OLMOS, J. (1); CANDELA JUAN, C. (1); BAUTISTA BALLESTEROS, J.A. (1); CARMONA MESEGUER, V. (1); LLISO VALVERDE, F. (1); BALLESTER PALLARÉS, F. (2); PÉREZ CALATAYUD, J. (1);**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARI I POLITÈCNIC LA FE; (2) UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Este estudio tiene como objetivos establecer el estado de referencia inicial del dispositivo OCTAVIUS 4D y las matrices de detectores 729 y 1000 SRS para verificaciones de tratamientos VMAT, así como proporcionar los resultados clínicos obtenidos en el Hospital La Fe hasta la fecha. Tras demostrar que la homogeneidad en la respuesta de los detectores de los dos arrays utilizados, su linealidad, reproducibilidad y fugas son adecuadas, se evaluó la precisión de la reconstrucción comparando con medidas con otra cámara de ionización independiente, obteniendo desviaciones menores al 4%. Por lo tanto se concluye que el sistema Octavius 4D proporciona una reconstrucción precisa de la dosis tridimensional. Este dispositivo ha sido aplicado en nuestro centro a más de 900 verificaciones. En este trabajo se presenta un análisis de los resultados, que puede servir para establecer valores de referencia útiles para otros centros que utilicen el mismo sistema.

### **IMR-16 ESTUDIO DE ERRORES DE POSICIONAMIENTO DEL MLC EN TRATAMIENTOS DE IMRT DINÁMICA MEDIANTE EL ANÁLISIS DE FICHEROS DYNALOGS.**

**OLASOLO ALONSO, J.; PELLEJERO PELLEJERO, S.; GRACIA OCHOA, M.; GALLARDO RODRÍGUEZ, N.; MARTÍN ALBINA, M.L.; LOZARES CORDERO, S.; MAÑERO CÁMARA, F.; BRAGADO ÁLVAREZ, L.; MIQUELEZ ALONSO, S.; RUBIO ARRÓNIZ, A.**

COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA

Objetivo: Se ha evaluado la precisión del posicionamiento del MLC en aceleradores lineales Varian en la técnica IMRT dinámica, analizando los ficheros dynalogs generados por el controlador del MLC. Material y métodos: En los aceleradores Clinac (tecnología pre-TrueBeam) el sistema de control tiene un retardo de aproximadamente 50 ms (tiempo de un ciclo de control). Así, el sistema compara la posición medida con la planificada correspondiente al siguiente ciclo de control. Según nos confirma el soporte técnico de Varian este efecto provoca que en los dynalogs las posiciones medidas aparezcan desfasadas un ciclo respecto a las planificadas. Han sido analizados cerca 9000 dynalogs pertenecientes a tres aceleradores lineales de nuestro centro (un Trilogy y dos Clinac 21EX) equipados con el MLC Millennium 120. Para comparar nuestros resultados con publicaciones anteriores se calculan también errores RMS del posicionamiento de las láminas con y sin el efecto del retardo. Los dynalogs se han analizado con un programa propio desarrollado en Matlab. Resultados: El error RMS en las posiciones de las láminas en cada máquina es 0.341, 0.339 y 0.348 mm; en promedio 0.343 mm. El percentil 95 del error es 0.617, 0.607 y 0.625; en promedio 0.617 mm. En el estudio reciente multi-institución de Kerns el error RMS promedio calculado es 0.32 mm y el percentil 95 promedio es 0.64 mm. Sin el desfase, el error RMS en las posiciones de las láminas en cada máquina es 0.04, 0.042 y 0.038 mm; en promedio 0.04 mm. El percentil 95 del error es 0.057, 0.058 y 0.054; en promedio 0.056 mm. Conclusión: El percentil 95 y los errores RMS en nuestro centro son similares al estudio multi-institución. Las estadísticas de errores calculadas sin corregir el desfase son significativamente mayores porque se añade una componente proporcional a la velocidad. Se propone usar estadísticas sin desfase para evaluar la precisión del MLC.

### **IMR-18 EXPERIENCIA CON EL USO DE LOS ARCHIVOS DYNALOG COMO HERRAMIENTA DE QA DIARIO DEL SISTEMA MULTILÁMINAS**

**ANTÓN GARCÍA, D.; DEL CASTILLO BELMONTE, A.; PÉREZ GARCÍA, H.; MIGUEL PÉREZ, D.; DE FRUTOS BARAJA, J.; ALONSO HERNÁNDEZ, D.; PÉREZ RODRÍGUEZ, C.; SÁNCHEZ BELDA, M.; RUBÍ OLEA, L.**

HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID

Cuando los aceleradores lineales Varian imparten tratamientos dinámicos el controlador del multiláminas genera un archivo dynalog por carro. Nos proponemos usar la información de estos archivos para implementar un test diario de ejecución y análisis rápidos para comprobar la constancia en las prestaciones en tratamientos dinámicos en condiciones clínicas del MLC y advertir posibles problemas antes de comenzar la jornada de tratamientos. Como parte de los controles de calidad diarios de un acelerador Varian DHX RapidArc se imparte un plan VMAT derivado de un tratamiento clínico. Los archivos dynalog generados en la consola de tratamiento se transfieren a uno de los ordenadores del servicio para su análisis y se borra de la consola. Para la explotación de los datos del archivo partimos del paquete Dynalog Analysis Package. En esta primera experiencia utilizamos la función lista para usar `exampleSummary`. Con ella se obtienen dos mapas de pseudofluencia correspondientes a la del plan previsto y del ejecutado, además de una representación de la evaluación gamma entre ambos que hemos establecido para 2 mm, 2%. Se obtiene también un archivo de valores separados por comas (csv) de diversos parámetros del posicionamiento de las láminas. Este archivo diario se vuelca a un fichero Excel de la serie histórica lo que nos permite hacer un seguimiento de tendencias. Durante el periodo que llevamos empleando esta prueba los valores analizados se han mantenido estables cumpliendo el objetivo de controlar la constancia en el desempeño del multiláminas en los tratamientos VMAT. Sin embargo algunas incidencias, como roturas del motor de alguna lámina, no tuvieron reflejo en los parámetros analizados, por lo que la capacidad de detectar problemas anticipadamente es dudosa.

## IMR-21 OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE IRRADIACIÓN MEDIANTE TÉCNICA IMRT CON MLC DINÁMICO EN TRATAMIENTOS DE MAMA

GARCÍA LEDESMA, J.; MARTÍN RINCÓN, C.; GARCÍA REPISO, S.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; CONS PÉREZ, N.; DíEZ GALLEGO, M.A.; SAÉZ BELTRÁN, M.; DE SENA ESPINEL, E.

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA

Los tratamientos de mama en nuestro centro hospitalario se planifican mediante IMRT de forma directa mediante segmentos de MLC estáticos, gracias a las nuevas posibilidades que nos brindan los aceleradores disponibles en este momento para este tipo de tratamientos, que nos permiten realizar técnicas de IMRT planificada de forma directa pero con MLC dinámico mediante irradiaciones de tipo Step and Shoot. Para ello el planificador Eclipse del fabricante Varian dispone de una herramienta de fusión de campos siempre y cuando estos campos cumplan unas series de condiciones, con la consecuente reducción del tiempo de tratamiento con respecto al tratamiento de IMRT con MLC estático. Este trabajo pretende comparar las dosimetrías clínicas de ambas técnicas y los tiempos de irradiación.

## IMR-27 STEREOTACTIC BODY RADIOTHERAPY (SBRT) PARA TUMORES PERIFÉRICOS DE PULMÓN. UNA COMPARACIÓN ENTRE DOS TÉCNICAS DE PLANIFICACIÓN CON VMAT

PENEDO COBOS, J.M.; GARCIA CASTEJON, M<sup>o</sup> A.; GOMEZ-TEJEDOR ALONSO, S.; RINCÓN PÉREZ, M.; PÉREZ CASAS, A.M.

FUNDACION JIMENEZ DIAZ

Objetivo: El objeto de este estudio fue evaluar y comparar la eficiencia entre dos técnicas de planificación diferentes con VMAT, para el tratamiento de tumores periféricos de pulmón con SBRT. Material y método: Se incluyeron en este estudio cinco pacientes con un único tumor periférico de pulmón menor de 50 cm<sup>3</sup>. Se crearon dos planes diferentes con VMAT para cada paciente. El primer plan se hizo utilizando un arco de 360° (1ARCO). El segundo plan se hizo utilizando un arco de 180°, girando desde 180° a 0°, en el lado ipsilateral del pulmón afecto (1SEMIARCO). La comparación dosimétrica se hizo en términos del porcentaje de pulmón sano que recibe una dosis biológica equivalente superior a 20 Gy (HLV20) y del porcentaje de pulmón contralateral que recibe una dosis biológica equivalente superior a 5 Gy (CLV5). Asimismo se compararon el índice de conformidad de Paddick (PCI), el índice de homogeneidad definido por la RTOG y la máxima dosis absorbida por la médula, el esófago y el corazón. Además, para evaluar la eficiencia entre ambas técnicas, se tuvieron en cuenta las unidades de monitor por gray (UM/Gy) y el tiempo de tratamiento (TDT), excluyendo el tiempo empleado en la colocación del paciente y en la adquisición de imágenes. Resultados: TDT medio fue un 27% menor ( $p < 0.05$ ) para 1 SEMIARCO comparado con 1ARCO. CLV5 medio fue un 49.9% menor ( $p < 0.05$ ) para 1SEMIARCO comparado con 1ARCO. 1SEMIARCO mostró similar PCI, HI, HLV20 y similar dosis máxima en los OARs comparado con 1ARCO ( $p > 0.05$ ). Conclusiones: Además de conseguir un menor V5Gy en el pulmón contralateral, un arco de 180° consigue un menor tiempo de tratamiento comparado con un arco de 360°, lo que implica una reducción del riesgo de movimientos intrafracción.

18:30-19:30 horas - SEFM - Asamblea

08:00-09:00 horas - CURSO REFRESCO

## PROTOKOLO DE CC DE LA INSTRUMENTACIÓN EN MN

**PUCHAL, R.**

*COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO DE LA SEFMA "CONTROL DE CALIDAD EN LA INSTRUMENTACIÓN EN MEDICINA NUCLEAR"*

La práctica del control de calidad de la instrumentación empleada en medicina nuclear ha experimentado una gran expansión en España como consecuencia de la publicación del real decreto RD 1841/97. Este real decreto, en lo que a instrumentación se refiere, hace obligatoria la ejecución de un mínimo de pruebas para el control de calidad del equipamiento utilizado en medicina nuclear «in vivo». En su anexo II se fijan los equipos que deben controlarse así como las pruebas que deben practicarse en cada uno de ellos. En estas pruebas se establecen las prestaciones, su periodicidad, el procedimiento de medida y los valores mínimos que deben obtenerse. Por otra parte se obliga a que toda unidad de Medicina nuclear disponga de los servicios de un especialista en radiofísica hospitalaria, que participe, entre otros temas, en el control de calidad de la instrumentación de Medicina nuclear.

La publicación en 1999 del "Protocolo para el control de calidad de la instrumentación de medicina nuclear" fue de gran ayuda para la implantación de las pruebas que el mencionado real decreto obligaba a efectuar. Este documento permitió que muchos servicios de radiofísica y protección radiológica y también algunas unidades técnicas de protección radiológica, que hasta entonces no se habían visto involucradas en el control de calidad de la instrumentación en Medicina nuclear, pudieran guiarse para abordar las pruebas reglamentarias con seguridad. Por un lado la experiencia adquirida en este control de calidad después de quince años y por otro lado la utilización de equipos que no están contemplados en el Real Decreto 1841/1997 todavía vigente, han hecho necesaria una actualización en profundidad del anterior protocolo. Es imprescindible mencionar que este nuevo documento responde a las necesidades expresadas en el proyecto de actualización del mencionado real decreto, que está pendiente de tramitación desde agosto de 2008, tanto en lo que se refiere al equipamiento como a la periodicidad de algunas pruebas y a las tolerancias de los valores de los parámetros obtenidos en ellas.

Por todo ello, y para que la actualización de este protocolo sea sencilla, se ha optado por una estructura en forma de fichas cuyo contenido sea autosuficiente.

Las pruebas se han agrupado según los siguientes tipos de equipos: -Activímetros; -Sondas de captación externa; -Sondas quirúrgicas; -Gammacámaras planares; -Gammacámaras de cuerpo entero; -Gammacámaras tomográficas; -Tomógrafos de positrones; -Equipos híbridos; -Equipos de tratamiento de datos; -Contadores de tubos. En este protocolo los equipos híbridos se refieren a aquellos equipos que utilizan dos modalidades de imagen, como es el caso del SPECT/TC y PET/TC o, del PET/RNM. En estos casos, se ha considerado que el control de cada modalidad ha de hacerse por separado, más unas pruebas de registro para comprobar la superposición entre las imágenes obtenidas por las distintas modalidades. Así, los controles para los TC y RNM deben hacerse según el protocolo específico correspondiente.

Siguiendo el protocolo anterior, se han incluido los contadores de tubos que se emplean en algunas determinaciones de laboratorio. Aunque estos equipos no incidan directamente en la irradiación del paciente su buen funcionamiento es clave para la determinación de magnitudes diagnósticas.

Para todos los equipos y pruebas se ha empleado el mismo modelo de ficha que está compuesta por los siguientes campos: -Código: código de la prueba; -Nombre: nombre de la prueba; -Finalidad: breve indicación de la utilidad de la prueba; -Calificación: esencial/complementaria dependiendo de si se controla un aspecto fundamental del equipo o informa de aspectos que no inciden directamente en el funcionamiento básico del equipo; -Tipo y Frecuencia: en Medicina nuclear deben distinguirse forzosamente tres tipos de pruebas: aceptación, referencia y constancia; -Personal: indica el nivel de formación adecuado para la realización de la prueba; -Material: indica todo el material necesario para la realización de la prueba como pueden ser maniqués, fuentes radiactivas, etc; -Procedimiento: indica la manera de hacer la prueba separando claramente la adquisición de datos y el análisis y tratamiento que debe hacerse con ellos; -Tolerancias: indica las condiciones en que la prueba se considera satisfactoria; -Tiempo estimado: es una indicación del tiempo aproximado en que se puede realizar la prueba en su totalidad por el personal indicado; -Observaciones: donde se incluye toda aquella información auxiliar que pueda ser útil en la realización de la prueba y su posible relación con otras; -Bibliografía: relación de normas, protocolos y artículos que han servido de base para la redacción de la prueba.

Para poder abarcar con cierta facilidad los 10 temas tratados se acordó crear un grupo de trabajo en el que hubiera un coordinador para cada tema que fuera responsable de su equipo de redacción. En total han participaron 14 personas que se distribuyeron en función de la extensión del tema en grupos de 2 o 3 miembros. También se procuró que éstos pertenecieran a centros repartidos por toda la geografía para aportar distintas experiencias y visiones de cada tema.

09:00-09:45 horas - PONENCIA INVITADA

Moderador: Josep M. Martí-Climent

### **DOSIMETRY IN MOLECULAR RADIOTHERAPY**

**LASSMANN, M.**

DEPARTMENT OF NUCLEAR MEDICINE, UNIVERSITY HOSPITAL WÜRZBURG, GERMANY

In targeted radiotherapy patient-specific dosimetry is essential for both the prediction of the safety of a treatment and of the tumour response; ideally, reliable dose-response relationships can be established. For pre-therapeutic dosimetry for the purpose of dose-planning or for post-therapeutic dose verification, quantitative imaging of the biokinetics of the administered radiolabelled substance is necessary followed by the calculation of the absorbed doses with potential inclusion of biological effects comprising the three following steps: a) *Quantitative Imaging*: The established method for quantitative imaging for dosimetry relies on the measurement of the biokinetics by serial gamma-camera scans. For quantification attenuation, scatter and partial volume corrections need to be considered. Newer approaches also introduce tomographic measurements using SPECT(/CT) or PET(/CT) to increase dosimetric accuracy. If organ or lesion dosimetry is performed, precise determination of organ/lesion volumes is necessary, as the use of standard organ volumes may be severely incorrect. Care has to be taken for an appropriate calibration of the imaging system. b) *Biokinetics*: This requires the determination of a correct temporal sampling and the use of ad hoc procedures to integrate the activity within time to obtain the total number of decays occurring in the source organs or the residence times. c) *Absorbed doses*: As soon as the residence times (and their accuracy) of the relevant structures are known, the absorbed dose calculation can be performed. In many cases the "MIRD formalism" can be applied:  $D = \bar{A} * S$ ; D: the mean absorbed dose to a target region from the cumulated activity in a source region;  $\bar{A}$ : the cumulated activity (i.e. the integral of the activity-time curve); S: S factor (= mean absorbed dose per unit cumulated activity in the source region). Different dose calculation approaches exist: These may either be based on tabulated S factors (with mass correction) of anthropomorphic phantoms, on convolution kernels or on Monte-Carlo simulations. In order to assess the actual absorbed doses during treatment some measurements for quality control must be performed. These measurements include/consist of quantitative measurements of the pharmacodynamics during therapy to prove the assumed biodistribution. This step is necessary for each patient to ensure optimal treatment.

09:45-10:30 horas - COMUNICACIONES - Radiodiagnóstico

Moderador: Alfonso Calzado Cantera. *Profesor Titular de Universidad. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid*

Juan Manuel Campayo

### **RDD-05 NUEVA METODOLOGÍA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL SISTEMA DE MODULACIÓN ANGULAR DE CORRIENTE EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA**

**JORDI-OLLERO, O.; LATORRE-MUSOLL, A.; RUIZ-MARTÍNEZ, A.; CARRASCO, P.; LIZONDO, M.; EUDALDO, T.; DELGADO-TAPIA, P.; JORNET, N.; RIBAS, M.**

HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU

Introducción. La propuesta del PECCRD para comprobar el funcionamiento de los sistemas de modulación angular de corriente en equipos de TC mediante el ruido, no es suficientemente sensible. Este trabajo verifica el funcionamiento de dichos sistemas mediante la determinación de una función angular  $i(\theta)$  a partir de datos experimentales.  $i(\theta)$  permite, por un lado, visualizar el comportamiento de la intensidad de la corriente del tubo y por otro lado, cuantificar el ahorro de dosis asociado a la exploración y compararlo con el que reporta el TC. Métodos Se han realizado exploraciones helicoidales sobre dos maniqués con un TC Philips Brilliance Big Bore, sistema de modulación angular denominado DDOM. Para cada maniqué, se ha colocado el detector CT Dose Profiler (RTI Electronics) primero en el centro y luego en posiciones periféricas. En cada posición, se han tomado perfiles de tasa de dosis con y sin DDOM.  $i(\theta)$  se halla como el cociente, para cada ángulo, de la tasa de dosis con DDOM sobre la tasa de dosis sin DDOM. El ahorro de dosis asociado a la exploración se encuentra a través de su integral. Se ha estudiado también el ruido de las imágenes. Discusión Los resultados validan el modelo:  $i(\theta)$  muestra mínimos para ángulos en que el espesor es menor y es independiente de la posición de medida del detector. Para el maniqué de dimensiones parecidas al maniqué patrón, el ahorro calculado y el ahorro que reporta el TC son coincidentes (< 1%). Para el maniqué cuyo diámetro máximo es tres veces el mínimo, la diferencia de ahorros es 36%. Ello sugiere que el ahorro de dosis que reporta el TC puede ser menos realista para situaciones extremas. La diferencia máxima entre el valor del ruido con y sin DDOM es de 0.3%, insuficiente para asegurar el correcto funcionamiento de DDOM.

### **RDD-17 USING A STAR BAR PATTERN IMAGE TO INVESTIGATE THE MTF OF AN IMAGING SYSTEM**

**GONZÁLEZ-LÓPEZ, A. (1); RUIZ-MORALES, C. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA ARRIXACA; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO LA FE

Purpose: A procedure to obtain the MTF of an image system from a star bar pattern image is presented. Methods: The images used are artificially generated following a procedure that simulates sampling, blurring and noise present in a real phantom image. The MTF from a star bar pattern is obtained from the analysis of circular scans over the star pattern and concentric to it. The radius of the scanning circumference is proportional to the spatial frequency of the curve arising from the scan, and the amplitude of this curve is directly related to the system MTF for that frequency.

An oversampling procedure is also followed to minimize the effect of noise in the image Results and conclusions: The MTF's calculated following this procedure show a very good agreement with the analytical MTF. Also, as the whole star bar pattern image is used for the MTF computation the high signal to noise ratio guarantees a good immunity against noise.

## **RDD-24 DIFERENCIACIÓN DE CÁNCER DE PULMÓN FRENTE A PATOLOGÍA BENIGNA MEDIANTE TC DE ENERGÍA DUAL ESPECTRAL**

**GONZÁLEZ PÉREZ, V. (1); BARTRÉS SALIDO, A. (1); ARANA FERNÁNDEZ DE MOYA, E. (2); CRUZ MOJARRIETA, J. (3); BARRIOS BENITO, M. (2); DE LOS DOLORES ALEMANY, V. (1); CAMPO SANMARTÍN, V. (1); CRISPÍN CONTRERAS, V. (1)**

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. FUNDACIÓN INSTITUTO VALENCIANO DE ONCOLOGÍA; (2) SERVICIO DE RADIOLOGÍA. FUNDACIÓN INSTITUTO VALENCIANO DE ONCOLOGÍA; (3) SERVICIO DE ANATOMÍA PATOLÓGICA. FUNDACIÓN INSTITUTO VALENCIANO DE ONCOLOGÍA

El objetivo de este estudio fue evaluar las curvas espectrales de unidades Hounsfield (UH) generadas por un tomógrafo computerizado de energía dual (TCED) para diferenciar entre masas pulmonares benignas y malignas. Para una muestra de 123 pacientes en los que se llevó a cabo una imagen de TCED, un radiólogo situó regiones de interés (ROI) en las masas pulmonares. Los estudios espectrales de unidades Hounsfield nos muestran curvas con la atenuación de cada ROI a lo largo del rango 40 - 140 keV. Se parametrizó dichas curvas y se comparó los resultados entre los casos confirmados por anatomía patológica como benignos (23 casos) y malignos (100 casos). Los parámetros que se evaluaron fueron: A asíntota de la curva (valor al cual tiende a energías altas); B: rango de la curva (valores entre los que está comprendida) y C: relacionado con la curvatura. Se calculó las curvas COR para los parámetros A, B y C. Para el parámetro A:  $AUC = 0,68 \pm 0,06$  (rango 0,561 - 0,798 con nivel de confianza del 95%); para el parámetro B:  $AUC = 0,62 \pm 0,07$  (rango 0,493 - 0,759 con nivel de confianza del 95%); y para el parámetro C:  $AUC = 0,62 \pm 0,07$  (rango 0,492 - 0,753 para un nivel de confianza del 95%). Los tres parámetros espectrales parecen adecuados para la diferenciación entre lesiones benignas y malignas. El parámetro A muestra un valor de AUC superior al de los parámetros B y C aunque sin diferencias estadísticamente significativas (superposición de los intervalos de confianza del 95%). Este estudio parece sugerir que los parámetros que describen las curvas espectrales en TCED son unos indicadores prometedores para distinguir la malignidad de las lesiones.

11:00-11:45 horas - PONENCIA INVITADA

## **RADIOLOGÍA PEDIÁTRICA: TACS Y RIESGO DE CÁNCER**

**CARDIS, E.**

BARCELONA

11:45-13:00 horas - COMUNICACIONES - Radiodiagnóstico

Moderan: Emilio Casal Zamorano. *Jefe de Servicio. Centro Nacional de Dosimetría. INGESA. Valencia*  
Pedro Galán

## **RDD-22 COMPARACIÓN DOSIMÉTRICA ENTRE MAMOGRAFÍA CONVENCIONAL DIGITAL Y TOMOSÍNTESIS DIGITAL DE MAMA**

**RAMOS, D. (1); SERNA, A. (2); MATA, J.F. (3); PUCHADES, V. (4)**

(1) AMORES; (2) BERNA; (3) COLODRO; (4) PUCHADES

En este trabajo se pretende demostrar las diferencias dosimétricas entre dos modalidades de estudios mamográficos, la mamografía convencional (CM) y la tomosíntesis digital de mama (DBT). Además comprobar si las dosis impartidas en las dos modalidades cumplen con las tolerancias del Protocolo Español de Control de Calidad en Mamografía. Para el cálculo de la Dosis Glandular Media en mamografía convencional se sigue el método propuesto en el PECCR (2011) y en tomosíntesis se usan dos métodos propuestos en la bibliografía, el método de Sechopoulos et al. válido sólo para combinaciones ánodo/filtro de W/Rh y el método de Dance et al. que es un método basado en consideraciones geométricas.

## **RDD-27 DOSIS A PACIENTES EN RADIODIAGNÓSTICO: INFORMACIÓN PARA RADIÓLOGOS, TSID Y MÉDICOS PRESCRIPTORES**

**FERNANDEZ LETON, P. (1); PINTO MONEDERO, M. (1); MARTI ASENJO, J. (1); PEREZ DUEÑAS, V. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO HM SANCHINARRO; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO HM PUERTA DEL SUR, MÓSTOLES

La implantación de un sistema de registro de dosis en radiodiagnóstico (SRDR) requiere que todas las personas que forman la cadena radiológica conozcan su existencia y el riesgo asociado a las dosis que reciben los pacientes. Desde el año 2012 se ha implantado en un conjunto de 6 hospitales, perteneciente a un grupo hospitalario, un sistema de registro de indicadores de dosis en radiodiagnóstico, capaz de suministrar valores de indicadores de dosis en: TC, equipos de intervencionismo, mamografos y equipos convencionales. Durante este tiempo se han registrado más de 60.000 estudios, realizándose procesos de optimización y justificación en algunos de los estudios. Un proyecto de este tipo requiere la participación de radiólogos, TSID y también médicos prescriptores. Para implantar la cultura de la dosis en el grupo hospitalario, se ha comenzado creando un Comité de dosis formado por radiólogos, TSID, médicos nucleares y radiofísicos que es quien lidera el proyecto. Se ha realizado en primer lugar formación a radiólogos y TSID en cada hospital mediante sesiones y la entrega de documentación explicando: el problema de la dosis en radiodiagnóstico, en



que consiste un SRDR y la necesidad de optimizar la dosis a los pacientes. Posteriormente se ha informado a médicos prescriptores mediante sesiones generales y entrega de documentación al cuadro médico del conjunto de hospitales.

### **RDD-33 ENSAYO DE PRUEBAS ESPECÍFICAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS EQUIPOS DE TOMOSÍNTESIS DIGITAL DE MAMA**

**GARAYOA ROCA, J. (1); CASTILLO GARCÍA, M. (2); VALVERDE MORÁN, J. (1); CHEVALIER DEL RÍO, M. (2)**

(1) FUNDACIÓN JIMÉNEZ DÍAZ; (2) UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Los nuevos equipos de tomosíntesis digital de mama (TDM) han de estar sometidos a pruebas que garanticen su correcto funcionamiento, tanto durante la aceptación como en los controles de calidad rutinarios. La ausencia de protocolos, tolerancias y maniqués adecuados dificulta esta tarea. En este trabajo se presentan los resultados del ensayo de algunas de las pruebas de control de calidad propuestas en distintos trabajos con el fin de determinar su idoneidad y grado de dificultad. Para ello se han fabricado maniqués específicos y se han desarrollado macros en ImageJ para automatizar las medidas sobre las imágenes. Las pruebas se han aplicado a dos equipos de TDM de fabricantes distintos (Hologic y Fujifilm). Se ha medido la linealidad de las proyecciones del barrido apreciándose que está mayor en la proyección 0°. En el caso del sistema de Fuji se ha obtenido que la función de respuesta es logarítmica. Los resultados de la medida del ruido evidencian que es fundamentalmente cuántico en ambos sistemas. La pérdida de resolución debida al movimiento continuo del tubo ha sido cuantificada en uno de los sistemas observándose que la frecuencia para la MTF50% disminuye en 1pl/mm para espesores superiores a 45 mm. Los dos métodos utilizados para medir la MTF en los planos reconstruidos muestran resultados discrepantes. Los resultados de la función de dispersión de artefactos (FDA) muestran su dependencia con el ángulo tomográfico siendo aproximadamente 11 planos para ángulos de 15° y 4 planos para 40°. Se concluye que el control de calidad de los sistemas de TDM exige utilizar maniqués fabricados con alta precisión para reducir la dispersión en las medidas. Se propone incluir en las pruebas rutinarias la medida de la MTF y el ruido en las proyecciones y la medida de la FDA utilizando una única bola.

### **RDD-39 EVALUACIÓN AUTOMÁTICA DE LA CALIDAD DE IMAGEN EN EQUIPOS DE RADIODIAGNÓSTICO**

**BUENO, G. (1); REDONDO, R. (2); GALÁN, P. (3); MILLÁN, P.E. (4); NAVARRO, F. (5); CASADO, F. (5); RIVAS, M.A. (4); RUIZ, P. (4); FERNÁNDEZ-CARROBLES, M.M. (6); DÉNIZ, O. (6)**

(1) GRUPO VISILAB, UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA; (2) UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA; (3) UGC RADIOFÍSICA HOSPITALARIA, HOSPITAL UNIVERSITARIO REGIONAL DE MÁLAGA; (4) SERVICIO DE FÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO "LOZANO Blesa"; (5) UGC RADIOFÍSICA HOSPITALARIA, HOSPITAL UNIVERSITARIO REGIONAL DE MÁLAGA; (6) VISILAB- ETSII - UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

Este trabajo evalúa métricas de calidad de imágenes para radiodiagnóstico. Para ello se ha hecho uso de métricas de calidad de imagen tanto matemáticas como perceptuales y han sido comparadas con las evaluaciones psicofísicas arrojadas por expertos sobre las misma base de datos. Aquí se han evaluado 10 métricas objetivas entre matemáticas y perceptuales comparadas con la evaluación subjetiva de expertos mediante maniqués de calibración CDRAD y CDMAM. Las métricas de calidad de imagen tienen por objetivo capturar la fidelidad entre una imagen distorsionada y una imagen de referencia mejorada. A veces la imagen de referencia no está disponible y la calidad tiene que ser medida en términos de criterios estándar como medida de contraste, contorno, preservación de estructuras o relación señal-ruido (si está disponible también). Estos sistemas utilizan para adquirir imágenes de un maniqué comercial de contraste-detalle (CDRAD, CDMAM) que sirve perfectamente como imagen de referencia. Las métricas con imagen de referencia se pueden agrupar en puramente matemáticas como Error Medio de la Señal (MSE en inglés), la Relación de Pico de Señal a Ruido (PSNR en inglés), L-norma, correlación cruzada (Cross-Correlation), coeficiente de Pearson, que miden diferencias píxel por píxel. Se ha observado que algunas métricas basadas en la percepción del sistema visual humano como UQI (Universal Quality Index) y VIF (Visual Information Fidelity) poseen una alta correlación por encima de 0.82 y 0.9 respectivamente con los resultados psicofísicos. Una interesante característica de estas métricas es que son generales y por tanto no han necesitado ningún tipo de ajuste previo y podrían ser robustas por ejemplo a fallos de registro. La mejor métrica basada en la información visual, VIF, ha sido implementada como un módulo instalable en ImageJ disponible a la comunidad científica.

### **RDD-42 A MONTE CARLO SIMULATION FOR PATIENT DOSE EVALUATION IN BRAIN PERFUSION CT WITH A 320 DETECTOR-ROW CONE-BEAM CT SCANNER USING ICRP COMPUTATIONAL PHANTOMS**

**CROS, M. (1); GELEIJNS, J. (2); JOEMAI, R. (2); SALVADÓ, M. (1)**

(1) FACULTAT DE MEDICINA I CIÈNCIES DE LA SALUT UNIVERSITAT ROVIRÀ I VIRGILI; (2) RADIOLOGY DEPARTMENT, LEIDEN UNIVERSITY MEDICAL CENTER

The purpose of this study was to estimate the patient dose from brain perfusion (CTP Brain) on a 320 detector-row cone-beam CT scanner, using a Monte Carlo simulation and the recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). A Monte Carlo simulation based on the EGS4 code was used to calculate the organ dose and the effective dose in the adult reference computational phantoms for the male (AM) and female (AF) as published by ICRP. A CT perfusion acquisition protocols (CTPBrain) was evaluated. Additionally dose assessment was performed for the skin and the eye lens. Conversion factors were obtained to estimate effective doses and organ doses from the computed tomography dose index (CTDIvol) and dose length product (DLP). The gender-averaged effective doses were about 4 mSv in CTP Brain. The eye lens dose was 153 mGy and the peak entrance skin dose (ESD) was 255 mGy. The CTP Brain protocol performed in a 320 detector-row CT scanner operates safely below thresholds doses for deterministic effects. Eye lens dose, peak ESD and effective doses can be estimated for other clinical CTP examinations from the conversion factors that were derived in this study.

## **RDD-55 IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE HISTORIAL DOSIMÉTRICO PARA LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD RADIOLÓGICA DE LOS PACIENTES, EN 83 INSTALACIONES DE RADIODIAGNÓSTICO MÉDICO.**

**CORPAS RIVERA, L. (1); BARRIGON TADEO, M. (2); PERISET UBEDA, A. (2); SANCHEZ NORIEGA, K. (1); SANCHEZ ALONSO, J.I. (2); SANMARTIN SANCHEZ, S. (1)**

(1) GESTISA; (2) FRATERNIDAD MUPRESA

Se ha implantado en las 83 Unidades Asistenciales de Radiodiagnóstico (UAR) de Mutua Fraternidad-Muprespa, un procedimiento sistemático de determinación de las dosis recibidas por los pacientes, con dosímetros TLD a la entrada del haz, sistema DOSES® de GESTISA y la evaluación conjunta de la calidad de la imagen radiológica, formando el Sistema integrado de Gestión Radiológica (SIGERFRA), que se ha combinado con el de la propia historia clínica del titular, denominado FRAGUA. En consecuencia, se ha podido establecer un protocolo de optimización de las dosis recibidas por los pacientes, a partir de las medidas reales de dichas dosis, lo que, además de asegurar el cumplimiento de los distintos aspectos de la normativa vigente, permite la información sobre las exposiciones radiológicas de los pacientes, asegurando la mejora continua de las condiciones de las mismas. Con ello se puede obtener un historial dosimétrico de todos los pacientes atendidos, lo que facilitará la implementación, en un futuro próximo, de los procesos que den cumplimiento a los nuevos requisitos que, sobre justificación, optimización y derecho a la información clínica, se establecen para la Seguridad Radiológica del Paciente, en la Directiva 2013/59 EURATOM.

## **RDD-56 INFLUENCIA DE LA FILTRACIÓN DEL HAZ DE RX SOBRE LAS DOSIS DEL PERSONAL INTERVENCIÓNISTA**

**MONTES URUEN, A.; ; SORIA OGARRIO, L.; CASTANEDO ÁLVAREZ, M.; RUIZ MARTÍN, J.; BARROS CANDELERO, J.M.; PADILLA VAZ, C.; PIFARRÉ MARTÍNEZ, X.**

HOSPITAL PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA

Analizamos la influencia de la filtración del haz de RX con Cu en equipos intervencionistas en la absorción de los delantales plomados y comprobamos cómo esta filtración puede incrementar las dosis al personal sanitario. Los haces más filtrados reducen dosis al paciente pero a su vez endurecen el espectro del haz directo, el del haz disperso y reducen la eficacia de las barreras de protección como son los delantales. Esta pérdida de eficacia puede hacer que las dosis a los trabajadores intervencionistas aumenten debajo del delantal o detrás de otras barreras de protección radiológica. Se analizan los modos de fluoroscopia, con filtros y sin filtros, de dos arcos intervencionistas, un Philips y un Siemens.

---

13:00-14:00 horas - COMUNICACIONES - Radiodiagnóstico

Moderan: Santiago Miquelez Alonso. F.E.A. Complejo Hospitalario de Navarra.  
Diego Burgos

## **RDD-01 MÉTODO PARA LA VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE EXPOSICIÓN EN TC**

**GRACIA OCHOA, M.; OLASOLO ALONSO, J.; MARTÍN ALBINA, M.L.; BRAGADO ÁLVAREZ, L.; GALLARDO RODRÍGUEZ, N.; MIQUELEZ ALONSO, S.; MAÑERU CÁMARA, F.; LOZARES CORDERO, S.; PELLEJERO PELLEJERO, S.; RUBIO ARRÓNIZ, A.**

COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA

Introducción: La verificación del control automático de exposición (CAE) es una prueba incluida en el control de calidad de un equipo TC. Objetivo: Diseño de un maniquí y un método sencillo de medida para evaluar el sistema de CAE de los equipos de TC. Material y método: El diseño del maniquí se realiza con los maniquíes de cabeza y cuerpo para medida del CTDI y planchas de PMMA de 35x35cm<sup>2</sup> y 10cm de espesor. Los tres diferentes espesores a lo largo del eje z permiten observar el comportamiento del CAE longitudinal y la asimetría en el espesor creada con el PMMA, el del CAE angular y CAE 3D. La reciente adquisición en nuestro servicio (agosto de 2014) del electrómetro NOMEX (PTW), ha permitido, junto con la cámara de ionización de lápiz de 10cm (PTW), registrar la tasa de dosis en función del tiempo. Se realizan medidas con la cámara fija en el gantry a 0° y 90°. Las medidas se realizan en cinco equipos de TC de los principales fabricantes. Resultados y discusión: El análisis individual de las medidas muestra la variación de la tasa de dosis en función del espesor del maniquí. Analizando comparativamente observamos que la tasa de dosis en los maniquíes de cabeza y cuerpo permanece constante mientras que se manifiesta una variación en el maniquí de PMMA siendo mayor en la medida a 90° ya que el espesor del maniquí es 3.5 veces mayor que en la dirección perpendicular. Conclusiones y futuros desarrollos: El método propuesto es sencillo, rápido y reproducible. Los resultados obtenidos permiten una evaluación cualitativa. En todos los casos los resultados coinciden con el comportamiento esperado. Una línea de desarrollo futuro consistirá en estudiar cuantitativamente la intensidad de modulación y los parámetros de calidad de imagen y un posible estudio comparativo entre distintos fabricantes.

## RDD-20 VERIFICACIÓN DE LOS VALORES DE KERMA Y DOSIS GLANDULAR PROMEDIO REGISTRADOS POR VARIOS MAMÓGRAFOS DIGITALES

**MORENO CANO, R.; LAGO, D.; FERNANDEZ, Á.; BUADES, M.; TOBARRA, B.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA ARRIXACA

En los actuales mamógrafos digitales, la dosis glandular promedio (DG) se informa en pantalla y queda registrada en la cabecera DICOM de cada imagen. A este respecto, el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico no incluye pruebas específicas para verificar que el valor de DG mostrada por el equipo se corresponde con el obtenido siguiendo el procedimiento propuesto. Con el auge de los sistemas de registro automático de dosis, parece razonable plantear la necesidad de verificar la estimación de DG realizada por el fabricante del equipo para que no se introduzcan errores en los historiales dosimétricos. Se han analizado un total de 7 mamógrafos digitales de 3 fabricantes diferentes, modelos Selenia de Hologic (3 equipos), Mammomat Inspiration de Siemens (otros 3) y Amulet FDR de Fujifilm (1 equipo). Haciendo uso de la información almacenada en la cabecera DICOM, hemos recogido KASE, DG, kVp, mAs, CHR y espesor de mama para una muestra de pacientes obtenida a lo largo del 2014 (más de 500 proyecciones por equipo, 5000 en total). En este estudio hemos encontrado que en los 3 modelos analizados, ninguno implementa por defecto el cálculo de DG a paciente según el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico. A pesar de que estas diferencias suponen errores de hasta el 20 % en DG, pueden pasar desapercibidas en los controles ya que las tolerancias están especificadas sobre valores máximos de dosis glandular. El hecho de que la verificación de la dosis glandular promedio en nuestros controles de calidad suele hacerse mediante maniqués de PMMA puede confundirnos y asumir que los valores de DG a paciente presentados por el equipo son correctos.

## RDD-25 DOS AÑOS DE EXPERIENCIA EN UN PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD DE MONITORES DE DIAGNÓSTICO

**SALDAÑA GUTIÉRREZ, P.; SANCHO KOLSTER, I.; GARCÍA BONNAIL, B.; GARCÍA LÓPEZ, R.**

INSTITUT CATALÀ D'ONCOLOGIA

Los monitores de visualización son parte integral del proceso de diagnóstico médico, por lo que es fundamental que estén sometidos a un adecuado programa de control de calidad. En este trabajo se presenta la experiencia de dos años del programa de control de calidad de monitores de diagnóstico de nuestra institución. Este programa sigue las recomendaciones del Protocolo Español de Control de Calidad de Radiodiagnóstico para las pruebas y sus tolerancias, usándose los patrones de prueba creados por la American Association of Physicists in Medicine. Además de analizar los parámetros de calidad de imagen también se estudian las condiciones de visualización y la iluminación ambiental de los puestos de trabajo. Finalmente se expone la problemática que se encontró a la hora de enviar los informes de los controles de calidad. Los resultados que se obtuvieron después de estudiar 25 monitores muestran la superioridad de los monitores de clase médica sobre el grupo de monitores de tipo de oficina. También quedó patente la necesidad de mejorar las condiciones de visualización en casi todos los puestos de trabajo donde estaban situados los monitores.

## RDD-29 DOSIS EN CRISTALINO A PROFESIONALES DURANTE EXÁMENES DE CBCT EN NEURORRADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

**SÁNCHEZ CASANUEVA, R.M.; VAÑÓ CARRUANA, E.; FERNÁNDEZ SOTO, J.M.**

HOSPITAL CLINICO SAN CARLOS E IDISSC. MADRID.FACULTAD DE MEDICINA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Objetivos: Estimar la dosis recibida en cristalino en profesionales durante los exámenes de tomografía computarizada con haz cónico (CBCT) en neurorradiología intervencionista y compararla con medidas realizadas en procedimientos clínicos. Material y métodos: Con un maniquí antropomórfico situado en la mesa de operaciones, con la cabeza centrada en el isocentro, se realizan irradiaciones de CBCT colocando dosímetros electrónicos en las posiciones típicas de los operadores para estimar las dosis en cristalino en caso de no utilizar ninguna protección (gafas o mampara). También se colocó un dosímetro en el arco. Resultados: El producto dosis área fue de 24 Gy·cm<sup>2</sup> para el modo CBCT de alta dosis. Cuando el operador se supone colocado con los ojos a 1 m del isocentro, la tasa de dosis a la altura del cristalino varía entre 10 y 12 mSv/h. La dosis acumulada en la misma posición varió entre 40 y 50 microSv. En una serie típica de sustracción posteroanterior de 11 imágenes, con 8,7 Gy·cm<sup>2</sup>, la tasa de dosis varió entre 4,6 y 6,3 mSv/h a 1 m del isocentro, con una dosis acumulada entre 9 y 11 microSv. Discusión y conclusiones: Para un estudio CBCT de alta dosis, con respecto a una serie típica de sustracción digital, la tasa de dosis en cristalino resultó ser el doble y la dosis acumulada cinco veces mayor. Respecto a la dosis promedio recibida en solapa sobre delantal en procedimientos terapéuticos usando protección (70 microSv) la dosis acumulada en CBCT resultó ser del mismo orden. Es igualmente importante protegerse de las series de sustracción digital que de las de CBCT. Usando las medidas de protección adecuadas, las técnicas de CBCT no incrementan sustancialmente el riesgo de exposición del profesional. Si no se toman las medidas de protección adecuadas, es probable superar el nuevo límite de dosis en cristalino.

## **RDD-35 ESTUDIO DE DOSIS A PACIENTE EN CIRUGÍA DE COLUMNA CON UN EQUIPO DE TOMOGRAFÍA DE HAZ CÓNICO (CBCT)**

**ANTÓN GARCÍA, D. (1); TORRES CABRERA, R. (1); NORIEGA GONZÁLEZ, D.C. (2); AGULLA OTERO, M. (1); ARDURA ARAGÓN, F. (2); ANDRÉS RODRÍGUEZ, C. (1); HERNÁNDEZ RAMAJO, R. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO RIO HORTEGA; (2) HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID

El uso de equipos de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT, "Cone-Beam Computed Tomography") en las intervenciones quirúrgicas de corrección de escoliosis permite mayor precisión en la colocación de los tornillos. Sin embargo un posible inconveniente de su utilización es el riesgo radiológico asociado a las dosis recibidas por los pacientes. Para cuantificar este riesgo, en este trabajo se realizó un estudio de la dosis recibida por cinco pacientes sometidos a este tipo de intervención con uno de estos equipos y un sexto paciente con equipo convencional. En base a los datos biométricos y de la propia intervención quirúrgica se efectuaron cálculos de dosis efectiva mediante un software basado en métodos Montecarlo. Además, de modo complementario, encuarto de estos pacientes se realizaron medidas directas de dosis en piel mediante la utilización de dosímetros TLD. Las dosis estimadas en los pacientes evaluados en la intervención completa, en la que se realizan dos o tres barridos, van desde los 9.1 a los 28.0 mGy. Por barrido la estimación arroja valores que van desde los 3.2 a los 12.1 mGy. Las dosis en piel registradas con los TLD, entre los 20 y los 50 mGy, fueron del orden de magnitud esperado de acuerdo con las medidas del índice de dosis en TC(CTDI) que se efectuaron previamente en el equipo. Aunque las dosis son mayores que las que proporciona un equipo convencional su uso permite mejores resultados quirúrgicos, la dosis en piel en el paciente no está tan localizada en determinadas zonas y se maximiza la protección radiológica del personal implicado en la intervención.

---

14:15-15:15 horas - SESIONES TÉCNICAS

### **MECANISMO DE ACCIÓN Y EXPERIENCIA CLÍNICA**

**FERRER, J.**

MEDICINA NUCLEAR ERESA. HOSPITAL GENERAL DE VALENCIA

### **CONSIDERACIONES DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA SOBRE RADIO-223**

**GIL, A.**

RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. HOSPITAL DE CIUDAD REAL

---

15:30-16:45 horas - PONENCIA

Moderador: Bonifacio Tobarra. Jefe Servicio Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia.

### **RECURSOS HUMANOS DE LOS SERVICIOS DE RF Y PR**

**TERRÓN LEÓN, J.A.**

F.E.A. DE RADIOFÍSICA HOSPITALARIA SERVICIO DE RADIOFÍSICA. HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN MACARENA SEVILLA

---

15:30-16:45 horas - CONFERENCIA

Moderador: Sergio Gallardo Bermell

### **APLICACIONES DEL CONTRASTE DE FASE CON RX EN DIAGNÓSTICO POR IMAGEN**

**ANTONIO SORIANO**

VALENCIA

---

17:15-18:30 horas – DEBATE

### **¿DEBE MANTENERSE EL SCREENING MAMOGRÁFICO?**

**RUIZ MANZANO, P. (1); BLESA, L. (2); VILCHES, M.(3); ÁLVAREZ BENITO, M. (4)**

(1) RADIOFÍSICO ADJUNTO HCU; (2) ZARAGOZA; (3) IMOMA (ASTURIAS); (4) DIRECTORA GERENTE. HOSPITAL UNIVERSITARIO REINA SOFIA. CÓRDOBA

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



08:00-09:00 horas - CURSO REFRESCO

### NUEVAS RECOMENDACIONES INTERNACIONALES SOBRE PROTECCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN INTERNA EN MEDICINA

**LÓPEZ PONTE, M<sup>o</sup> A.**

RESPONSABLE DEL GRUPO DE DOSIMETRÍA INTERNA, UNIDAD DE DOSIMETRÍA DE RADIACIONES CIEMAT MADRID.

09:00-09:45 horas - PONENCIA INVITADA

Preside: Lucila M<sup>o</sup> Ramos Salvador. *Subdirectora de Protección Radiológica Ambiental. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Madrid.*

### RECUPERACIÓN DE FUENTES RADIATIVAS FUERA DE CONTROL

**ORTIZ, M<sup>o</sup> T.**

ENRESA. MADRID

09:45-10:30 horas - COMUNICACIONES - PR del público y el medio ambiente

Preside: Lucila M<sup>o</sup> Ramos Salvador. *Subdirectora de Protección Radiológica Ambiental. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Madrid.*

### PRA-23 BASE DE DATOS DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL DE ACCESO PÚBLICO

**REY DEL CASTILLO, C.; LUQUE HEREDIA, S.; MARUGÁN TOVAR, I.; LORENTE LORENTE, P.; STERLING CARMONA, A.; SALAS COLLANTES, R.; RAMOS SALVADOR, L.; MAIRE LÓPEZ, V.; SANTAMARÍA ARCOS, C.; GARCÍA GARRIDO, A.**

CSN

Se presenta la aplicación informática desarrollada en el CSN para dar acceso público a la base de datos de Vigilancia Radiológica Ambiental disponible en el organismo y en la que se almacenan los resultados de toda la vigilancia radiológica ambiental que se lleva a cabo en España. Con la nueva aplicación se pretende dar un mejor cumplimiento a las funciones encomendadas a este organismo en materia de informar a la opinión pública, y especialmente a la Ley 27/2006 por la que se regulan los derechos de acceso a la información en materia de medio ambiente, de forma que este acceso a bases de datos electrónicas se facilite a través de las redes públicas de telecomunicaciones actualmente disponibles. Se describen las etapas del proyecto y las principales actuaciones que se han ido desarrollando en cada una de ellas y como resultado final se presenta la aplicación y se detallan las principales consultas, obtención de resultados en forma gráfica o de tabla, así como sus posibilidades de exportación a hojas de cálculo para posteriores estudios.

### PRA-36 ESTUDIO DE LA RADIACIÓN DISPERSA PRODUCIDA POR EL ACELERADOR PORTÁTIL MOBETRON MEDIANTE SU CARACTERIZACIÓN DOSIMÉTRICA POR EL MÉTODO DE MONTE CARLO

**GARCIA CASES, F.J.(1); PEREZ CALATAYUD, J.(2); BALLESTER PALLARES, F.(3); VIJANDE ASENJO, J.(3); GRANERO CABAÑERO, D.(4);**

(1) HOSPITAL QUIRON TORREVEJA; (2) HOSPITAL POLITECNICO Y UNIVERSITARIO LA FE. VALENCIA; (3) UNIVERSIDAD DE VALENCIA; (4) ERESA. HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO. VALENCIA

**OBJETIVOS.** El objetivo de este estudio es realizar un análisis teórico de la radiación dispersa producida por el acelerador de electrones para radioterapia intraoperatoria Mobetron, mediante su caracterización dosimétrica por simulación con el método de Monte Carlo validado experimentalmente. **MATERIAL Y MÉTODO.** Se ha realizado un modelado de la geometría y materiales de la cabeza de radiación del MOBETRON (Intraop Medical Corp), para caracterizar dosimétricamente los haces de electrones producidos con energías de 4, 6, 9 y 12 MeV, mediante el uso independiente de dos códigos Monte Carlo diferentes: Penelope2011 y Geant4. Se ha validado esta simulación mediante la comparación de los valores teóricos y experimentales de los rendimientos en profundidad y los perfiles en el máximo para las 4 energías disponibles. Se ha incorporado a la simulación una aproximación de los blindajes estructurales más relevantes del propio equipo, para analizar la radiación dispersa producida durante su utilización en el área quirúrgica, que podremos comparar con las medidas experimentales. **RESULTADOS.** Se ha conseguido con los códigos Monte Carlo utilizados, un buen ajuste entre los valores teóricos y experimentales de los rendimientos en profundidad y los perfiles en el máximo para las 4 energías disponibles. Mediante la inclusión de los blindajes estructurales del Mobetron en el modelado, hemos obtenido un mapa de isodosis área teórico alrededor del equipo. **DISCUSIÓN.** La obtención de esta distribución teórica de la radiación dispersa producida por el Mobetron, está en consonancia con las recomendaciones de las sociedades científicas internacionales para este tipo de equipos.

**CONCLUSIÓN.** A partir de la modelización por Monte Carlo del acelerador de electrones Mobetron hemos realizado un estudio teórico de la radiación dispersa producida, que podría ser de gran utilidad para la evaluación de la idoneidad de las instalaciones en el área quirúrgica, antes de la adquisición e implantación de estos equipos.

### **PRA-07 INTERROGANTES A LOS PROGRAMAS DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL**

**ORTIZ RAMIS, M<sup>o</sup> T.; ORTA NAVARRO, M<sup>o</sup> DE LA C.; GARCÍA APARICIO, J.A.**

ENRESA

A lo largo de todo el proceso de realización de las medidas de baja actividad, que son las que corresponden a las muestras obtenidas en los PVRA, existen diversos factores que pueden influir en los valores que se obtienen, por lo que resulta de gran importancia tratar de garantizar la homogeneidad y fiabilidad de las medidas realizadas en los diferentes laboratorios nacionales. Este hecho, es el origen de las cuestiones planteadas a la evaluación de los resultados de los PVRA y del que parten la mayoría de los estudios solicitados por parte del CSN a los análisis de resultados de nuestras instalaciones. Pero, ¿existe la respuesta correcta?

### **PRA-13 OBTENCIÓN DEL EQUIVALENTE DE DOSIS AMBIENTAL H\*(10) A PARTIR DE MEDIDAS DE ESPECTROMETRÍA GAMMA USANDO CRISTALES DE CENTELLEO**

**CASANOVAS ALEGRE, R.; PRIETO BUTILLÉ, E.; SALVADÓ ARTELLS, M.**

UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI

En este trabajo se describe la metodología utilizada para la obtención del equivalente de dosis ambiental H\*(10) a partir de medidas de espectrometría gamma. En primer lugar, utilizando la definición de esta magnitud, se han realizado simulaciones de Monte Carlo (MC) de un campo alineado y expandido de radiación gamma sobre la esfera ICRU para calcular los factores de conversión de fluencia de fotones a H\*(10). Posteriormente, se han realizado simulaciones de MC de los detectores de centelleo para el estudio de su respuesta frente a estos campos. Finalmente, se han obtenido los factores de conversión para aplicar directamente a los espectros gamma con el fin de obtener el valor de H\*(10). El uso de detectores de centello, en vez de detectores Geiger, para la medida de H\*(10) proporciona estimaciones más adecuadas y una mayor sensibilidad.

### **PRA-35 ESTUDIO DE LA DOSIS AMBIENTAL CON DETECTORES DE TERMOLUMINISCENCIA (TLD) DURANTE EL PERIODO 2003-2014 EN VALENCIA**

**BALLESTEROS PASCUAL, L.(1); ORTIZ MORAGÓN, J.(1); BAS CERDA, M.C.(2); MARTORELL ALSINA, S.(3)**

(1) LAB. RAD. AMBIENTAL. UNIV. POLITÉCNICA VALENCIA; (2) DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA APLICADAS Y CALIDAD. UNIV. POLITÉCNICA VALENCIA; (3) DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y NUCLEAR. UNIV. POLITÉCNICA VALENCIA

Durante el periodo 2003-2014 se han realizado medidas de la dosis ambiental en puntos del entorno de la C.N. de Cofrentes (C1, C2, C3) y en la Universidad Politécnica de Valencia. Se ha estudiado el efecto de la variación estacional y del punto de muestreo sobre la dosis ambiental, así como su evolución en el periodo considerado. En este estudio se ha concluido que en lo que respecta a la variación estacional, los valores más altos de dosis ambiental corresponden a los meses fríos (otoño-invierno). Por otra parte, el valor medio para los puntos del entorno de Cofrentes es similar al correspondiente al punto ubicado en la UPV. Además, se ha observado una diferencia significativa del punto C3 frente a los demás, presentando un valor superior que podría atribuirse a las características del terreno. Los valores encontrados, así como las diferencias entre puntos son similares a los valores reportados en el PVRA de la C.N. de Cofrentes

11:00-11:45 horas - COMUNICACIONES - PR del público y medio ambiente

Preside: Yolanda Benito Moreno. *Directora del Departamento de Medio Ambiente. CIEMAT. Madrid*

### **PRA-26 CONTROL RADIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS IMPORTADOS EN ESPAÑA COMO CONSECUENCIA DEL ACCIDENTE DE FUKUSHIMA**

**CASTRO CATALINA, J.; VEIGA OCHOA, E.; GRANDE VICENTE, C.**

INSTITUTO DE SALUD CARLOS III

Cuando sucedió el terremoto y subsiguiente tsunami que sacudió la Central Nuclear de Fukushima y se conocieron las consecuencias de estos acontecimientos, que implicaban la liberación al medio ambiente de una gran cantidad de material radiactivo, y en consecuencia una grave contaminación de los productos alimenticios, las autoridades españolas se pusieron en contacto con la Dirección del Instituto de Salud "Carlos III" para la realización del control de los alimentos importados procedentes de la zona. Se aplicaron los límites establecidos en el Reglamento (CE) 279/2011 (DOUE 26/04/2001) que imponía condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón y se estableció un operativo logístico para la recogida de muestras en las aduanas de los productos potencialmente afectados por los acontecimientos de Fukushima y su traslado a los Laboratorios del Centro Nacional de Sanidad Ambiental para su control radiológico, que consistió en la realización de análisis por espectrometría gamma, y en algunos casos la determinación de <sup>90</sup>Sr en alimentos y piensos. Posteriormente este control se extendió a productos de pesca procedentes de la zona marítima FAO 61. En este trabajo se exponen los resultados de las muestras analizadas y se describen los reglamentos publicados por la Unión Europea con posterioridad al ya mencionado 279/2011 para adaptar los requisitos a los cambios de la situación o ser coherentes con los umbrales de intervención aplicados por Japón.

## PRA-18 PROYECTO EUROPEO METROERM: "METROLOGY FOR RADIOLOGICAL EARLY WARNING NETWORKS IN EUROPE"

VARGAS, A.(1); SEMPAU, J.(1); DUCH, M.A.(1); GINJAUME, M.(1); CAMP, A.(1); CORNEJO, N.(2); NAVARRO, N.(2); SAEZ-VERGARA, J.C.(2); YAGÜE, L.(2); MÁRQUEZ, J.L.(2); ALEGRÍA, N.(3); LEGARDA, F.(3)

(1) UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA; (2) CIEMAT; (3) UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO

En Junio de 2014 dio inicio el proyecto Europeo de título "Metrology for radiological early warning networks in Europe" (MetroERM) de tres años de duración. El proyecto está financiado por la EU en el marco de la convocatoria de 2013 del programa European Metrology Research Programme (EMRP) de EURAMET, en la temática de metrología ambiental. La finalidad del proyecto consiste en disponer de datos radiológicos del equivalente de dosis ambiental  $H^*(10)$ , de las concentraciones en el aire y en el suelo, en tiempo real. Estos datos deben ser comparables, trazables, y con información específica de los radioisótopos. Además, el proyecto proporcionará la posibilidad de abordar de manera integral la armonización de las redes radiológicas de alerta rápida en Europa, que cuenta con más de 5000 estaciones de vigilancia. Para cumplir con los objetivos y sus actividades derivadas se ha formado un consorcio-JRP (Joint Research Project) integrado por 16 instituciones, que son miembro de EMRP de 11 países Europeos, y 12 colaboradores. Además, se cuenta con el soporte de 3 REG (Researcher Excellence Grant): dos universidades y una empresa privada. El líder del Consorcio-JRP es el centro metroológico alemán (PTB). En el proyecto España participa con tres instituciones: el CIEMAT como centro miembro de EMRP, la Universidad del País Vasco (EHU) como colaborador y el Instituto de Técnicas Energéticas de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) como REG. En la ponencia se presentarán los objetivos y las actividades que se desarrollarán en el proyecto, así como los avances que se han llevado a cabo hasta la fecha.

## PRA-04 ÍNDICES DE ACTIVIDAD BETA TOTAL Y BETA RESTO EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LOS RÍOS ESPAÑOLES

PUJOL, L.; DE PABLO, M.A.; PÉREZ ZABALETA, E.; RODRÍGUEZ ARÉVALO, J.

CEDEX

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) dispone de resultados de diferentes índices radiactivos (índice alfa total, índice beta total, índice beta resto, tritio y espectrometría gamma) de las principales cuencas hidrográficas españolas desde el año 1979. Estos índices se consideran parámetros de la calidad del agua que el CEDEX viene determinando conjuntamente para el actual Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). En total se han analizado cerca de 30.000 muestras en aproximadamente 90 puntos de muestreo durante un periodo de 35 años. La información aportada en este trabajo permite conocer la situación actual de los índices de actividad beta total y beta resto en varias zonas de interés de nuestro país. Este conocimiento puede servir para establecer una estrategia de optimización para la transposición y aplicación de la Directiva 2013/51/EURATOM de protección sanitaria de la población a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano.

## PRA-08 LA RED DE EXCELENCIA EUROPEA STAR: CONTRIBUCIÓN AL AVANCE DEL CONOCIMIENTO EN RADIOECOLOGÍA

REAL GALLEGO, A.; MORA CAÑADAS, J.C.

CIEMAT

El renovado interés mundial por la energía nuclear y los retos científicos relacionados con el ciclo del combustible nuclear, que aumentaron dramáticamente tras los sucesos ocurridos en Fukushima en 2011, han hecho que exista una creciente necesidad de mejorar y aumentar el conocimiento en radioecología. Al mismo tiempo, la formación y educación en radioecología ha disminuido y la financiación de la I+D en este área es cada vez menor en muchos países europeos. Para paliar esta situación, en el 2011 nueve organizaciones europeas, incluyendo al CIEMAT, crean la Red de Excelencia en Radioecología STAR (Strategy for Allied Radioecology), financiada por el 7PM de la CE ([www.star-radioecology.org](http://www.star-radioecology.org)). Su objetivo principal ha sido integrar eficazmente la I+D de estas organizaciones y sus infraestructuras, en una red sostenible que contribuya a un Espacio Europeo de Investigación en Radioecología. STAR finaliza en julio de 2015 y ha contribuido a que se avance de manera considerable en los conocimientos en radioecología. Este trabajo describe los principales logros de STAR. Entre los que destacan el desarrollo de: • Un portal sobre radioecología: "The Radioecology Exchange" ([www.radioecology-exchange.org](http://www.radioecology-exchange.org)) • La primera Agenda Estratégica de Investigación en radioecología. • El concepto de Observatorios de Radioecología. • Una plataforma sostenible de formación y educación en radioecología. • Diversas actividades de I+D relacionadas con: evaluaciones de riesgo integradas para humanos y biota (código CROMERICA); protección radiológica en el contexto de múltiples contaminantes; y consecuencias ecológicas en condiciones realistas de exposición. Basándose en el trabajo de STAR, la Alianza Europea de Radioecología mejorará las competencias en radioecología; mantendrá las infraestructuras experimentales y abordará los retos científicos y de formación relacionados con la evaluación del impacto radiológico en humanos y medio ambiente. Así, contribuirá a cubrir las necesidades en protección radiológica de las autoridades nacionales, las ONGs, la industria, los científicos y otros grupos interesados.

## **PRA-11 NATURAL GAMMA RADIATION IN EL HIERRO ISLAND, CANARY ISLANDS, SPAIN**

**LORENZO SALAZAR, J. M.(1); HERNÁNDEZ-ARMAS, J.(1); LÓPEZ PÉREZ, M.(1); RODRÍGUEZ PERESTELO, N.I.(1); DUARTE RODRÍGUEZ, X.(1); REGODÓN GÓMEZ, E.(1); VERA GALVÁN, J. R.(2); CATALÁN ACOSTA, A.(1); FERNÁNDEZ ALDECOA, J.C.(1)**

(1) LABORATORIO DE FÍSICA MÉDICA Y RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL, UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA; (2) FACULTAD DE GEOGRAFÍA, UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Natural gamma radiation in El Hierro Island (Canary Islands, Spain) measured in 2013 is presented. Gamma radiation levels measured one meter above the ground are presented here as operational and protection dose quantities of interest. The absorbed dose ranged from 38.5 up to 140 nGy·h<sup>-1</sup>, with an average of 103 nGy·h<sup>-1</sup>. The equivalent dose rate was also estimated within 46.2 and 168 nSv·h<sup>-1</sup>, with an average of 124 nSv·h<sup>-1</sup>. The exposure rate ranged from 4.42 and 16.1 microR·h<sup>-1</sup>, with an average of 11.9 microR·h<sup>-1</sup>. And the ambient dose equivalent H\*(10) showed values between 0.40 and 1.47 mSv·y<sup>-1</sup>, with an average of 1.09 mSv·y<sup>-1</sup>. These observed gamma radiation rates were larger than those measured in Tenerife, La Palma, and La Gomera islands. Maps with the spatial distribution of the natural gamma radiation in El Hierro Island were also prepared in this study. Relatively high natural gamma radiation levels were observed along the NW and N-S main structural-volcanic rifts of the island, showing a positive spatial correlation with the geophysical and geochemical anomalies described by many research institutions related to the 2011-2012 submarine volcanic eruption in El Hierro Island.

## **PRA-14 OPTIMIZACIÓN DE LA DETERMINACIÓN DE ISÓTOPOS DE TORIO EN MUESTRAS AMBIENTALES E INDUSTRIALES**

**HERRANZ SOLER, M. (1); LOZANO LANCHO, J.C. (2); BOLIVAR RAYA, J.P.(3); GARCIA TENORIO GARCIA BALMADEA, R. (4)**

(1) UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO (UPV/EHU); (2) UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (USAL); (3) UNIVERSIDAD DE HUELVA (UHU); (4) UNIVERSIDAD DE SEVILLA (US)

La determinación del torio isotópico por procedimientos radioquímicos en muestras de origen ambiental o industrial suele resultar conflictiva debido, entre otras causas, al hecho de que el torio sea un elemento particularmente sensible a los efectos de matriz que suelen aparecer en las diferentes etapas de la determinación. Estos efectos están relacionados con la complejidad de las muestras y, por lo tanto, suelen ser mayores en las muestras sólidas inorgánicas. En el año 2012 se inició un proyecto de investigación, financiado por el CSN, con el objetivo de analizar este problema y proponer un procedimiento de determinación válido para cualquier matriz. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de este proyecto. El trabajo se dividió en 4 etapas. La primera fue comparación entre los siguientes métodos de separación radioquímica: TBP+II-aniónica, II-aniónica, resinas tipo UTEVA y TEVA. A continuación se analizaron los siguientes 4 procedimientos de puesta en disolución del torio contenido en la muestra: ataque ácido en vaso cerrado con horno convencional, ataque ácido en vaso abierto, fusión alcalina y ataque ácido con vaso cerrado y microondas; para ello, todos los procedimientos se aplicaron sobre los siguientes tipos de muestras: mineral de uranio, ilmenita, tionite, suelo, fangos de potabilizadora y cenizas de origen vegetal. De forma paralela se analizaron los rendimientos totales, químicos y de electrodeposición, encontrándose que, mayoritariamente, los procedimientos de separación radioquímica conducen a rendimientos mucho más estables que los procesos de electrodeposición. A continuación se estudiaron los factores que afectan a la electrodeposición en función de las muestras de origen y del procedimiento de separación utilizado para ello se analizaron químicamente las muestras, previamente a su electrodeposición y antes de añadir el trazador. Por último, se realizó un estudio comparativo de las diferencias entre los métodos de ataque por lixiviación frente a los de disolución total.

## **PRA-19 RADIOACTIVIDAD NATURAL EN LAGUNAS FORMADAS EN ANTIGUAS MINAS A CIELO ABIERTO EN HUELVA**

**MANTERO, J.(1); GALVÁN, J.A.(1); VIOQUE, I.(1); DÍAZ-FRANCÉS, I.(1); CALLEJA, A.(1); MANJÓN, G.(1); GARCÍA-TENORIO, R.(2)**

(1) UNIVERSIDAD DE SEVILLA; (2) UNIVERSIDAD DE SEVILLA Y CENTRO NACIONAL DE ACELERADORES

Con el objetivo de evaluar el posible uso de radionucleidos naturales (isótopos de uranio y <sup>210</sup>Po) como trazadores del impacto ambiental ocasionado por las minas abandonadas de la Franja Pirítica Ibérica, se ha procedido a determinar las concentraciones de actividad de los radionucleidos de interés (isótopos de uranio y <sup>210</sup>Po) en muestras de agua, sedimentos y eflorescencias recogidas en varias lagunas de minas a cielo abierto localizadas en el norte de la provincia de Huelva. El uranio indica la presencia de metales en agua, sedimentos y eflorescencias en las lagunas formadas en las cortas mineras. Se ha observado que el uranio puede jugar un papel de trazador del impacto ambiental por metales pesados a través de los drenajes ácidos mineros procedentes de las cortas mineras. No se han observado cambios en los niveles de <sup>210</sup>Po en muestras ambientales afectadas por drenajes ácidos mineros, comparadas con muestras ambientales no contaminadas.



### PRA-33 ESTUDIO COMPARATIVO DE DIFERENTES TIPOS DE MEDIDAS IN SITU DE LOS NIVELES DE RADÓN EN EL AMBIENTE EXTERIOR

**CABALLERO ANDRADA, J.M.; CORBACHO MERINO, J.A.; ONTALBA SALAMANCA, M.A.; VALENCIA CORRALES, D.; VASCO GAMA, J.**

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Las estaciones automáticas de vigilancia radiológica ambiental actualmente operativas para la medida en tiempo cuasi real de la concentración radiactiva presente en el aire en diferentes localizaciones de España, determinan sistemáticamente la concentración de radón presente en el mismo a partir de la medida de las emisiones alfa y beta de sus descendientes y, a partir de ésta, deducen por un método de pseudocoincidencias, las actividades globales de emisores alfa y beta no descendientes del radón. Este modo de cuantificación presenta serios problemas en especial en zonas en donde por sus características geológicas, los niveles de radón en el ambiente exterior de edificios no son despreciables y exhiben una marcada temporalidad anual, como de hecho suceden alguna de las estaciones de este tipo existentes en Extremadura. Una alternativa sujeta a menos incertidumbre puede ser la cuantificación de dicha concentración a partir de la medida en tiempo cuasi-real de los descendientes del radón, Pb-214 y Bi-214, a partir de la medida espectrométrica gamma mediante detectores de centelleo sólido, del depósito de aerosoles retenido sobre un filtro continuo. La comparación entre los resultados proporcionados por ambas técnicas se contrasta a su vez con los resultados que para el mismo intervalo temporal, y en la misma localización, la población de Saucedilla sita en el entorno de la central nuclear de Almaraz, ofrece un monitor específicamente diseñado para la medida de la concentración de radón en aire, basado en una cámara de ionización por la que fluye el aire, como es el monitor Alphaguard.

### PRA-34 ESTUDIO DE CORRELACIONES DEL GAS RADÓN, SUS DESCENDIENTES, LA TASA DE DOSIS EQUIVALENTE AMBIENTAL Y LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

**MARQUEZ FERNANDEZ, J.L.; SAEZ VERGARA, J.C.**

CIEMAT

Se presenta un estudio de correlaciones existentes entre el gas Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) exhalado en exteriores, los descendientes de  $^{222}\text{Rn}$ , las variables atmosféricas y la tasa de dosis equivalente ambiental  $H^*(10)$ . Para ello se ha estudiado una serie histórica de los datos radiológicos y meteorológicos obtenidos por las estaciones REA y ESMERALDA del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) a lo largo del año 2003. El estudio de correlaciones se ha basado en un análisis de componentes principales (ACP). El ACP es una técnica de reducción de la dimensión que describe la información de un conjunto de variables observadas mediante un conjunto de variables más pequeño llamadas componentes principales (CCPP). Las correlaciones de las variables originales serán obtenidas mediante la localización de cada variable en el espacio definido por las CCPP extraídas. Es decir, dos variables representadas como vectores en el espacio definido por las CCPP extraídas, estarán más o menos correlacionadas en función de sus posiciones relativas según su longitud, dirección y sentido. El ACP se ha aplicado a periodos diario y mensual, considerando la presencia y ausencia de precipitaciones. Los resultados obtenidos demuestran que existe una clara correlación de la concentración de  $^{222}\text{Rn}$  (concentración de gas y de sus descendientes) con las variables atmosféricas: temperatura, precipitaciones y dirección y velocidad del viento en los periodos de inestabilidad atmosférica. La correlación es menor con la humedad relativa. En los periodos de mayor estabilidad atmosférica la concentración de  $^{222}\text{Rn}$  presenta una correlación clara con la temperatura y la velocidad del viento y menor con la dirección del viento. Por último, se ha observado también la clarainfluencia de las precipitaciones sobre la  $H^*(10)$ , debido al arrastre por la lluvia de las partículas en suspensión en la atmósfera y que contienen descendientes de  $^{222}\text{Rn}$  que son emisores gamma ( $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ).

### PRA-38 ESTUDIO RADIOLÓGICO DE LAGUNAS Y FUENTES DEL PARQUE NACIONAL Y NATURAL DE SIERRA NEVADA

**MILENA PÉREZ, A.; EXPÓSITO SUÁREZ, V.M.; PIÑERO GARCÍA, F.; CHHAM, E.; COBOS DÍAZ, M.; FERRO GARCÍA, M.ª.**

LABORATORIO DE RADIOQUÍMICA Y RADIOLOGÍA AMBIENTAL, UNIV. DE GRANADA

El objetivo central de este trabajo de investigación es la caracterización radiológica de muestras ambientales (agua, y sedimentos superficiales) del Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada, Granada, así como de algunas fuentes de consumo humano que nacen en la misma, con objeto de establecer un fondo radiológico o nivel de referencia en esta zona de alta montaña, que permita en un futuro, alertar de algún posible accidente radiológico. Para ello, se va a determinar la concentración de actividad tanto de los radionucleidos naturales ( $^7\text{Be}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ) como artificiales ( $^{137}\text{Cs}$  y  $^{90}\text{Sr}$ ). Finalmente, los resultados que se obtengan van a ser en cierta forma los indicadores de la salud radiológica de este ecosistema natural de alta montaña. Los resultados preliminares de este estudio demuestran que los niveles detectados en las Fuentes de Aguas cumplen la legislación en materia de Protección Radiológica. Además, se ha comenzado con un estudio bastante interesante en el Parque Nacional de Sierra Nevada, que muestra que los sedimentos de la Laguna de Aguas Verdes tienen niveles ligeramente superiores a la Laguna de Las Yeguas.

13:00-14:00 horas - CONFERENCIA

Preside: Javier Guerra. Tecnatom.

## SITUACIÓN RADIOLÓGICA DE FUKUSHIMA

**LENTIJO, J.C.**

*DIRECTOR DIVISION OF NUCLEAR FUEL CYCLE AND WASTE TECHNOLOGY. DEPARTMENT OF NUCLEAR ENERGY. VIENNA*

Como consecuencia del accidente en la central nuclear Fukushima Daiichi ocurrido el 11 de marzo de 2011, las autoridades japonesas adoptaron una serie de medidas para proteger a la población en la denominada fase urgente de la emergencia nuclear. Estas medidas incluyeron, entre otras, la evacuación de los residentes en las zonas próximas a la instalación, el confinamiento de poblaciones en las zonas colindantes y la distribución y administración de profilaxis radiológica (yoduro potásico) a individuos pertenecientes a segmentos específicos de la población. Una vez concluida esta fase inicial, las autoridades japonesas promovieron diversas estrategias, orientadas por un lado a la estabilización y posterior desmantelamiento de la central accidentada y, por otro, a la recuperación de las zonas afectadas en el exterior de la misma, incluyendo las actuaciones de rehabilitación radiológica. A petición de las autoridades japonesas, el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) ha venido desplegando diversas misiones para asistir a Japón en sus esfuerzos de recuperación tanto del exterior de la central accidentada, como los destinados al desmantelamiento de la propia central. En esta conferencia se describen de forma genérica las principales misiones realizadas por el OIEA sobre ambos proyectos y, de forma más particular, la última misión realizada en febrero de este año sobre el programa de desmantelamiento de la central nuclear accidentada, con especial énfasis en los aspectos relacionados con la protección radiológica de los trabajadores y del público, la gestión de los residuos radiactivos generados, así como las principales actuaciones en curso y las previstas para acometer el desmantelamiento de las partes más complicadas de la instalación, incluyendo el combustible nuclear dañado.

15:30-16:45 horas - COMUNICACIONES - PR del público y el medio ambiente

Preside: David Cancio Pérez. *Miembro Comisión Asuntos Institucionales. SEPR. Madrid*

## PRA-31 DOSIS DE RADIACIÓN RECIBIDA POR MIEMBROS DEL PÚBLICO DEBIDA A PACIENTES SOMETIDOS A GAMMAGRAFÍAS ÓSEAS CON 99MTC-HDP

**MORÁN VELASCO, V.(1); PRIETO AZCÁRATE, E.(2); GARCÍA GARCÍA, B.(1); BARBÉS FERNÁNDEZ, B.(2); SANCHO RODRÍGUEZ, L.(1); RICHTER ECHEVARRÍA, J.A.(2); MARTÍ-CLIMENT, J.M.(2)**

*(1) CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA; (2) CLINICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA, E INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA DE NAVARRA*

Los pacientes que se someten a pruebas diagnósticas de medicina nuclear suponen un riesgo de irradiación para el público. El objetivo de este estudio es estimar las dosis recibidas por terceros debidas al contacto familiar, social u ocupacional con un paciente sometido a una gammagrafía ósea cuando dicho contacto se produce durante el tiempo de incorporación del radiofármaco. Estos resultados se comparan con las dosis recibidas cuando el contacto se inicia una vez el paciente abandona el hospital. Para ello, se midió la tasa de dosis  $H^*(10)$  (a 0.1, 0.5, y 1.0 m de distancia) tras la administración de  $^{99m}\text{Tc}$ -HDP y una vez finalizada la gammagrafía ósea. Las dosis recibidas se evaluaron mediante el percentil 95. Las tasas de dosis máximas a 0.1, 0.5 y 1.0 m fueron 215.9, 58.3 y 23.5  $\mu\text{Sv/h}$  tras la administración y 65.7, 20.7 y 9.9  $\mu\text{Sv/h}$  una vez finalizado el estudio de imagen. En todos los escenarios estudiados, los sujetos expuestos reciben dosis bajas y por debajo del límite de dosis. El contacto con la pareja es el caso más crítico, pudiendo alcanzarse dosis de hasta 169.4  $\mu\text{Sv}$ . Si el paciente permanece en la sala de espera para pacientes inyectados se evita que éste pueda realizar actividades sociales durante la incorporación del radiofármaco, lo que resulta en una reducción significativa de la dosis recibida por el público en general. Sin embargo, el paciente recibe una dosis adicional comparable a la recibida por su gammagrafía ósea, por el hecho de compartir sala con otros pacientes inyectados. La dosis que recibe un médico por atender en consulta a un paciente procedente de medicina nuclear es 7.6  $\mu\text{Sv}$ . Por tanto, en función de su carga asistencial puede ser necesario establecer restricciones con el fin de no superar el límite de dosis.

## PRA-24 CARACTERIZACIÓN DOSIMÉTRICA DE CONTENEDORES DE COMBUSTIBLE GASTADO EN EL ATI DE LA CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO

**MÉNDEZ VILLAFAÑE, R. (1); CAMPO, X. (1); EMBID, M. (1); YÉBOLES, C.A. (2); MORALES, R. (2); NOVO, M. (3)**

*(1) CIEMAT; (2) CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO; (3) CONSULTOR INDEPENDIENTE*

El Laboratorio de Patrones Neutrónicos (LPN) del CIEMAT, laboratorio de referencia nacional en metrología neutrónica, ha caracterizado los contenedores de combustible gastado de la Central Nuclear de Trillo en el marco de un acuerdo para caracterizar dosimétricamente todo el Almacén Temporal Intermedio, ATI. Los ENSA-DPT son contenedores metálicos cilíndricos de doble propósito, transporte y almacenamiento, de 5 m de altura por 2 m de diámetro en los que se alojan 21 elementos combustibles, diseñados y licenciados por ENRESA y fabricados por ENSA. Se han realizado medidas en tres contenedores con más de 9 años de enfriamiento en piscina y quemados máximos de 49 Mwd/kgU. Para ello se ha empleado el monitor neutrónico Berthold LB6411, basado en un contador proporcional de  $^3\text{He}$  y con moderador esférico de polietileno y el sistema de esferas de Bonner CIEMAT-BSS, formado por un total de 12 esferas de polietileno y detector esférico de  $^3\text{He}$ . Se han realizado medidas neutrónicas de tasa de equivalente de dosis ambiental y de espectrometría neutrónica alrededor de los DPT26, 27 y 28 en las

cotas de 60, 100, 250 y 440 cm y a 1 m de distancia de la pared de los contenedores. Los valores de las tasas de dosis neutrónicas alrededor de cada contenedor son relativamente homogéneos observándose claramente el efecto de los muñones de rotación en la cota de 60 cm. Las medidas tanto con el equipo del CIEMAT, LB6411, como con el equipo de la propia central, Studsvik 2222A Digipig, son estadísticamente compatibles. Los espectros neutrónicos obtenidos muestran el mismo comportamiento que los reportados por otros autores y los valores de  $H^*(10)$  obtenidos a partir de ellos muestran diferencias mínimas respecto a los obtenidos directamente con los monitores neutrónicos.

### PRA-37 ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES ENSAYOS ALEATORIOS CONTROLADOS DE CRIBADO MAMOGRAFICO MEDIANTE SIMULACIÓN MONTE CARLO

ZAMORA ARDOY, L.I.(1); FORASTERO RODRIGUEZ, C. (2); GUIRADO LLORENTE, D. (2); LALLENA ROJA, A.M. (3)

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO REINA SOFÍA (CÓRDOBA); (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN CECILIO (GRANADA); (3) DEPARTAMENTO DE FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR (UNIVERSIDAD DE GRANADA)

**Objetivos:** Utilizar técnicas Monte Carlo para comprobar la validez interna y externa de los principales ensayos aleatorios controlados de cribado mamográfico llevados a cabo hasta la fecha. Los ensayos estudiados son: New York HIP, Malmö, Kopparberg, Östergotland, Canada I, Canada II, Estocolmo, Goteborg y UK age trial. **Material y métodos:** Se han simulado las historias de mujeres sometidas a ensayos aleatorios controlados, reproduciendo el tamaño de los grupos de cribado y control, grupo de edad, tiempo de intervalo y duración del ensayo. Las simulaciones proporcionan las muertes por cáncer de mama acumuladas durante 13 años tras el comienzo del programa en los dos grupos, permitiendo así calcular la reducción de mortalidad que cabe esperar y la variabilidad de este valor asociada al tamaño de los grupos, realizando 1000 simulaciones de cada uno. Se emplean la distribución de adelanto (lead-time) que supone el cribado respecto a la detección clínica y la sensibilidad global de detección. Ambos inputs se obtienen mediante simulaciones previas. No se han introducido diferencias poblacionales entre los diferentes ensayos simulados. **Resultados:** Las simulaciones de los ensayos Östergotland, Goteborg, Estocolmo, Malmö y UK age trial muestran muy buen acuerdo con los reales, lo que indica una alta calidad metodológica y validez externa. El desacuerdo con los ensayos Canadienses I y II es atribuido a la baja calidad mamográfica de los mismos, mientras que Kopparberg y New York HIP presentan defectos metodológicos. **Conclusiones:** La simulación Monte Carlo es una potente herramienta para verificar los resultados de los ensayos aleatorios controlados de cribado mamográfico. A la luz de nuestros resultados es posible decidir qué ensayos son más fiables y en qué medida sus conclusiones pueden ser extrapoladas a otras poblaciones.

15:30-16:45 horas - PONENCIA INVITADA

Preside: Francisco Fernández. *Presidente PEPRI. UAB.*

### MECANISMOS DE FINANCIACIÓN DE PROYECTOS DE I+D

GUTIÉRREZ, J.

CIEMAT

En España, existe una larga tradición en la I+D en el campo de la protección radiológica (PR). Junto a los temas tradicionales, asistimos, actualmente, a un nuevo período de debate que nos enfrenta a nuevos retos, entre los que la base radiobiológica, la PR del paciente, las implicaciones sociales en la toma de decisión, la protección de especies distintas al hombre o la gestión de la radiactividad natural son ejemplos representativos. Actualmente, España dispone de adecuadas infraestructuras y capacidades experimentales, tiene una actividad notable en I+D en PR y no está ausente de este debate, con presencia en programas europeos. En diverso grado, se cubre todo el espectro: desde la investigación más básica (efectos de las radiaciones, epidemiología, dosimetría, radioecología, ) hasta la más operativa o de aplicación. Respecto a los agentes de la I+D en España, genéricamente, pueden distinguirse dos tipos, los que promueven proyectos de investigación y usan sus resultados (autoridades nacionales, algunos centros de investigación, algunas empresas) y los que llevan a cabo tales proyectos (la universidad, que suele cubrir áreas de gran especialización, los grandes centros específicos, que conducen áreas temáticas, y algunas empresas). A continuación se comentan, sumariamente, las fuentes de financiación habituales para la I+D en PR.

**Plan Nacional de I+D.** El Plan Nacional de I+D, no ha incluido nunca de manera explícita la I+D en PR. Solo esporádicamente, algunos grupos de investigación han obtenido financiación de esta fuente, a través de áreas generales como energía, física, salud, medio ambiente, etc. El actual Plan (2013-2016) tiene, entre sus objetivos, la estimulación de la internacionalización de las actividades de I+D+i y el fomento de la participación en las iniciativas europeas y, especialmente, en «Horizonte 2020». De entre los retos en los que el Plan se plantea incidir, son los relacionados con la salud, energía y protección los que pueden incluir el desarrollo de la protección radiológica. Concretamente en el reto relativo a Energía, cabe señalar, para la Energía nuclear sostenible, el tratamiento y gestión de los residuos de media y baja actividad, como una de sus prioridades. En el reto relativo a Seguridad, se identifica una prioridad genérica relacionada con las tecnologías de aplicación a la protección de las personas

**Programa Marco de I+D de EURATOM.** Los grupos españoles de investigación en este campo han accedido de manera más o menos regular a este programa, en el área de la seguridad de la fisión nuclear, que ha incluye la investigación en PR como objetivo específico clave. Las prioridades de investigación han ido variando, contemplando aspectos dirigidos a la medida y cuantificación de dosis, el comportamiento ambiental de los radionucleidos y la evaluación de su impacto en distintas situaciones de exposición, los efectos biológicos de las radiaciones y la protección radiológica en el ámbito médico. La participación española en el 7º PM de EURATOM-Fisión alcanzó

una financiación ligeramente superior a 4 M€. Dentro del actual PM, el denominado H2020, para 2014-2015, se incluye una acción concreta de I+D en PR titulada "NFRP 7: Integración de la investigación en PR en la UE". Esta acción se basará en las agendas estratégicas de investigación de las Plataformas de I+D en PR europeas existentes, haciendo uso también de otras especialidades y capacidades existentes en Europa, en relación con el uso médico de la radiación ionizante. La financiación de la UE se dedicará a fomentar una mayor integración de la investigación en PR, prestando atención a la interacción y sinergias que puedan establecerse entre las distintas áreas de especialización y conocimiento. Dentro la NFRP 7 se desarrollará el proyecto CONCERT, elaborado por un consorcio compuesto por diversas entidades europeas, con representación española. CONCERT realizará dos convocatorias abiertas para financiación de proyectos de I+D en PR. La asignación de fondos a estas convocatorias supondrá unos 16.500.000 €, de los cuales 11.500.000 € serán de financiación de la CE y los 5.000.000 € restantes serán de cofinanciación de los países de las organizaciones participantes.

**Programa de I+D del CSN.** Probablemente, los programas de I+D del CSN han constituido, a nivel nacional, la fuente de subvención más extendida para los grupos españoles. Entre 2009 y 2014 la subvención distribuida entre proyectos de I+D se estima en una cantidad ligeramente superior a los 3 M€. Dentro de las líneas de I+D objeto de subvención, se señalan las relativas a vigilancia radiológica, dosimetría, radiactividad natural, reducción de dosis en la práctica médica, efectos biológicos de las radiaciones, tratamiento de las situaciones accidentales en sus diferentes fases de emergencia y recuperación del medio, la mejora de la instrumentación de control, protección del medioambiente y gestión de residuos radiactivos. El Plan de I+D 2012-2015 se ordena en programas amplios, entre los cuales están los referidos a Residuos Radiactivos, Control de la Exposición a la Radiación y Protección del Medio Ambiente, Dosimetría y Radiobiología, Protección Radiológica del Paciente y Gestión de Emergencias.

**Programa de I+D de ENRESA.** Este programa ha sido una fuente habitual de financiación de grupos universitarios y centros de investigación, si bien hay que considerarlo como una investigación muy específicamente dirigida a la gestión de residuos radiactivos. Ciñéndonos a la I+D con mayor relación a la PR, el Programa, tradicionalmente, ha incluido líneas dirigida a aspectos como: –Restauración ambiental: desarrollos necesarios para el tratamiento de la biosfera en las evaluaciones de impacto radiológico de la gestión de residuos radiactivos en la salud humana y el medio ambiente. Se incluye la restauración de entornos con contaminación radiológica y actividades experimentales necesarias para la validación de modelos conceptuales y numéricos en desarrollo; –Protección radiológica, propiamente dicha: seguimiento y participación en trabajos internacionales sobre la evolución de los criterios de seguridad radiológica a nivel internacional, con un especial seguimiento de las actividades en materiales NORM y la protección radiológica del medio ambiente. Para el período 2014 - 2018 se contempla la continuación de ambas líneas.

**Programa de I+D de UNESA.** Hasta el año 2.000 la financiación de la investigación promovida por el sector eléctrico se hacía a través del Plan de Investigación Electrotécnico, que detraía un 0,3% de la tarifa eléctrica para este propósito. La liberalización del sector puso fin a este sistema, pasándose a aportaciones directas de los interesados para la financiación de la I+D. A mediados de los 90 se inició el Plan Coordinado de I+D UNESA-CSN, con financiación equitativa de ambas partes, a través del cual se ejecutaron diversos proyectos de I+D relacionados con la PR. A principios de este siglo, UNESA decidió participar en el programa de I+D nuclear del Electric Power Research Institute de Estados Unidos (EPRI), programa dirigido específicamente a temas relacionados con la operación de centrales nucleares y que dedica un 25% de sus recursos a investigación relacionada con PR y la gestión de los residuos radiactivos de las centrales nucleares. En este programa existe un mecanismo de retorno de los fondos a entidades de I+D españolas que trabajen para los proyectos de EPRI, si demuestran capacidad en las áreas de interés de este organismo. UNESA aporta del orden de 4 M€ anuales al programa de I+D de EPRI, de los cuales 0,5 M€ están asociados a temas de PR como Gestión de la radiación, Residuos de media y baja actividad y Protección del medioambiente.

---

17:15-18:30 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - MESA REDONDA

Preside: Leonor Zazo García. *Hospital Universitario Politécnico La Fe. Valencia.*

### COORDINACIÓN TÉCNICA EN LOS SERVICIOS DE RADIOFÍSICA

**RODRÍGUEZ PORTELLANO, J. (1); GUERRERO BRAVO, F.J.(2); SANZ MONICHE, D. (3); ZARDOYA ANTÓN, E.(4)**

(1) SUPERVISOR TÉCNICO HOSPITAL COSTA DEL SOL JUNTA DE ANDALUCÍA; (2) COORDINADOR DE ÁREA HOSPITAL COSTA DEL SOL JUNTA DE ANDALUCÍA; (3) COORDINADORA DOSIMETRÍA DE RADIOFÍSICA HOSPITAL UNIVERSITARIO CENTRAL DE ASTURIAS; (4) COORDINADORA DE TÉCNICOS IICO BARCELONA

---

17:15-18:30 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - TALLER

Preside: José Luis Pamos Navas. *TSID, Centro Nacional de Dosimetría.*

### TALLER SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD DE DOSÍMETROS

**PONS MOCHOLÍ, S.**

*TSID CENTRO NACIONAL DE DOSIMETRÍA*

18:30-19:30 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - Comunicaciones

Presiden: Ana Serrano Juárez.

Mercedes Broseta.

### STE-01 ANALISIS DE DYNALOGS EN TRATAMIENTOS DE IMRT

**ABELLA CEREIGIDO, R.; HERNÁNDEZ MASGRAU, V.; VERA SÁNCHEZ, J.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANT JOAN DE REUS

**Objetivo:** El objetivo del presente trabajo es usar los Dynalog (DLG) para verificar las fluencias proporcionadas por el colimador multiláminas (MLC) en tratamientos de IMRT. Para ello se ha desarrollado software propio que permite su análisis de una forma totalmente automática. **Material y métodos:** Los tratamientos se han llevado a cabo mediante tres aceleradores Varian. Dos de ellos (Clinac iX y un 2100CD) equipados con un MLC Millennium120 y el tercero (Trilogy) con un MLC HD120. Los campos dinámicos generan archivos DLG que contienen información de la posición real de cada una de las láminas y de su posición teórica cada 50 ms. A partir de estos archivos, y por medio de programas propios desarrollados con Matlab se obtiene, para cada campo, la fluencia impartida y la calculada, permitiendo su comparación. **Resultados y discusión:** Para cada uno de los campos dinámicos administrados, el análisis del posicionamiento de las láminas se realiza a través del índice gamma (1%, 1mm). Los programas desarrollados permiten tanto el análisis automático de un conjunto de DLG como el análisis interactivo de las fluencias para cada campo. Durante un año se han analizado de forma automática 52,200 DLGs correspondientes a las múltiples administraciones de 900 campos de IMRT y VMAT. Los resultados obtenidos indican que más del 99.9% de los casos analizados tienen un passing rate para el gamma 1%/1mm superior al 98%. **Conclusiones:** El método presentado permite la verificación del posicionamiento correcto de las láminas en los tratamientos de IMRT. La automatización de éste proceso posibilita el análisis de los DLG en todas las sesiones de tratamiento. En conclusión, este método proporciona una herramienta útil para detectar errores puntuales y sistemáticos en el posicionamiento dinámico de las láminas. Además, permite controlar el correcto funcionamiento del MLC en todas las sesiones de tratamiento, todo ello sin aumentar las cargas de trabajo.

### STE-10 COMPARATIVA DEL USO DE MORDAZAS FIJAS PARA IMRT DINÁMICA.

**BALLESTEROS MARTÍN, A.; GUTIÉRREZ VÁZQUEZ, S.**

COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA

**Objetivo:** Minimizar el tiempo de tratamiento y la subdivisión de campos en pacientes con IMRT dinámica. **Material y métodos:** Tomamos a 5 pacientes de cabeza y cuello para IMRT dinámica con dosis de 70 Gy al volumen tumoral y de 60 y 54 Gy a las cadenas ganglionares bilaterales I, II, III, IV y V en una sola fase. Se realizaron dos planes para cada paciente, uno sin mordazas fijas y otro con mordazas fijas siendo  $x < 13.7$  cm. Calculados en Eclipse (Varian Medical Systems) con el algoritmo de cálculo Anisotropic Analytical Algorithm (AAA) Versión 11.0.31. y optimizado con el algoritmo Dose Volume Optimizer (DVO) Versión 11.0.31 **Resultados:** Se evitan la subdivisión de campos y una disminución en las UM administradas y por lo tanto menor tiempo de tratamiento, lo que hace reducir los posibles movimientos de los pacientes. Los Órganos a Riesgo mejoran sensiblemente y en cobertura de dosis no se aprecian diferencias significativas. Siendo las cadenas ganglionares V susceptibles de una ligera pérdida de cobertura de dosis. **Discusión:** Siendo ambos tratamientos válidos cabe comparar la comodidad de un tratamiento más rápido con la posible pérdida de cobertura en la cadena ganglionar V. **Conclusiones:** Se han probado tratamientos más rápidos en pacientes con un exigente sistema de inmovilización incómodo y agobiante ya que finalmente son tratados con 5 campos sin dividirse en vez de 5 campos divididos en dos o más subcampos por la limitación del tamaño de las láminas.

### STE-31 EXPERIENCIA DE USO DE UNA MESA ROBOTIZADA 6D

**BELLVER SOMADA, J.J.; DÁVILA GORDILLO, M.V.; GARCÍA BARBARROJA, J.; GARCÍA MARTÍN, A.; GIMENO OLMOS, J.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO LA FE

**Objetivos y propósitos:** Se describe la experiencia clínica en el uso de una mesa robotizada con 6 grados de libertad (6D), instalada en un acelerador TrueBeam (Varian) con colimador multiláminas de alta definición MLC120HD y modalidades de fotones de alta intensidad, especialmente adecuado para tratamientos de SRS y SBRT. **Material y métodos:** Se dispone de una mesa robotizada 6D. Para la utilización de dicha mesa, se requiere un soporte técnico y un software adecuados. Y también de un equipo de profesionales formados adecuadamente, para su correcta utilización. Además de los cuatro movimientos de una mesa de tratamiento convencional, como son los desplazamientos en las tres direcciones vertical, longitudinal y lateral y la rotación isocéntrica, una mesa robotizada 6D permite dos movimientos más: Pitch y Roll. Para la aplicación de éstos previamente se habrá realizado un matching con un Cone Beam (CBCT). **Resultados:** Se presentan resultados de matching de pacientes comparando los desplazamientos obtenidos sin utilizar y utilizando los desplazamientos de rotación adicionales de la mesa 6D. La aplicación de todos los movimientos citados hace posible la realización de técnicas de tratamiento de alta precisión como son la radiocirugía, IMRT o radioterapia estereotáctica con una mayor calidad. **Conclusiones:** La utilización de esta mesa robotizada 6D, en combinación con un acelerador lineal de muy altas prestaciones, permite ajustar el tratamiento diario a la planificación con mayor exactitud, pudiéndose alcanzar dosis más elevadas en el volumen a tratar, preservando en mayor medida el tejido sano circundante.

## STE-08 COMPARACIÓN DOSIMÉTRICA DE DOS TÉCNICAS DE IRRADIACIÓN EN IMRT DE CABEZA Y CUELLO

GUTIERREZ PEREZ, M.; RIVERA GIMENEZ, M.; BERENGUER SERRANO, R.; DE LA VARA OLIVAS, V.; NUÑEZ QUINTANILLA, A.T.

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE ALBACETE

**INTRODUCCIÓN** El objetivo es evaluar la optimización de dosis en médula y parte posterior del cuello en tratamientos de IMRT de cabeza y cuello con dos técnicas diferentes. **MATERIAL Y MÉTODO** Se han llevado a cabo cálculos sobre 9 pacientes con tratamientos prescritos de 50 Gy sobre las áreas ganglionares del cuello. Para las dosimetrías se ha utilizado un planificador XIO v4.62 (Elekta Oncology Systems), y 2 planificaciones por paciente usando una misma tabla de prescripciones, (tabla que ha generado un plan válido con alguna de las técnicas). La primera consta de 7 haces equidistantes cubriendo todo el PTV (técnica 1). Para la segunda se han utilizado de 9 a 11 haces, diferenciándose de la técnica anterior en que los campos posteriores no cubren el PTV en su totalidad ya que evitan la irradiación de la médula (técnica 2). **RESULTADOS** Se han evaluado parámetros recomendados por el ICRU 83 como dosis en PTV (Mediana, D98%, D2%), parótidas (Media), médula (Dmáx, D2%) y médula+0.5 (Dmáx, D2%), encontrándose valores similares en PTV, parótidas y médula. En cuanto a la médula+0.5, la técnica 2 ofrece valores de dosis inferiores para Dmáx (valor medio de 1.5Gy) y para D2% (valor medio de 2.6Gy). **DISCUSIÓN** En cuanto a los parámetros estudiados, las dos técnicas producen resultados similares. Sin embargo, la técnica 1 origina un incremento de dosis en la zona posterior del cuello que se evita con la técnica 2. Además, se intenta evitar este tipo de campos de la técnica 1 porque fuerza en exceso la protección en la médula y genera unos ficheros de modulación de intensidad teóricos que no se corresponden con las medidas, cosa que no ocurre en la técnica 2. **CONCLUSIÓN** Recomendamos el uso de una técnica que evite los haces posteriores que incluyan médula para usuarios de nuestro planificador.

## STE-03 CASO CLINICO: RADIOTERAPIA EN GLANDULAS SALIVARES

MONTES LOZANO, M.J.; VERCHER GARCIA, C.; LUQUE RIDER, E.M.

HOSPITAL CLINICO DE DAN JUAN DE ALICANTE

**Objetivo:** tratar las glándulas salivares con radioterapia a una paciente para detener la sialorrea a una paciente que padece de ELA. La esclerosis lateral amiotrófica (abreviadamente, ELA) es una enfermedad degenerativa de tipo neuromuscular. Se origina cuando unas células del sistema nervioso llamadas motoneuronas disminuyen gradualmente su funcionamiento y mueren, provocando una parálisis muscular progresiva de pronóstico mortal: en sus etapas avanzadas los pacientes sufren una parálisis total que se acompaña de una exaltación de los reflejos tendinosos (resultado de la pérdida de los controles musculares inhibitorios).[1] [2]. **Materiales:** radioterapia externa convencional con un acelerador lineal siemens primus. **Planificada** Con la ayuda de un tac y tratamientos que consiste básicamente en dos campos laterales, una dosis total de 30Gy a 300cgy por día. **Resultado:** positivo, espesa la secreción salivar desde el segundo día mejorando así la calidad de vida de la paciente. **Conclusion:** la radioterapia funciona, como tratamiento soporte, para casos benignos tan curiosos como este, aun cuando los tratamientos protocolizados para la paciente han fracasado.

## STE-59 VERIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS CON FRACCIONAMIENTO SUPERIOR A 8 GY MEDIANTE DOSIMETRÍA DE PELÍCULA RADIOCRÓMICA EN CANAL VERDE.

PADILLA VAZ, C.; CIUDAD RIVAS, J.; LLORET GUDIÑA, A.M.; RIBALTA POYATOS, A.

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO

Los tratamientos de radioterapia con intensidad modulada o también llamados IMRT, son verificados rutinariamente en las unidades de tratamiento. Dichas verificaciones combinan la medida de dosis absorbida mediante cámaras de ionización con el análisis de la distribución de dosis en un plano, utilizando habitualmente dosimetría de película. La dosis máxima de exposición recomendable para el uso de películas radiocrómicas analizadas en Canal Rojo es de 8Gy. Esto con lleva reescalar la dosis del plan de verificación a valores menores, que estén dentro del rango útil de la película empleada. Este rango, puede ampliarse utilizando los canales verde y azul hasta 20 y 50 Gy respectivamente. Se utilizan películas radiocrómicas EBT2 modelo Gafchromic, para obtener la distribución de dosis en un plano coronal con dosis por fracción elevadas, tales como tratamientos de estereotaxia extracraneal de pulmón (20 Gy x 3, 18 Gy x 3 ó 14 Gy x 4) con tomoterapia helicoidal, o radiocirugía craneal en Novalis (12-20 Gy). Utilizaremos maniqués de agua sólida con alojamientos para cámaras de ionización y películas. Las películas radiocrómicas se escanean y se analiza el canal verde aplicando un filtro de mediana media. Se evalúa el porcentaje de puntos de la película expuesta que satisfacen el criterio gamma con ayuda de un programa informático. Los porcentajes de los análisis usando el canal verde proporcionan porcentajes superiores al 95% cumpliendo criterios de gamma satisfactorios. Todo esto supone abarcar un mayor rango de dosis, evitando así la necesidad de reducir la dosis de exposición con ello se elimina la incertidumbre añadida por alterar las condiciones de irradiación de la verificación frente a las reales del tratamiento del paciente, además añade un ahorro de tiempo en la verificación de los planes de verificación.

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



08:00-09:00 horas - CURSO REFRESCO

Secretario: Milagros Montero Prieto

### USOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

**ARGILÉS PÉREZ, E.**

DIRECTOR SERVICIOS ZONA CENTRO GD ENERGY SERVICES S.A.U. MADRID

09:00-09:45 horas - PONENCIA INVITADA

Preside: Rafael Herranz Crespo. Centro de Radiopatología. Laboratorio de Dosimetría Biológica Director IES. Escuela Técnico Profesional de la Comunidad de Madrid. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Secretario: M<sup>a</sup> Teresa Macías

### BIOMARCADORES DE RADIOSENSIBILIDAD Y RADIOPROTECCIÓN

**BARQUINERO, J. F. (1); MONTORO, A. (2, 3, 4)**

(1) UNITAT D'ANTROPOLOGIA BIOLÒGICA. DEPARTAMENT DE BIOLOGIA ANIMAL, BIOLOGIA VEGETAL I ECOLOGIA, UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA; (2) GRUPO DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA EN IMAGEN GIBI230, IISLAFE, VALENCIA; (3) SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL U. P. LA FE, VALENCIA; (4) UNIDAD MIXTA DE INVESTIGACIÓN EN ENDOCRINOLOGÍA, NUTRICIÓN Y DIETÉTICA CLÍNICA, IISLAFE-UV, VALENCIA

La radiación ionizante es un agente que provoca lesiones en el material genético de las células. En determinados casos estas lesiones forman parte del efecto deseado de las radiaciones, como en la radioterapia, donde se busca causar la muerte del mayor número posible de células cancerígenas. Sin embargo, en estos procedimientos de tratamiento o en determinadas situaciones de diagnóstico médico con radiaciones ionizantes se pueden ocasionar efectos indeseados debido a la irradiación de células sanas, con repercusiones sobre la salud de los individuos. Cuando se pretende identificar una determinada exposición a una sustancia exógena al organismo se utilizan biomarcadores que nos permitan confirmar esta exposición. En el caso de que la exposición provoque un efecto nocivo en el material genético, el interés se centra en biomarcadores genotóxicos. Si el efecto en el material genético se traduce en cambios en la estructura o en el número de cromosomas observables y cuantificables mediante técnicas citogenéticas, estos cambios se podrán emplear como biomarcadores citogenéticos. Por tanto, mediante los biomarcadores citogenéticos como las aberraciones cromosómicas podemos evaluar el daño que la radiación causa en el ADN de las células así como la posible reducción de este daño por parte de los compuestos llamados radioprotectores. De forma semejante, podemos evaluar la toxicidad que los compuestos objeto de estudio pueden ejercer por sí mismos. Con el propósito de evitar o mitigar los efectos indeseados de la radiación ionizante se han investigado diversos productos sintéticos y naturales, con un interés creciente por estos últimos. Debido a la necesidad de proteger a los individuos de estos efectos de la radiación ionizante, una de las estrategias empleadas consiste en la administración de unos principios activos, compuestos o sustancias conocidos como radiomoduladores, entre los cuales se encuentran los radioprotectores. Existen diferentes mecanismos de acción por medio de los cuales un radioprotector puede ejercer su acción como el secuestro de radicales libres, aumento de la capacidad de reparación del ADN o reducción de la respuesta inflamatoria. Además, un radioprotector debe cumplir con determinados requisitos tales como poseer una estabilidad adecuada, ofrecer una vía de administración aceptable, toxicidad mínima y en casos como en la radioterapia, donde se desea eliminar a las células tumorales, no proteger a éstas sino a las células sanas. Dado que mediante los biomarcadores citogenéticos podemos evaluar el daño que la radiación ionizante causa en el ADN, éstos nos resultan útiles para conocer el grado en el que la radiación afecta a cada individuo, es decir su radiosensibilidad. La radiosensibilidad es la respuesta de un sistema biológico frente a la radiación. Este concepto genérico incluye sistemas biológicos con distintos grados de organización: células, tejidos e individuos. En los seres humanos se exhibe un rango de variación interindividual en la frecuencia y severidad de los efectos que presentan luego de la exposición a las radiaciones debido a diferencias en su radiosensibilidad individual. Por lo general entre un 5 y un 7% de los pacientes sometidos a esquemas convencionales de terapia radiante desarrollan reacciones severas. En estos pacientes la respuesta se expresa a través de reacciones precoces y/o tardías aún con dosis por debajo de las dosis de tolerancia para tejidos sanos. En menos del 1% del total de pacientes estas reacciones pueden llegar a comprometer el pronóstico vital (pacientes hiper-respondedores; over-reactors). Estas diferencias en la radiosensibilidad individual pueden reflejarse en la severidad de las lesiones radioinducidas tanto en el caso de las exposiciones programadas (radiología intervencionista, radioterapia) como en las sobreexposiciones accidentales. Ciertos mecanismos, como la disminución de la muerte celular programada (apoptosis), la alteración en el nivel de la reparación genómica y el aumento de transcripción de mediadores inflamatorios han sido involucrados en lesiones radioinducidas. Estados

de alteración de la microvasculatura (diabetes, senescencia, aterosclerosis) y alteraciones de la respuesta inmune (lupus eritematoso, esclerodermia, dermatomiositis) pueden asimismo modificar la respuesta individual frente a una irradiación. En los últimos años se ha buscado una técnica de evaluación individual de la radiosensibilidad que permita una mejor discriminación y una reproducibilidad intraexperimental. La identificación de individuos entre la población que tengan un incremento inherente de la radiosensibilidad es de vital importancia para la protección de los efectos adversos de radiación, tanto en pacientes como en personal sanitario, si bien, la potencial utilidad de los tests predictivos de radiosensibilidad individual se vincula particularmente con exposiciones planificadas. Por tanto, en relación con la exposición a la radiación ionizante, las técnicas citogenéticas pueden ser utilizadas como una herramienta para evaluar la posible radiosensibilidad de cada individuo ya que se sabe que en los seres humanos se exhibe un rango de variación interindividual en la frecuencia y severidad de los efectos aparecidos después de la exposición a las radiaciones ionizantes. Esta medida podría ayudar a evaluar el riesgo individual de sujetos expuestos a tratamientos con radiaciones ionizantes con la posibilidad de un ajuste más personalizado de las dosis o como una medida preventiva adicional en trabajadores expuestos a radiación ionizante.

09:45-10:30 horas - COMUNICACIONES - Radiobiología

Presidente: Rafael Herranz Crespo. *Centro de Radiopatología. Laboratorio de Dosimetría Biológica Director IES. Escuela Técnico Profesional de la Comunidad de Madrid. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid*  
Secretario: M<sup>o</sup> Teresa Macías

### RDB-01 EFFECT OF IRRADIATION ON THE ANTIOXIDANT RESPONSE AND OXIDATIVE STRESS IN CULTURED HUMAN BLOOD

**OLIVARES, L. (1); SEBASTIÀ, N. (1); MONTORO, A. (1); LEÓN, Z. (2); PÉREZ-CALATAYUD, J. (1); VILLAESCUSA, J. I. (1); SORIANO, J. M. (3); RODRIGO, R. (2)**

(1) INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA LA FE; (2) INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA LA FE; (3) UNIDAD MIXTA DE INVESTIGACIÓN EN ENDOCRINOLOGÍA, NUTRICIÓN Y DIETÉTICA CLÍNICA

Introduction Exposure to ionizing radiation cause biological damage through a direct and indirect effect on biomolecules. The indirect effect, characterized by the formation of free radicals from water radiolysis, can lead to an increased oxidative stress level which might increase the cells radiosensitivity and play an important role in the pathogenesis of cancer, cardiovascular diseases, diabetes or liver damage. Nevertheless, some authors suggest that exposure to low doses of ionizing radiation might activate an "adaptive response" which would result in a lower cell radiation susceptibility. Health workers exposed to ionizing radiation receive chronic low doses, thus, we consider necessary to study the biological response to this type of exposure to assess the risk of their exposure. Methods Blood samples from 22 workers from the University and Polytechnic Hospital La Fe were cultured in PB-MAX Karyotyping medium for 72h. To assess the effect of in vitro irradiation, half of the cultured samples were irradiated at 1 Gy of gamma rays and the other half remained non-irradiated. Immediately after the irradiation, medium containing cultured blood was collected and centrifuged. Supernatant was used to determine antioxidant and oxidant markers. Total antioxidant capacity (TAC) was measured by the ABTS method; nitrites (NO<sub>x</sub>) by Griess reaction, reduced glutathione (GSH), oxidized glutathione (GSSG) and free nitrotyrosine were measured by MS/MS-HPLC. Results Blood irradiation significantly reduced total antioxidant capacity and GSH/GSSG ratio probably due to its depletion to counteract the effect of radiation. However, it increased the content of free nitrotyrosine, a marker of oxidative stress. Conclusion Irradiation of cultured human blood reduced the antioxidant response and increased oxidative stress. To our knowledge, we present the first study that evaluates the effect of in vitro irradiation on antioxidant response and oxidative stress.

### RDB-02 ESTUDIO RADIOBIOLÓGICO DE CÉLULAS CON LEUCEMIA AGUDA.

**GARCIA, B. (1); ZAHARIA, M. (2); SARAVIA, C. (2)**

(1) UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNII) / RED AUNA - CLINICA DELGADO, (2) INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS

El estudio fue un trabajo prospectivo de corte transversal, se evaluó el efecto de una dosis única de radiación Gamma, en la viabilidad celular en distintos linajes de leucemias agudas, cuyos linajes fueron confirmados mediante estudios genéticos de cariotipo a cada muestra. Se recolectaron 20 muestras consecutivas de aspirado de médula ósea de pacientes con leucemias agudas. De las cuales 10 correspondieron a leucemias linfoblásticas agudas LLA y 10 a leucemias mieloides agudas LMA, conforme se colectaron las muestras fueron sometidas a criopreservación. El estudio evaluó la radiosensibilidad de diferentes linajes de leucemias agudas, mediante tinción con Azul de Tripán, para determinar diferencias en las tasas de viabilidad celular en los diferentes tipos de leucemias. Este estudio no pretende evaluar la muerte celular inducida por la activación de genes blanco de P53, cuya expresión se manifiestan aproximadamente una hora después de la irradiación. En cambio, nuestra intención fue evaluar la muerte celular producida por la toxicidad aguda de la radiación gama. Se pudo observar discreta diferencia en las tasas de viabilidad celular, observándose que las LMA son más radioresistentes, no existieron diferencias estadísticamente significativas, y quizá esto ocurra porque las leucemias agudas de estirpe mieloides son más heterogéneas, evidenciándose en una mayor desviación estándar en la viabilidad celular cuando se compara con las LLA. Dentro de las LMA, observamos que las leucemias M4 son más radioresistente. En conclusión, se observa una mayor radioresistencia en las células de leucemia mieloides aguda que en la leucemia linfoblástica aguda, aunque sin observarse diferencias significativas, constituyendo el grupo de leucemias mieloides, un grupo de radiosensibilidad heterogénea.



## RDB-04 FREQUENCY OF TRANSLOCATIONS IN UKRAINIAN CHILDREN AND ADOLESCENTS FROM AREAS NEAR CHERNOBYL 20 YEARS AFTER THE NUCLEAR PLANT ACCIDENT

SEBASTIÀ FABREGAT, N. (1); MONTORO PASTOR, A. (2); KULKA, U. (3); SAMAGA, D. (3); VILLAESCUSA, J. I. (2); ARNAL, C. (4); SORIANO, J. M. (5); OESTREICHER, U. (3)

(1) INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA LA FE; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE; (3) BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ; (4) FUNDACIÓN JUNTOS POR LA VIDA; (5) UNIDAD MIXTA DE INVESTIGACIÓN EN ENDOCRINOLOGÍA, NUTRICIÓN Y DIETÉTICA CLÍNICA

Introduction Retrospective biological dosimetry using Fluorescent in situ Hybridization technique (FISH) is an important tool to analyze translocations in chromosomes after past and chronic radiation exposure conditions. This study was directed to evaluate stable translocations in children and adolescents from areas initially contaminated by the Chernobyl accident. Material and Methods Fifteen samples from Ukrainian children and adolescents from the cities of Hornostajpil, Ivankiv, Slavutych, Fenevichi, and Irpin were selected out of 55 from a previous study (2007-2008), which aimed at an estimation of the acute absorbed dose in this population. The subjects were residents in areas near (< 100 km) the region affected by the accident. FISH technique was performed to analyze the frequency of translocations according to standardized procedures (IAEA, Safety Standards, EPR-Biodosimetry, 2011). Results and discussion A total number of 24960 cells were scored and 28 translocations found, resulting in a mean frequency of 0.11 translocations per 100 cells. Compared to an age-matched control group (58 translocations in 47352 cells) the difference is statistically not significant (Fisher's exact test, p-value = 0.74). Some authors found a higher frequency of translocations in children exposed to ionizing radiation due to the Chernobyl accident in utero and after birth (Fucic et al., 2008), however, only two out of four individuals from our group exposed in utero showed higher frequencies of translocations than the control group. Conclusion Our results showed that the frequency of translocations in the studied group is placed in the background level of the control population available for this study and also, in the background level provided by the IAEA. Certainly, the number of subjects is very small and validation is needed by further examinations.

## RDB-06 NEW PROCESS TO DESCRIBE RADIATION DAMAGE AT THE MOLECULAR LEVEL. APPLICATION TO 125I SEEDS IN WATER

COLMENARES, R. (1); KRUPA, K. (2); WILLIART, A. (3); GARCÍA, G. (2)

(1) UNIDAD DE RADIOFÍSICA CLÍNICA. HOSPITAL RAMÓN Y CAJAL. MADRID; (2) INSTITUTO DE FÍSICA FUNDAMENTAL. CSIC. MADRID; (3) DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LOS MATERIALES, UNED. MADRID

En los tratamientos de radioterapia y braquiterapia el daño inducido por la radiación se relaciona directamente con la dosis absorbida, pero desde el punto de vista del campo de la nanodosimetría el daño biológico estaría más relacionado con las disociaciones moleculares. Un código Monte Carlo (MC) de elaboración propia, en el que se incluyen todas las interacciones relevantes (módulo LEPTS, Low Energy Particle Track Simulation, para energías < 10 keV junto con otro módulo de GEANT4 para > 10 keV), valoradas estas colisiones, pudiéndose obtener de él, no solo dosis absorbida, sino también el número de disociaciones en cualquier nanovolumen. En coherencia con lo expuesto anteriormente, en las simulaciones MC deben seguirse las partículas hasta energías tremendamente bajas, ya que es precisamente en ese rango en el que alcanzan mayor eficiencia algunos de los procesos descritos. El conjunto de datos necesarios para este programa incluyen cálculos y medidas de secciones eficaces y medidas de espectros de pérdidas de energías para un amplio rango de energía de electrones y vapor de agua. El código tiene en cuenta el efecto de condensación para poder obtener resultados en agua líquida. El propósito final puede definirse como la realización de los cálculos en dosimetría clínica según estos conceptos de nanodosimetría, o al menos, la identificación de las zonas en las que código LEPTS calcula cierto daño molecular pese a tener bajos niveles de dosis absorbida. En este sentido, conviene recordar que en los cálculos dosimétricos en braquiterapia se considera habitualmente el medio como agua líquida, lo que permitiría una comparación más sencilla. El primer caso que se pretende estudiar es de los tratamientos de próstata de baja tasa con semillas de 125I y como paso previo se pretende comparar los datos de ionización en agua del código MC frente a los medidos.

## RDB-08 PARÁMETROS RADIOBIOLÓGICOS PARA EL CÁNCER DE MAMA OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS START

GUIRADO, D. (1); DE LA VEGA, J. M. (1); GUERRERO, R. (1); LALLENA, A. M. (2)

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN CECILIO, GRANADA; (2) DEPARTAMENTO DE FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR, UNIVERSIDAD DE GRANADA

Introducción: En un trabajo reciente publicado por el grupo que ha llevado a cabo los ensayos clínicos aleatorizados START [1], se informa sobre los resultados obtenidos tras 10 años de seguimiento. En estos ensayos se compara, para la radioterapia del cáncer de mama en estadios tempranos, el esquema convencional de fraccionamiento con esquemas hipofraccionados. En las diferentes publicaciones a que ha dado lugar el programa START se dan algunos datos radiobiológicos, como el de los valores del coeficiente alfa/beta para diferentes tejidos y respuestas. En este trabajo se hace, primero, una determinación independiente de los parámetros evaluados previamente; segundo, se presentan métodos diferentes a los ya utilizados para hacer estas determinaciones; y, por último, se obtiene el factor tiempo asociado a la radioterapia fraccionada del cáncer de mama. Material y métodos: Para analizar los datos de los ensayos START emplearemos, por una parte, el modelo de dosis-respuesta logístico para la probabilidad de deconstrucción tumoral y, por otra, las ecuaciones de isoeffecto clásicas del modelo lineal-cuadrático. Para los ajustes y la determinación del factor tiempo se emplea el método Monte Carlo. El procedimiento consiste en generar conjuntos de datos sorteando de acuerdo con las incertidumbres asociadas a los datos de los estudios START, esto produce distribuciones completas para los parámetros ajustados de las que pueden calcularse los

valores centrales y sus intervalos de confianza. Resultados y conclusiones: El valor de alfa/beta obtenido para el cáncer de mama es 3.90 [2.57,9.34]Gy, IC 95%; que resulta comparable al estimado previamente, lo que supone una confirmación independiente de su validez. El factor tiempo referido a un esquema de 2 Gy por fracción para el cáncer de mama es alto: 0.84 [0.57,1.68]Gy/día, IC 95%; y resulta del orden del estimado para cánceres de cabeza y cuello. [1] Haviland JS, et al. Lancet Oncol 2013;14:1086-94.

## **RDB-09 POTENCIACIÓN DEL EFECTO DE LA RADIOTERAPIA MEDIANTE UNA TERAPIA ENZIMÁTICA DE BASE NANOTECNOLÓGICA**

**BARBERÁ, V. M. (1); ESPOSITO, R. D. (2); GARCÍA MORALES, P. (3); DORADO RODRÍGUEZ, P. (2); SANZ, J. (3); FUENTES, M. (3); PLANES MESEGUER, D. (2); SACEDA, M. (4); FERNÁNDEZ Fornos, L. (5); VENTERO, M. P. (3)**

(1) LABORATORIO DE GENÉTICA MOLECULAR, HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO, ELCHE; (2) SERVICIO DE RADIOFÍSICA, ERESA - HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO, ELCHE; (3) INSTITUTO DE BIOLOGÍA MOLECULAR Y CELULAR DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ, ELCHE; (4) FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN SANITARIA Y BIOMÉDICA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA (FISABIO); (5) SERVICIO DE ONCOLÓGICA RADIOTERÁPICA, ERESA - HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO, ELCHE

El mayor efecto de la radiación sobre las células se produce por la generación de radicales libres al incidir la radiación sobre las moléculas acuosas presentes en las células. La D-aminoácido oxidasa (DAO) produce también radicales libres como consecuencia de la liberación de agua oxigenada al convertir D-aminoácidos en sus correspondientes cetoácidos. Basados en esta propiedad de la DAO, hemos ensayado en cultivos primarios de glioblastoma, la combinación de la radioterapia con la DAO con el objetivo de mejorar los resultados obtenidos únicamente con radioterapia. Los resultados obtenidos por nuestro grupo sobre cultivos primarios de glioblastoma multiforme, muestran una potenciación dramática del efecto de dosis de radiación de entre 7-15 Gy cuando tras la irradiación se añaden 2 Unidades/ml de D-aminoácido oxidasa (DAO) libre o conjugada en nanopartículas magnéticas.

---

11:00-13:00 horas - COMUNICACIONES - Emergencias

Preside: Miguel Calvín Cuartero. *Subdirector de Emergencias y Seguridad Física. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Madrid*

Secretario: Alegría Montoro Pastor

## **EEM-02 DIRECTRIZ BÁSICA DE PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO RADIOLÓGICO**

**MARTIN CALVARRO, J. M.; CALVIN CUARTERO, M.; GIMÉNEZ GONZÁLEZ, M.S.; MOZAS GARCÍA, A.**

CSN

La Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo radiológico completa el esquema normativo básico en materia de emergencias nucleares y radiológicas aplicable a nuestro país junto con la Directriz Básica del Transporte de Mercancías Peligrosas (clase VII) y el Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN). La DBRR cumple con los criterios radiológicos aprobados por el CSN y con la reglamentación aplicable nacional e internacional. Los aspectos más relevantes de la Directriz Básica se centran en su ámbito de planificación por las Comunidades Autónomas, los grupos de posibles emergencias radiológicas en función del tipo de actividad asociada, los niveles de planificación de la respuesta y las organizaciones implicadas en dicha respuesta, los criterios radiológicos y medidas de protección, y las pautas para la implantación de esta Directriz y el mantenimiento de la eficacia de los planes del nivel de respuesta exterior, los Planes de las Comunidades Autónomas y el Plan Estatal frente al Riesgo Radiológico, en los últimos trámites para su aprobación y publicación.

## **EEM-07 LA GESTIÓN DE UNA EMERGENCIA NUCLEAR: MEJORAS IMPLANTADAS EN LAS CENTRALES NUCL. ESPAÑOLAS DERIVADAS DEL ACCIDENTE DE LA CENTRAL NUCLEAR DE FUKUSHIMA DAIICHI**

**GIMÉNEZ GONZALEZ, S.; CALVIN CUARTERO, M.; MARTIN CALVARRO, J. M.; MOZAS GARCIA, A.**

CSN

A raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima Daiichi en Japón se ha confirmado que la gestión de una emergencia nuclear debe ser prevista con antelación y se ha puesto de manifiesto que existe una serie de medidas técnicas y organizativas que pueden ser implantadas en el emplazamiento antes de la ocurrencia de una emergencia nuclear y derivar en una mejora sustancial de su gestión. Las ITC emitidas por el CSN consideraban un calendario para la implantación de requisitos que suponen un reforzode la seguridad de las centrales, dividido en 3 periodos: corto, medio y largo plazo, que finalizaban respectivamente en los años 2012, 2014 y 2016. Las mejoras identificadas en relación a la preparación y respuesta a una emergencia nuclear se centran en los siguientes aspectos: adecuación de medios humanos y materiales asignados a la organización de respuesta ante emergencias; mejora de las instalaciones de gestión de la emergencia de la propia central nuclear; mejora de centros de concentración del personal susceptible de ser evacuado; y mejora de los sistemas de comunicación en emergencia, considerando situaciones de pérdida prolongada de alimentación eléctrica. Se desarrollan las siguientes: Metodología de análisis de la ORE; Definición del Centro Alternativo de Gestión de Emergencia (CAGE); Definición del Centro de Apoyo en Emergencias (CAE); definición de Puntos Protegidos; Definición de nuevos puntos de concentración del personal evacuable; Reorganización del personal en emergencias prolongadas; Comunicaciones de voz y datos en emergencias y Apoyo de la Unidad Militar de Emergencia (UME). Para cumplir con los requisitos reguladores del CSN plantados en

las ITC emitidas, las centrales nucleares españolas han desarrollado una metodología para el análisis de los recursos necesarios en la ORE y su aplicación ha planteado mejoras organizativas, de equipos y de procedimientos y han derivado en la revisión de sus Planes de Emergencia Interior.

### **EEM-06 IMPLICACIONES DE LAS EMISIONES DE LARGA DURACIÓN EN LA PREPARACIÓN A LA RESPUESTA EN EMERGENCIA. ANÁLISIS CON UN CASO ESTUDIO NACIONAL**

**MONTERO PRIETO, M.; TRUEBA ALONSO, C.**

CIEMAT

En todos los países con instalaciones nucleares existe una planificación detallada para gestionar la emergencia, que se desarrolla en base a escenarios accidentales donde la duración de la emisión se limita a algunas horas o unos pocos días. El accidente de Fukushima ha demostrado la posibilidad de emisiones que pueden durar varias semanas o incluso meses, lo que ha conducido a la necesidad de revisar si los procedimientos actuales de la planificación de la emergencia exterior son adecuados para estas situaciones. En el marco del proyecto PREPARE (FP7-Fission-2012), se está desarrollando un paquete de trabajo enfocado a "Revisar la preparación de las emergencias en caso de emisiones de larga duración", en el que está participando CIEMAT. Se persiguen dos objetivos: primero, evaluar, utilizando escenarios realistas, las consecuencias de estos accidentes según el tipo de reactor implicado y las condiciones variables que influyen en el patrón de dispersión y depósito de la contaminación radiactiva; y segundo, explorar si esas consecuencias se pueden reducir y gestionar de forma adecuada con las estrategias y procedimientos actualmente planificados. En este contexto, CIEMAT, ha propuesto un estudio estadístico utilizando uno de los escenarios de emisión identificados y descritos en los informes de las pruebas de resistencia realizadas en las centrales nucleares (CCNN) españolas en combinación con las diferentes condiciones meteorológicas que se pueden dar a lo largo de un año en la región española seleccionada. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos respecto a las variaciones en el tamaño y distancia de las zonas de implementación de las medidas protectoras en comparación con las zonas de planificación actuales y las conclusiones obtenidas respecto a las posibles recomendaciones para mejorar la planificación de la emergencia al considerar las emisiones de larga duración.

### **PRA-02 HACIA UNA MAYOR COORDINACIÓN TRANSFRONTERIZA DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN A LA POBLACIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE DURANTE LA FASE TEMPRANA DE UN ACCIDENTE NUCLEAR**

**MOZAS GARCÍA, A.; CALVÍN CUARTERO, M.; GIMÉNEZ GONZÁLEZ, S.; MARTÍN CALVARRO, J. M.**

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Desde hace tiempo, las asociaciones europeas de reguladores en materia de protección radiológica y de seguridad nuclear, HERCA y WENRA respectivamente, habían identificado que la variedad en contenido y alcance de los planes de emergencia en países fronterizos podía disminuir la eficacia de las medidas de protección a implantar en caso de un accidente grave que afectase a la vez a países vecinos. Así mismo, tras el accidente de Fukushima Daiichi del año 2011, se echó en falta un procedimiento sencillo de ejecutar para hacer frente a las decisiones a tomar en materia de medidas de protección en los primeros momentos de un accidente nuclear muy grave del que se tuviera muy escasa información sobre lo que está sucediendo. Como resultado de las reuniones de los grupos de trabajo WGE, de HERCA, y ATHLET, conjunto de HERCA y WENRA, en octubre de 2014, ambas asociaciones aprobaron el documento que lleva por título HERCA-WENRA Approach for a better cross-border coordination of protective actions during the early phase of a nuclear accident. La comunicación resume las conclusiones del documento y ofrece una idea de las modificaciones que se prevén en los planes de emergencia de los países europeos cuando se adapten a estas recomendaciones.

### **EEM-03 EL DESARROLLO DE LA FASE DE RECUPERACIÓN POST-ACCIDENTAL: UNA ASIGNATURA PENDIENTE**

**GALLEGO DÍAZ, E.**

E.T.S.ING. INDUSTRIALES - UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

La fase de recuperación después de un accidente nuclear reviste en general una gran complejidad radiológica y técnica, pero también social y económica. A través de distintos proyectos de investigación nacionales y europeos se han adquirido herramientas y se ha aprendido de la experiencia de otros países. Por otro lado, la realización de varios ejercicios en España con la participación de diferentes autoridades y partes interesadas, ha permitido comenzar a definir criterios y esquemas de trabajo para abordar la fase de recuperación con mayores garantías de éxito. La experiencia de Japón tras el accidente nuclear de Fukushima, y la participación en grupos de trabajo internacionales, entre ellos los de la Plataforma NERIS, aportan elementos de referencia clave para ese fin, que son descritos brevemente en la ponencia. Sin embargo, a juicio del autor, se observa un riesgo de dejar el tema en su estado actual, pendiente de ser desarrollado, dada la falta de iniciativas por parte de las autoridades para crear la infraestructura de organización y la planificación que permitiesen ofrecer una verdadera capacidad de reacción e incrementar la resiliencia social frente a estas situaciones que, aunque tengan una remota probabilidad, pueden ocurrir. Los planes para la fase de recuperación deberían desarrollarse en grupos de trabajo para cada una de las zonas de influencia de las centrales nucleares, en los que estén representados no solo los distintos niveles de la administración (central, autonómico y local), el CSN en su función reguladora y de coordinación de los aspectos radiológicos, ENRESA como entidad gestora de los residuos, así como también todos aquellos grupos sociales (privados o públicos) que puedan verse directamente afectados por el accidente. El proceso debe estar regido por la máxima transparencia y participación, para asegurar que sea viable y aceptable para los diversos sectores interesados.

## EEM-08 POTENCIALES MEJORAS EN LA REPRESENTATIVIDAD, A ESCALA LOCAL, DE LOS MAPAS DE VULNERABILIDAD RADIOLÓGICA DE LOS SUELOS ESPAÑOLES

TRUEBA ALONSO, C. (1); MONTERO PRIETO, M. (1); GARCÍA PUERTA, B. (2)

(1) CIEMAT; (2) UCM

En el ámbito de la recuperación posaccidente nuclear, los mapas de vulnerabilidad radiológica de los suelos están orientados a servir como herramienta de predicción del comportamiento de los radionucleidos en el suelo, de acuerdo con las características específicas de éstos. El conocer qué zonas serían más susceptibles de transferir la contaminación a los cultivos, en una situación de exposición existente y por tanto de incrementar el riesgo a la población por ingestión de alimentos contaminados, es de gran utilidad en los sistemas de ayuda a la decisión para la recuperación de entornos contaminados. Los mapas permitirían hacer una selección previa, señalando dónde habría que actuar prioritariamente y focalizando así dónde hacer las campañas de monitorización y muestreo. Tras el accidente de la Central Nuclear de Fukushima Daiichi, se constató la necesidad de disponer de una adecuada planificación, adaptada a la especificidad local, para establecer las posibles estrategias de recuperación de las zonas contaminadas. Con este objetivo, recientemente, se han actualizado los mapas de vulnerabilidad radiológica de los suelos peninsulares españoles, elaborados a partir de datos específicos de los suelos peninsulares sobre la base del mapa vigente de los suelos de la Unión Europea, el Soil Geographical Data Base for Europe (1:1 millón). Si bien a escala nacional los resultados se consideran óptimos, a una escala local para los escenarios de mayor interés, como pueden ser el entorno de las CCNN Españolas, la representatividad dependerá del número y calidad de los datos empíricos presentes en dicho entorno. En este trabajo se analiza la representatividad de los mapas actuales a nivel local en base a la distribución de los perfiles de suelo actualmente utilizados. Se presentan, asimismo, los resultados obtenidos con otras dos posibles metodologías de representación alternativas, analizando las implicaciones de cada una de ellas en la mejora de dicha representatividad.

## EEM-01 ¿CÓMO INFORMA LA PRENSA SOBRE LAS EMERGENCIAS NUCLEARES? EL CASO DE FUKUSHIMA

GALLEGO DÍAZ, E.

E.T.S.ING. INDUSTRIALES - UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Dentro del proyecto europeo PREPARE se han analizado los artículos publicados por los doce periódicos más difundidos de seis países (Bélgica, Italia, Noruega, Eslovenia, Rusia y España) en los dos meses posteriores al accidente nuclear de Fukushima. Los periódicos españoles incluidos fueron "El País" y "El Mundo". Una de las cuestiones analizadas fue la relativa a las medidas de protección en la emergencia así como en el más largo plazo. El estudio analizó de forma cuantitativa una serie de palabras clave que aparecen en los artículos sobre las medidas de protección de la población, tales como: "evacuación", "confinamiento de la población", "administración de yodo", "descontaminación de personas", "medida de las personas", "medidas en el medio ambiente", "control de agua", "control de alimentos", etc. A partir de los resultados obtenidos en España, y comparándolos con los de los demás países del estudio, se tratan de extraer algunas conclusiones y recomendaciones con las que mejorar la comunicación en emergencias radiológicas o nucleares, teniendo en cuenta los intereses de la prensa: la evacuación, la contaminación del agua o de los alimentos, que suelen ser temas muy críticos, seguidos de la profilaxis con yodo en niños y de la duración del confinamiento de la población. El empleo de comparaciones con las normas legales y con accidentes históricos suele emplearse frecuentemente para ayudar a comunicar la gravedad de la situación.

## EEM-05 EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE LA UMA DEL CIEMAT EN UN EJERCICIO DE CAMPO CON FUENTES RADIATIVAS

PÉREZ-CEJUELA RINCÓN, P. (1); YAGÜE RODRÍGUEZ, L. (1); ÁLVAREZ GARCÍA, A. (1); QUESADA, R. (2); QUIÑONES DÍEZ, J. (1)

(1) CIEMAT; (2) REGIMIENTO NBQ VALENCIA N° 1

La Unidad Móvil Ambiental (UMA) del CIEMAT ha participado en un ejercicio de campo diseñado por el regimiento NBQ del ejército de tierra. Los resultados obtenidos han permitido realizar una evaluación de las capacidades de medida del vehículo en una situación real. Además los datos obtenidos se han comparado con escenarios teóricos obtenidos mediante simulaciones con métodos de Montecarlo. La UMA dispone de capacidad de medida de tasa de dosis equivalente ambiental y de concentración de actividad en aire, información radiológica fundamental para evaluar y tomar decisiones frente a cualquier incidente radiológico y/o nuclear. Además dispone de sondas de medida para caracterización de terrenos que proporcionan resultados de MBq/m<sup>2</sup>, información extremadamente útil en situaciones de post-emergencia para tomar decisiones sobre evacuación de la población. El acuerdo de colaboración existente entre el Ministerio de Defensa y el CIEMAT ha permitido en el último año la participación en dos ejercicios de campo para comprobar las capacidades reales de la UMA para la detección y localización de fuentes radiactivas.

## EEM-04 EURADOS SURVEY ON INTERNAL DOSIMETRY OF EXPOSED FOREIGNERS IN JAPAN DURING THE NUCLEAR ACCIDENT OF FUKUSHIMA DAIICHI NPP

LOPEZ PONTE, M. A.

CIEMAT

The European Radiation Dosimetry Group, EURADOS, collected monitoring data of 500 foreigners from 16 countries who were in Japan at the moment or just after the Fukushima NPP accident. All these foreigners were in-

vivo and/or in-vitro monitored in their respective countries at early stage after this nuclear event. The objective was to identify the contaminants that were incorporated and to quantify the retained activity in the body or the excretion rate in urine samples. The scenario of the internal exposure was defined depending on the time of intake and location of residence of the 199 contaminated persons for the interpretation of monitoring data and the assessment of the intakes and associated Committed Effective Doses E(50). Radionuclides detected are iodine and tellurium isotopes of short half live, and long lived radionuclides like caesium isotopes. Ranges of the activities detected are (9-644) Bq of <sup>131</sup>I in thyroid, from 20 to 670 Bq of radiocaesium in total-body and 20-950 Bq <sup>132</sup>Te/<sup>132</sup>I in total-body. Short lived radionuclides like <sup>132</sup>Te/<sup>132</sup>I are only detected up to 2 weeks after March 11, 2011. <sup>131</sup>I in thyroid is detected up to June 2011. Highest contributions of caesium were detected from June to the end of the year 2011. Main results of the EURADOS Survey are presented here together with lessons learned about management, dosimetry and communication issues regarding foreigners internally exposed in Japan due to the Fukushima Daiichi NPP accident.

## EEM-10 CAPABILITIES IN THE NORDIC REGION FOR ASSESSMENT OF ACCIDENTAL UPTAKE OF RADIOIODINE IN EMERGENCY SITUATIONS

LILIÁN DEL RISCO NORRILID, L.

An early stage monitoring of the accidental uptake of radioiodine in thyroids has as aim to identify the people who may have inhaled or ingested I-131, that imply more extensive measurements and/or medical assessment. This has been repeatedly needed following nuclear emergencies. This work evaluated the status of thyroid monitoring capabilities in the Nordic countries. Participating laboratories calibrated their systems with known and fully traceable activity of mock iodine in neck phantoms of sizes adult, young and child. The performance of the different instruments in terms of sensitivity and accuracy could be compared. The harmonized calibration effort provides a common Nordic traceability chain, which will facilitate to evaluate the impact of exposure on large groups and subsequent risk analysis.

## PRA-17 PLAN ESPECIAL ANTE EL RIESGO RADIOLÓGICO EN LA COMUNITAT VALENCIANA

PILES ALEPUZ, I.; PEIRO JUAN, J.; CALVET RODRIGUEZ, D.

CENTRO COORDINACIÓN DE EMERGENCIAS

Tras la publicación de la directriz básica de riesgo radiológico, la Generalitat inició la redacción del correspondiente Plan Especial, con el objetivo de articular la respuesta de todos los organismos de seguridad y emergencias, y las fuerzas armadas, en una emergencia radiológica que afecte al territorio de la Comunidad Valenciana, bajo la dirección de un mando único. Aprobado y homologado el Plan Especial ante el Riesgo Radiológico, la Generalitat ha acometido el proceso de implantación que finalizará en junio de 2015. Por analogía con otros planes de la Comunidad, la implantación se estructura en una primera fase divulgativa e informativa, seguida de una fase formativa y de adiestramiento, culminando con un simulacro de activación del Plan. Finalizado el proceso se pretende que cada organismo conozca sus funciones, la estructura y organización en la que se enmarcan sus actuaciones, identifique la dotación de medios necesaria para su intervención, y adecúe sus protocolos a lo establecido en el Plan. Desde el momento inicial, ha sido fundamental el trabajo conjunto con el CSN, en los términos establecidos en el convenio de colaboración firmado en materia de planificación, preparación y respuesta ante situaciones de emergencia radiológica.

## PRA-27 DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA PARA SU APLICACIÓN EN EMERGENCIAS EN INSTALACIONES RADIATIVAS

MARTORELL ALSINA, S.; ORTIZ MORAGÓN, J.; SÁEZ MUÑOZ, M.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Dentro del ámbito de la Protección Radiológica, es de especial interés disponer de protocolos de actuación en emergencias en instalaciones tanto nucleares como radiactivas. En relación a las instalaciones radiactivas, el RD 1564/2010 por el que se aprueba la Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo radiológico, establece las bases para la elaboración de los planes de emergencia exterior frente a accidentes en dichas instalaciones. El Decreto 114/2013 por el que se aprueba el Plan Especial ante el Riesgo Radiológico de la Comunitat Valenciana (PERR), cumple con la encomienda del RD 1564/2010 de elaborar un plan especial en la Comunidad. El Laboratorio de Radiactividad Ambiental (LRA-UPV), integrado dentro del Servicio de Radiaciones de la Universitat Politècnica de València, forma parte de la Red de Estaciones de Muestreo (REM) de vigilancia ambiental del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). También tiene firmado un acuerdo de colaboración con la Generalitat para la vigilancia radiológica ambiental en el entorno de la CN de Cofrentes (PVRA-IN). Además, con motivo de la implantación del PERR, el LRA-UPV va a participar dentro del plan de vigilancia radiológica frente a emergencias (PVRE) en instalaciones radiactivas en la Comunitat Valenciana. En la actualidad el LRA-UPV está colaborando en el diseño de los criterios de adaptación al programa PVRE de los procedimientos existentes en el marco del PVRA-IN, tanto en el tema de toma de muestras, como de mejora y desarrollo de los procedimientos de análisis para emergencias en instalaciones radiactivas. Esta ponencia resume el trabajo realizado hasta la fecha en dicho contexto de adaptación de los procedimientos de análisis que dispone el LRA-UPV para su aplicación en el PVRE. Para un mejor comprensión, se realiza la presentación de un pequeño caso de aplicación, donde se ponen de manifiesto las necesidades, se clasifican y se priorizan.

---

15:30-16:45 horas PONENCIA INVITADA

Preside: José Tomás Ruiz Martínez. *Director de Operaciones Adjunto. GDES. Madrid.*

Secretario: José Hernández Armas

### **NUEVOS REQUISITOS PARA LA PR CONTRA EL RADÓN**

**VAN DEVENTER, E.**

OMS

---

15:30-16:45 horas COMUNICACIONES - PR en situaciones de exposición existentes

Preside: José Tomás Ruiz Martínez. *Director de Operaciones Adjunto. GDES. Madrid.*

Secretario: José Hernández Armas

### **EX-01 ASPECTOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN COLOMBIA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS EN PROCEDIMIENTOS DE FLUOROSCOPIA**

**AGULLES-PEDROS, L.; PLAZAS, M. C.; CASTRO, H.; SIMBAQUEBA, A.; PEÑA, A.**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Uno de los objetivos que persigue el Organismo Internacional de Energía Atómica es que las instituciones creen sistemas apropiados para auditar las prácticas clínicas en el uso de rayos X diagnósticos. Un servicio de radiología diagnóstica requiere de la evaluación de los posibles riesgos radiológicos a los que están sometidos los pacientes y el personal ocupacionalmente expuesto; para ello se requiere una revisión de los procedimientos, de los elementos de protección radiológica, del personal, del equipo, de la protección y seguridad de los pacientes y el rendimiento general del servicio de radiología diagnóstica. De especial interés es la técnica de fluoroscopia por las altas dosis registradas. La fluoroscopia es una técnica de imagen usada en medicina para obtener imágenes en tiempo real de las estructuras internas de los pacientes mediante el uso de un fluoroscopio. Básicamente consiste en una fuente de rayos x y una pantalla fluorescente entre las que se sitúa al paciente. Estos procedimientos suelen ser largos, y requieren no solo de la cercanía del paciente, sino del médico, enfermeras y demás personal sanitario. Se presenta un estudio detallado de los aspectos legales y organizativos en Colombia para el estudio del nivel de riesgo de los trabajadores en técnicas de fluoroscopia. Este estudio también considera medidas experimentales de dosis por medio de dosimetría TLD durante los procedimientos y simulaciones por GEANT4 de la técnica de fluoroscopia. Finalmente se presentan las recomendaciones para los protocolos establecidos de dicha técnica, considerando la legislación Colombiana.

### **EX-02 DISEÑO DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA EN UN SERVICIO DE IMAGEN MULTIMODAL PRECLÍNICA**

**MACÍAS DOMÍNGUEZ, M. T. (1); SÁNCHEZ GARCÍA, P. (1); PINA ZAPARDIEL, R. (2); HERNÁNDEZ GARCÍA, D. (1)**

(1) INSTIT. DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS "ALBERTO SOLS" (CSICUAM); (2) FACULTAD DE MEDICINA. UNIVERS. AUTÓNOMA DE MADRID (UAM)

Las técnicas de imagen preclínica constituyen una herramienta cada vez más utilizada en investigación biomédica, teniendo en cuenta la importante información anatómica y funcional que proporcionan. Algunas de estas técnicas hacen uso de radiaciones ionizantes, como la tomografía por rayos X (CT), la tomografía por emisión de fotón único (SPECT), y la tomografía de emisión de positrones (PET). En este trabajo se expone la metodología seguida por el Servicio de Protección Radiológica (SPR) del Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" para establecer el programa de vigilancia radiológica a aplicar en el Servicio de Imagen Multimodal Experimental, puesto en marcha en 2013. Se evalúan los resultados dosimétricos obtenidos en el periodo 2013-2014 y se presentan las acciones tomadas. Un diseño adecuado, la coordinación entre los servicios implicados y la formación y experiencia del personal se muestran como aspectos claves a tener en cuenta.

### **EX-03 ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN RADIATIVA SUPERFICIAL EN INSTALACIONES DE INVESTIGACIÓN BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA**

**CARNERO LÓPEZ, A. M.ª (1); MACÍAS DOMÍNGUEZ, M.ª T. (2); USERA MENA, F. (3)**

(1) CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIG. CIENTÍFICAS; (2) INSTIT. DE INVESTIG. BIOMÉDICAS ALBERTO SOLS; (3) CENTRO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA

En las instalaciones radiactivas de investigación biológica y biomédica es necesario el uso de radionucleidos beta negativos y gamma. Su utilización en las técnicas de investigación empleadas conlleva un riesgo de contaminación superficial debido a que se trata de fuentes no encapsuladas. La contaminación radiactiva puede suponer un incremento de los niveles de irradiación personal, externa e interna, para los trabajadores expuestos y los miembros del público. Así mismo, puede llevar asociado un coste económico derivado de la necesaria realización de procedimientos de descontaminación de los elementos o superficies contaminadas o de la posible inutilización de equipos. Esta problemática se ha reflejado en varios estudios previos sobre la incidencia de la contaminación radiactiva en los laboratorios de investigación. Por ello, atendiendo al principio de "limitación", diferentes entidades de referencia han establecido límites derivados de la contaminación superficial; y atendiendo al principio de "optimización", es preciso disponer de normas de trabajo que permitan reducir la incidencia de la contaminación en este ámbito, así como elaborar y aplicar procedimientos de vigilancia y control del nivel de contaminación en las diferentes áreas de trabajo para reducir los riesgos radiológicos indicados y las consecuencias derivadas de los mismos. Este trabajo plantea la obtención de un plan de vigilancia radiológica de la contaminación superficial que optimice los resultados obtenidos hasta el momento y que pueda ser aplicable por cualquier instalación radiactiva del ámbito de investigación biológica y biomédica.

## EEX-04 LA RADIACION NATURAL, ASIGNATURA PENDIENTE DE LA PROTECCION RADIOLOGICA

QUINDOS PONCELA, L.; SAINZ, C.; GUTIERREZ, J. L., FUENTE, I.

GRUPO RADÓN, UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

A pesar de estar sometidos a la radiación de origen natural tanto en nuestra vida ordinaria como en nuestros puestos de trabajo, la consideración de la dosis recibida por esta causa no ha sido tenida en consideración legal hasta hace relativamente poco tiempo, 1996 Euratom, y desde esa época se han desarrollado, principalmente por la ICRP diferentes publicaciones relacionadas con dicha radiación, y, en más detalle relativas al radón por ser este responsable de la mayor parte de dosis recibida. Sin embargo, dentro de los profesionales de la protección radiológica, especialmente los más antiguos, este cambio no termina de ser asumido y desgraciadamente es transmitido a las nuevas generaciones con un riesgo evidente de no incidir sobre este aspecto de su formación. A lo largo de la presentación se reflejan los principales puntos para la reflexión de cara a mejorar en este apartado. A través de un análisis de las distintas publicaciones ICRP, directiva europea BSS 2013 y legislación nacional se reflexiona acerca de la escasa incidencia que este tipo de radiación tiene en el control radiológico de los trabajadores y en consecuencia se proponen soluciones de futuro.

17:15-18:30 horas - COMUNICACIONES - Gestión de residuos

Presidente: M<sup>o</sup> Fernanda Sánchez Ojanguren. *Directora Técnica de Protección Radiológica. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Madrid.*

Secretario: Josep Baró Casanovas

## GRE-01 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS RADIOACTIVOS. CISAM ITALIA

BAEZA OLIVETE, G.; DIAZ, M. A.; RUIZ MARTINEZ HERNANDO, J. T.

G.D.ENERGY SERVICES, S.A.U.

El objetivo del trabajo es la caracterización radiológica conforme a la normativa italiana de 80 bidones de residuos radiactivos provenientes de la fase I del desmantelamiento del reactor nuclear RST-1 "Galileo Galilei" del CISAM. Debido a que se ha utilizado agua y fangos radiactivos en el hormigonado de los bidones, y con el fin de conseguir una caracterización precisa, se ha realizado una doble caracterización de los bidones, una primero antes de hormigonar cada bidón y otra una vez hormigonados éstos. Los pasos seguidos en la caracterización han sido: Análisis del agua de la piscina, del agua 8 depósitos de residuos radiactivos (S1 a S8) y del agua de 14 GRG. Análisis del agua procedente de la caldera del evaporador que trataba el agua anteriormente citada y análisis de los fangos procedentes de los depósitos de residuos radiactivos. Modelización de los bidones que contienen los residuos: Usando un software de cálculo de eficiencias por métodos de Montecarlo. Medida in situ de los bidones: La medida se ha realizado con un detector de INa de 2" con su electrónica asociada y un software de adquisición de espectro gamma. De cada uno de los bidones se han realizado dos espectros uno con el hormigón antes de hormigonar y otro del bidón una vez hormigonado. Establecimiento de correlaciones con los radioisótopos guía. Los radioisótopos guía elegidos son el 137Cs y el 60Co. Se han establecido un total de 3 correlaciones en función del material introducido con el material. Además se han considerado el valor de actividad de Asignación de actividades para lo cual se han utilizado las diferentes correlaciones obtenidas en función de la procedencia de los elementos contenidos en el bidón.

## GRE-02 CRITERIOS RADIOLOGICOS PARA LA DESCLASIFICACION DE PARAMENTOS IMPACTADOS CON URANIO PROCESADO

VICO OCON, A.; YAGUE RODRIGUEZ, L.; NAVARRO ORTEGA, N.; NOGUERALES BARTOLOME, C.; QUIÑONES DIEZ, J.

CIEMAT

Se describen los criterios radiológicos utilizados para garantizar la ausencia de contaminación radiactiva en edificios impactados, como consecuencia de los procesos relacionados con la primera parte del ciclo del combustible nuclear, utilizando la metodología MARSSIM. Una vez establecido el isotópico tipo correspondiente a uranio natural procesado se seleccionó y caracterizó un equipo adecuado para la realización de las medidas en campo. Se trata de un monitor de contaminación superficial cuya eficiencia ha sido calculada para el isotópico-tipo establecido de acuerdo con la correspondiente norma ISO. Los niveles de referencia se han establecido de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Europea. Se discuten los resultados obtenidos en una superficie de prueba. El proceso descrito será utilizado en un futuro para realizar la caracterización radiológica y desclasificación del resto de los paramentos exteriores de los edificios existentes en el emplazamiento del CIEMAT, que tengan el mismo isotópico-tipo.

## GRE-04 DISEÑO DE EQUIPOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESINAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE PROTECCIÓN RADIOLOGICA

FENOY CRUZ, A. (1); GONZÁLEZ GANDAL, R. (1); RODRÍGUEZ GÓMEZ, M. A. (1); SÁNCHEZ, L. (2)

(1) GAS NATURAL FENOSA ENGINEERING; (2) EQUIPOS NUCLEARES

Durante el diseño de equipos necesarios para el muestreo, manipulación, tratamiento, y almacenamiento de muestras involucrados en el Proyecto Caracterización de Resinas de Intercambio Iónico gastadas en la Central Nuclear de Kozloduy (Bulgaria), se han realizado los análisis y justificaciones desde el punto de vista radiológico adoptadas para dicho diseño. En esta ponencia se presentan los datos de partida y análisis de los mismos, en combinación con los

criterios, normativas y aspectos técnicos del equipo, así como las simulaciones por casos y cálculos realizados para adoptar las decisiones de diseño en materia de protección radiológica de los siguientes equipos principales, dando soporte al resto de documentación de diseño en términos de impactos de dosis y dosis operacionales esperadas. Los equipos son: · Mesa de Muestreo · Dispositivos Contenedores blindados de Transporte y Almacenamiento · Manipulación de muestras · Armario Blindado de almacenamiento de muestras.

## **GRE-05 ESTUDIO PARA LA DESCLASIFICACIÓN DE MATERIALES SÓLIDOS METÁLICOS EN EL DESMANTELAMIENTO DE UNA INSTALACIÓN NUCLEAR EN ITALIA**

**DÍAZ HERNANDO, M. A.; BAEZA OLITE, G.; RUÍZ MARTÍNEZ, J. T.**

GD ENERGY SERVICES S.A.U. MADRID

ESTUDIO PARA LA DESCLASIFICACIÓN DE MATERIALES SÓLIDOS METÁLICOS EN EL DESMANTELAMIENTO DE UNA INSTALACIÓN NUCLEAR El objetivo del estudio es describir el proceso seguido para la definición de los límites de desclasificación de materiales metálicos (acero, aluminio y cobre) producidos durante el desmantelamiento del reactor nuclear RTS-1 "Galileo Galilei" S. Piero a Grado, Pisa, Italy. Esto facilita la valoración y aprobación por las autoridades competentes de los límites de desclasificación propuestos para la retirada de metales de la instalación. Se muestra que la metodología adoptada se ajusta al marco legislativo italiano en materia de protección radiológica, así como a las recomendaciones internacionales. La metodología definida se aplica para evaluar: - La cantidad de materiales metálicos, potencialmente desclasificables de la instalación. - El "inventario de radionucleidos" definido sobre la base de un cuidadoso análisis de todos los datos e información de la caracterización radiológica. Los límites de desclasificación para metales que se proponen se definen de acuerdo a los criterios descritos en el estudio, y como ejemplo práctico de desclasificación incondicional: "caja de experimentación de Carburo de Boro". Se expone en detalle el cálculo de las dosis individuales resultantes del reciclaje o reciclaje/reutilización directa de metales procedentes del desmantelamiento de instalaciones nucleares. Se describen los supuestos y los métodos de cálculo adoptados, la elección de los escenarios y, paracada uno de ellos, los parámetros de cálculo. Se realizan los cálculos de dosis anual para los escenarios más restrictivos que son los que producen la dosis máxima individual (microSv a-1/Bq g-1) o (microSv a-1/Bq cm-2). Y se resumen los resultados de los cálculos. Los resultados obtenidos con esta metodología, fueron el haber definido un conjunto de límites de desclasificación aplicables para la retirada de los materiales metálicos destinados al reciclaje (chatarra metálica) o la reutilización directa (objetos, componentes, equipos, etc...).

## **GRE-06 ESTUDIO RADIOLÓGICO DE LA FUSIÓN DE UNA FUENTE DE CO-60 EN UNA ACERÍA.**

**ALCAIDE TRENAS, E.; ORTIZ RAMIS, T.**

ENRESA

Hasta la fecha se han producido 11 casos en los que una fuente radiactiva ha sido introducida en el horno oculta entre la chatarra y ha resultado fundida a la vez que ésta, produciéndose, en consecuencia, la dispersión del material radiactivo de la fuente. Estas fuentes eran en su mayoría de Cs-137. Aunque no se ha producido ningún incidente de fusión de fuente de Co-60 en acerías españolas cuyo factor de transferencia a la colada es del 93,5 %, se han realizado algunas recomendaciones al respecto sobre las actuaciones a seguir en caso de fusión de este isótopo. Ante la inviabilidad manifestada por parte de representantes del sector del acero, de seguir colando hasta la obtención de semiproducto, se pensó optar por la opción de vertido de dicha colada a fosos/ conos de emergencia que tienen dispuestos en las instalaciones. En este contexto y con los datos aportados en cuanto a peso de la colada, opciones y dimensiones de fosos/ conos/ escoriadores se ha procedido a la elaboración de este estudio, cuyo objeto es: a) Ver las distintas opciones para el acondicionamiento, caracterización y tratamiento del material en la propia instalación según las opciones de transporte (cumplimiento ADR) y acondicionamiento en C.A. El Cabril según se consideren residuos demuy baja actividad o sean residuos de media y baja actividad. b) Hacer un análisis radiológico de las dosis resultantes como consecuencia del proceso de vertido del producto contaminado con Co-60 a los fosos/conos de emergencia calculándolas a distintas distancias en las que se podrían encontrar trabajadores de la instalación considerados miembros del público. El único isótopo considerado para el estudio es el Co-60.

## **GRE-07 LA DESCLASIFICACIÓN DE MATERIALES METÁLICOS EN LA CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES COMO VÍA DE REDUCCIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS**

**RODRIGUEZ QUESADA, B.; LÓPEZ ÁLVAREZ, L.; SOLLET SAÑUDO, E.**

CENTRAL NUCLEAR COFRENTES

En las instalaciones nucleares se generan gran cantidad de materiales residuales de características metálicas y con bajo contenido radiactivo, que debidamente tratados, segregados y caracterizados se pueden gestionar como residuo convencional de manera condicionada de acuerdo a la normativa vigente. El proyecto de desclasificación de material metálico acometido en CN Cofrentes, se ha centrado en materiales procedentes de la fase vapor del ciclo de generación de la central (elementos de los recalentadoresde vapor y de las turbinas de vapor) y ha supuesto la liberación de 766 toneladas como residuo convencional, cuyo destino final es su fundición en la industria siderúrgica. De no haberse llevado a cabo este proceso, estas 766 toneladas habrían sido tratadas como residuos radiactivos, con las implicaciones que ello conlleva. Este proceso requiere un complejo y extenso plan de pruebas, que incluye los siguientes aspectos: - Caracterización físico-química y radiológica del material a desclasificar. - Determinación del método óptimo de descontaminación. - Determinación de los factores de escala para los ra-



deisótopos de difícil medida. - Preparación de las "piezas blanco" que son usadas como referencia. - Realización de medidas de las "piezas blanco" con fuentes puntuales y homogéneas - Descripción de los procedimientos de medida y gestión de rechazos en caso de aparición. Una vez finalizado el proceso, el grado de rechazo ha sido mínimo y el porcentaje de material declarado como desclasificado ha sido prácticamente del 100% del material medido. Por tanto, una vez desarrolladas las distintas fases del proceso, CN Cofrentes dispone de un modelo completo y operativo que permite la gestión convencional vía desclasificación, de materiales residuales metálicos que pertenecen a la fase vapor.

## GRE-08 METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS ESPECIALES

**GONZALEZ GANDAL, R. (1); RODRIGUEZ GOMEZ, M. A. (1); GOMEZ CASTAÑO, N. (2)**

(1) GAS NATURAL FENOSA ENGINEERING; (2) ASECAL

El objeto de este proyecto es desarrollar una metodología de caracterización para los residuos especiales que se generan en las centrales nucleares y que hayan podido estar sometidos a flujo neutrónico. La metodología de caracterización desarrollada se basa en la simulación mediante varios códigos de cálculo, tales como ORIGEN-S, SAS2, MICROSHIELD, MCNP; MAVRIC, etc, con los que se modela el componente irradiado. Para llevar a cabo dicha modelización es necesario disponer de una amplia información de partida, exigiendo una labor importante de identificación de los materiales, las composiciones y las geometrías, su historia de irradiación así como medidas radiológicas (tasa de dosis) del componente. Con objeto de facilitar la caracterización, la metodología considera diferentes aproximaciones en función de la geometría del componente y su histórico de irradiación: · Componente irradiado homogéneamente y con geometría "sencilla". · Componente irradiado homogéneamente y con geometría "compleja". · Componente irradiado heterogéneamente. Tras la aplicación de la metodología se obtiene el flujo neutrónico al que estuvo sometido el componente, la actividad isotópica y la actividad total, así como una estimación de su distribución de la misma a lo largo del componente, por lo que facilitará su gestión posterior.

17:15-18:30 horas - PONENCIA INVITADA

Preside: M<sup>a</sup> Fernanda Sánchez Ojanguren. *Directora Técnica de Protección Radiológica. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Madrid.*

Secretario: Josep Baró Casanovas

## DESMANTELAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR JOSÉ CABRERA

**RODRÍGUEZ SILVA, M.**

C.N. JOSÉ CABRERA. GUADALAJARA

El desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera (Zorita) tiene por objetivo el desmontaje integral de la instalación y la restauración del emplazamiento a su estado original, lo que constituye un reto tecnológico de primer orden, en el que las distintas disciplinas de la protección radiológica juegan un papel fundamental.

Alcanzar este propósito pasa ineludiblemente por segmentar todos los componentes de su circuito primario, entre los que destaca el propio reactor, y acondicionar los materiales resultantes en contenedores especiales, actuaciones novedosas que constituyen el verdadero factor diferencial de este proyecto con respecto a otros proyectos de desmantelamiento acometidos con anterioridad (C.N. Vandellós I, actuaciones en el CIEMAT - PIMIC).

Estas actuaciones, que Enresa acaba de finalizar recientemente de manera satisfactoria, han sido concebidas y llevadas a cabo con la vista puesta en garantizar los más altos niveles de protección radiológica de los trabajadores, lo que se ha traducido en diseños automatizados y/o en remoto de las actividades de corte y de gestión de residuos.

Así, la segmentación de los internos y de la vasija del reactor, con elementos metálicos altamente activados (con tasas de dosis de hasta 1.200Sv/h), se han llevado a cabo de forma remota en la antigua piscina de combustible, con un blindaje interpuesto de entre 7 y 9 m. de agua.

El acondicionamiento de las piezas resultantes ha requerido, por su parte, una profunda modificación del antiguo edificio de turbinas, en el que se ha instalado el equipamiento necesario para poder llevarlo a cabo sin intervención humana directa.

Los trabajos anteriormente mencionados se complementan con otras muchas actuaciones de desmontaje y segmentación de equipos en ambiente, que requieren diferentes niveles de confinamiento, y que también requieren una minuciosa planificación ALARA y un diseño específico de las condiciones de ventilación aplicables.

Los esfuerzos realizados hasta el momento han permitido que, con un grado de avance del proyecto próximo al 70%, la dosis colectiva de los trabajadores se sitúe en un 30% de la dosis máxima estimada.

Superado ya el reto de desmontar el circuito primario de la central, y desmontados una buena parte del resto de equipos de la planta, quedan por delante varios años de trabajo en los que la actividad estará centrada en la descontaminación de edificios y en la restauración final de los terrenos, trabajos laboriosos en los que cobrarán un gran protagonismo las técnicas y equipos de medida de la contaminación, destinados a explorar el 100% de los paramentos y suelos de la instalación.

# PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



---

11:00-11:45 horas - SESIONES TÉCNICAS - Técnicas Radiofísicas

---

15:30-16:45 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - PONENCIA

Modera: Leonor Zazo García. Hospital Universitario Politécnico La Fe. Valencia.

**NORMATIVA REGULADORA DEL TSID (PR Y MN) Y NUEVO DECRETO EN RADIOTERAPIA Y DOSIMETRÍA**

**SUÁREZ HERNÁNDEZ, M<sup>o</sup> J.**

*PRESIDENTA AETR*

---

17:15-18:30 horas - REUNIÓN - Asamblea de PEPRI

VIERNES, 26 de Junio de 2015

## RADIOTERAPIA



08:00-09:00 horas - COMUNICACIONES - Jóvenes investigadores

Moderan: Teresa Eudaldo Puell. *Físico adjunto. Consultor senior. Servicio de Radiofísica y Radioprotección. Hospital Santa Creu i Santa Pau. Barcelona.*  
Luis Brualla González

### BRA-06 EVALUACIÓN DE LOS BLINDAJES DE UNA SALA DE TRATAMIENTO CON EQUIPO DE BRAQUITERAPIA ELECTRÓNICA

**IBÁÑEZ ROSELLÓ, B. (1); BAUTISTA BALLESTEROS, J. A. (1); CANDELA JUAN, C. (1); VILLAESCUSA BLANCA, J. I. (1); BALLESTER PALLARES, F. (2); PÉREZ CALATAYUD, J. (1)**

(1) H.U.P. LA FE; (2) UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Esteya® (Elekta) es un equipo de braquiterapia electrónica que se utiliza para el tratamiento de lesiones oncológicas superficiales. Este equipo se basa en una fuente de rayos X de 69.5 kVp, un filtro aplanador y un aplicador superficial que produce un haz circular de un determinado diámetro, que puede variar de 1 a 3 cm en incrementos de 0.5 cm. En este estudio, se pretenden establecer las medidas de protección radiológica necesarias para el equipo. Con este objetivo, se realizó una caracterización de la radiación dispersa y la radiación de fuga del mismo, mediante medidas experimentales. A partir de los valores obtenidos, se efectuó un cálculo de los blindajes necesarios, siguiendo la guía 5.11 del CSN, y particularizando los valores para una hipotética instalación. También evaluó la dosis recibida por una persona que eventualmente tuviera que permanecer en el interior de la sala, junto al paciente, para poder valorar si es una opción viable en el caso de que el paciente lo requiera y no sea posible su inmovilización por medios mecánicos. Los resultados obtenidos permiten afirmar que los requisitos de blindaje de Esteya son mínimos, lo que facilita su integración en salas convencionales. Además, la permanencia de un acompañante durante el tratamiento es posible, siempre que sea absolutamente necesario, para lo que se recomienda el uso de delantal plomado y protector tiroideo.

### DOC-87 KAWA MC – UN SOFTWARE PARA PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE RIO PARA ACCELERADOR MÓVIL SORDINA LIAC

**AYALA LÁZARO, R.; SENDÓN DEL RÍO, R.; GARCÍA MARCOS, R.; POLO CEZÓN, R.; GARCÍA HERNÁNDEZ, M. J.; GÓMEZ CORES, S.; JIMÉNEZ ROJAS, R.; LÓPEZ BOTE, M. A.**

H.G.U. GREGORIO MARAÑÓN

Objetivos: La planificación de un tratamiento de RIO se realiza generalmente minutos antes de la irradiación del paciente ya que los datos de prescripción no se conocen hasta entonces. Por eso es necesaria una herramienta rápida que permita disponer de toda la información posible del tratamiento así como realizar un correcto cálculo de UM. Material y métodos: Linac: En el H. G. U. Gregorio Marañón se dispone de un acelerador móvil modelo Sordina LIAC de 12MeV. Se dispone de aplicadores de diámetro interno 3,4,5,6,7,8 y 10cm con 4 posibles biseles de 0°, 15°, 30° y 45°. Isodosis: Las distribuciones de dosis fueron calculadas por Monte Carlo para cada una de las combinaciones cono/bisel posibles. Los cálculos se realizaron en una situación ideal, la superficie distal del bisel paralela a la superficie de un maniquí de agua homogéneo. Para ello se utilizó PENELOPE 2008 (penEasy) optimizando el espectro energético mediante el método de lacarino et al. Factores cono/bisel: Los factores que caracterizan la salida del acelerador con cada combinación de accesorios fueron medidos con cámaras de ionización PPC05, CC04 y CC01. KAWA MC se desarrolló en MATLAB (R2012b). Resultados: KAWA MC permite la visualización de isodosis en agua en el momento de la planificación de RIO, justo antes del tratamiento. Se muestran los datos correspondientes a la profundidad del máximo y las dimensiones de la isodosis del 90%. Esto permite elegir la energía idónea para satisfacer la prescripción del tratamiento. También permite el cálculo de UM para la combinación de energía, aplicador y bisel seleccionados. Los resultados se muestran en el mismo formato que la consola del acelerador para minimizar errores en la introducción de los datos. Conclusión: El uso rutinario de este software en los tratamientos de RIO ha aumentado la seguridad de los mismos, así como ha minimizado los tiempos de planificación.

## DOF-36 DOSIMETRÍA IN VIVO EN EXPERIMENTOS DE RADIOBIOLOGÍA MEDIANTE PELÍCULA RADIOCRÓMICA EBT3

TORRES DEL RÍO, J. (1); FORASTERO, C. (1); MORENO-TORRES, M. (1); MOLINA, M. (2); MARTÍNEZ, A. M.º, (2); MORENO, Á. (3); LÓPEZ, J. J. (4); GUIRADO, D. (1)

(1) UNIDAD DE RADIOFÍSICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN CECILIO; (2) DEPARTAMENTO RADIOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE GRANADA; (3) RIJK ZWANN IBÉRICA, ALMERÍA; (4) UNIDAD DE RADIOLOGÍA EXPERIMENTAL, CENTRO DE INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA, UNIVERSIDAD DE GRANADA

**Introducción.** En radiobiología es necesario conocer adecuadamente las dosis absorbidas que se emplean en los experimentos, que suelen comportar situaciones de irradiación muy peculiares en las cuales es difícil establecerlas, dada la gran diferencia que existe entre las condiciones de irradiación y las condiciones de referencia en las que se miden las dosis absorbidas por los procedimientos ionométricos habituales. El objetivo de este trabajo es poner a prueba la película EBT3 como sistema dosimétrico parahaces de rayos X usados en experimentos de radiobiología: comenzando con la comprobación de su independencia con la energía, y describiendo después su uso en ciertos experimentos concretos. **Material y métodos:** Como sistema dosimétrico hemos utilizado película radiocrómica Gafchromic EBT3, un escáner Epson Expression 10000XL y el programa ImageJ. La película ha sido calibrada en dos haces generados por un acelerador Siemens Artiste (6 y 15 MV) y en el haz de 200 kVp generado por un equipo MAXISHOT.200. Se ha verificado la calibración resultante en un tubo de rayos X, YXLON.TU 320-D03 operando a 240 kVp. Después se ha empleado la película EBT3 en dos experimentos: en el primero se irradiaban flores mediante un equipo FAXITRON CP-160 que genera un haz de rayos X de 160kVp sin filtración añadida, en el segundo se irradian tumores implantados en ratones mediante el haz de 240 kVp ya indicado. **Resultados y conclusiones:** Las curvas de calibración obtenidas para la película EBT3 son independientes de la energía de los haces empleados. La película radiocrómica EBT3 ha resultado una herramienta adecuada para evaluar las dosis absorbidas en situaciones usuales en experimentación en radiobiología, en las que resulta difícil utilizar otro sistema dosimétrico, bien por los altos gradientes de dosis, bien por las condiciones especiales que requieren ciertos experimentos.

## MNU-11 PERSONALISED DOSIMETRY FOR MOLECULAR RADIOTHERAPY IN CASTRATION-RESISTANT PROSTATE CANCER METASTATIC TO BONE

DENIS-BACELAR, A.M. (1); DIVOLI, A. (2); FRISCH, K.J.(1); MCCREADY, V.R. (3); DEARNALEY, D.P. (1); O'SULLIVAN, J.M. (4); DU, Y. (5); FLUX, G.D. (2)

(1) DIVISION OF RADIOTHERAPY AND IMAGING, INSTITUTE OF CANCER RESEARCH, LONDON, (2) JOINT DEPARTMENT OF PHYSICS, ROYAL MARSDEN HOSPITAL NHS FOUNDATION TRUST, LONDON, (3) DEPARTMENT OF NUCLEAR MEDICINE, ROYAL SUSSEX COUNTY HOSPITAL, BRIGHTON, (4) CENTRE FOR CANCER RESEARCH AND CELL BIOLOGY, QUEEN'S UNIVERSITY BELFAST, BELFAST, (5) DEPARTMENT OF NUCLEAR MEDICINE AND PET/CT, ROYAL MARSDEN HOSPITAL NHS FOUNDATION TRUST, LONDON

**Abstract—**Intravenous administration of bone-seeking radiopharmaceuticals is commonly used for bone pain palliation in patients with metastatic castration-resistant prostate cancer. Bone marrow is the major organ at risk and can limit the amount of administered activity, therefore accurate knowledge of the absorbed dose delivered is essential to maximize therapeutic efficacy. Presently, dosimetry calculations are not routinely performed in a clinical setting, and information regarding the range of radiation doses is limited. The aim of this study was to estimate the absorbed doses delivered to metastatic bone lesions in a group of patients with treated with Re-HEDP (hydroxyethylidene-diphosphonate) and predict the radiation dose that would be delivered for typical activities of other commonly used radiopharmaceuticals in bone pain palliation.

**I. INTRODUCTION.** Prostate cancer is the third most common cancer and the first cause of cancer related death among men in Europe (1). Patients with castration-resistant prostate cancer (CRPC) have poor prognosis, reduced survival and more than 80% of patients develop bone metastases. The presence of metastatic disease results in poor quality of life and increased morbidity, with complications including, bone pain, pathological fractures, myelosuppression and spinal cord compression (2). Effective treatment has proven challenging and is primarily palliative. Widely disseminated bone metastases are often treated with bone-seeking radiopharmaceuticals, avoiding the soft-tissue toxicity associated with large-field external beam radiotherapy. Bone marrow toxicity can limit the amount of administered activity, therefore accurate knowledge of the absorbed doses delivered is needed to maximize therapeutic efficacy whilst minimizing the radiation dose to healthy tissue and avoiding toxicity. To date, dosimetry is not used to guide therapy and most radionuclide administration methods are based upon empirical and clinical experience; where the prescribed activity is adjusted by body weight or surface area. This has resulted in the majority of treatments performed with neither prospective, nor retrospective dosimetry. The development of patient-specific dosimetry calculations, as routinely employed in external beam radiotherapy, is therefore of increasing importance for personalised cancer treatment in nuclear medicine. At present, knowledge of the absorbed dose delivered to metastatic lesions is limited and a strong correlation between the radiation dose and treatment outcome has not been established. The aim of this study was to retrospectively investigate the feasibility of patientspecific dosimetry calculations in patients with castration-resistant prostate cancer metastatic to bone treated with high levels of <sup>186</sup>Re-HEDP and provide a range of lesion absorbed doses from a large number of bone metastases. Using image-based dosimetry calculations, absorbed doses were predicted for P, Sr, Sm, Re and Be.

**II. MATERIALS AND METHODS.** A) Clinical details. Sequential Single-Photon Emission Computed Tomography (SPECT) data available for 22 patients that participated on a phase II clinical trial was used in this study. All patients were treated with a fixed activity of 5 GBq of Re-HEDP and autologous peripheral blood stemcell transplantation was used to ensure complete haematopoietic recovery following the myelosuppressive effects of high levels of activity.

All patients provided written consent to participate in the study and the relevant clinical details can be found in previous publications (3, 4). B) Data acquisition. Re is a beta emitter with a half-life of 3.72 days, average particle range of 1.1 mm in soft-tissue and a gamma-ray emission at 137 keV. SPECT imaging of the thorax and pelvis was performed at 1, 4, 24, 48 and 72 hours following administration using an ADAC Forte dual-head gamma camera (Philips Medical Systems, Reigate, UK). The images were acquired using a lowenergy high-resolution (VXHR) collimator, 64 projections per head in 128x128 matrices and a 4.67 mm voxel size. A window width of 20% was centred on the main peak at 137 keV and a 7% window at 119 keV was used for scatter correction. The scans were reconstructed using filtered-back projection (FBP). Computed Tomography (CT) scans were not available at the time of treatment, therefore images were attenuated corrected using a linear attenuation coefficient of 0.142 cm<sup>-1</sup> over elliptical outlines. C) Image quantification Phantom experiments were carried out to account for partial volume effects. A series of cylindrical phantoms with a volume range of 0.8 to 196 ml and average activity concentration of 2.20(5) MBq/ml were placed in a large water-filled cylinder. Optimum threshold values to recover the physical volumes were obtained and the recovery curve is shown in Fig. 1. D) Patient-specific dosimetry 3-dimensional dosimetry calculations were performed using QriusTM, an in-house application developed in C# and C++ using the .Net framework and the open source library Visualisation Toolkit VTK (<http://www.vtk.org>). Dose distributions were obtained from the convolution of a voxelised cumulated activity distribution and a voxel Svalue dose kernel. The cumulated activity was calculated from the co-registered sequential SPECT scans on a voxel-by-voxel basis. Dose kernels for 4.67 mm voxels in a soft-tissue medium for P, Sr, Sm, Re and Re were generated using a separate application developed using the general purpose Monte Carlo (MC) code EGSnrc/EGS++ (4). MC simulations were carried with 10 histories to maintain the statistical uncertainty below 1% and the decay spectra was obtained from the RADTABS software (6). Kernels were validated by comparison with those calculated by Lanconelli et al (7). Absorbed dose distributions delivered by Re-HEDP were obtained for all patients and lesion mean absorbed doses were calculated by outlining the metastases using Hermes (Hermes Medical Solution, Stockholm, Sweden) and the thresholds obtained from the phantom experiments. For one of the patients, absorbed dose distributions were predicted for 250 MBq of P, 150 MBq of Sr, 3.07 GBq Sm-EDTMP (37 MBq/kg) and 5 GBq of Re-HEDP; and compared to those delivered by 5 GBq of Re-HEDP. Identical uptake distributions and biological half-lives to those from the observed for Re-HEDP were assumed for the other radiopharmaceuticals.

III. RESULTS AND DISCUSSION. The phantom experiments showed a large partial volume effect in small volumes. The patient average lesion mean absorbed dose ranged from 8(1) Gy and 31(20) Gy, with an average lesion absorbed dose of 19(6) Gy across 379 lesions in 22 patients. Fig. 2 shows the lesion mean absorbed doses delivered and predicted for 11 lesions in one of the patients. On average, the lesion mean absorbed doses predicted for P, Sr, Sm-EDTMP and ReHEDP were 61%, 28%, 80% and 65% lower respectively, than those delivered by Re-HEDP. This methodology presents some limitations. CT scans were not available. Therefore a uniform attenuation correction was applied and the lesion volumes had to be determined using a threshold method in the SPECT images. The activity was assumed to be distributed within the lesion volume instead of the bone surface. The uniform model has been proven to underestimate the absorbed dose delivered to osteoblastic lesions by a factor of up to 1.85 (8). Multimodality imaging, including CT and MR (Magnetic Resonance) has the potential to improve the accuracy of

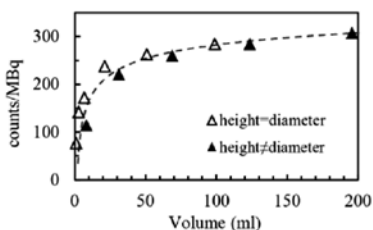


Figure 1 Recovery curve obtained from a series of cylindrical phantoms filled with <sup>186</sup>Re placed in water-filled medium.

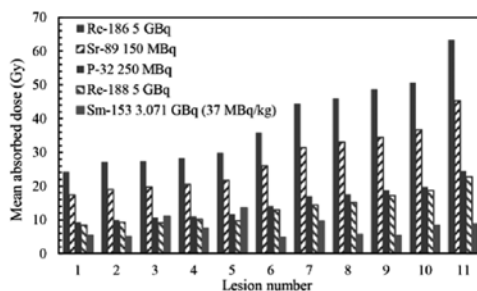


Figure 2 Lesion mean absorbed doses delivered by <sup>186</sup>Re and predicted for <sup>32</sup>P, <sup>89</sup>Sr, <sup>153</sup>Sm and <sup>188</sup>Re for one of the patients.

dosimetry calculations in future studies.

IV. CONCLUSION. As the number of bone related treatments in molecular radiotherapy increases, it is essential to develop and standardize imaging and dosimetry protocols, as this can benefit the design of multi-centre clinical trials. This study demonstrates the feasibility of bone lesion dosimetry calculations and the prospects for personalised treatment planning in patients with castration-resistant prostate cancer metastatic to bone.

#### REFERENCES.

- [1] Ferlay J, Steliarova-Foucher E, Lortet-Tieulent J, Rosso S, Coebergh JW, Comber H, et al. Cancer incidence and mortality patterns in Europe: estimates for 40 countries in 2012. *European journal of cancer*. 2013;49(6):1374-403.
- [2] Kirby M, Hirst C, Crawford ED. Characterising the castration-resistant prostate cancer population: a systematic review. *International Journal of Clinical Practice*. 2011;65(11):1180-92.
- [3] O'Sullivan JM, Norman AR, McCready VR, Flux G, Buffa FM, Johnson B, et al. A phase 2 study of high-activity <sup>186</sup>Re-HEDP with autologous peripheral blood stem cell transplant in progressive hormone-refractory prostate cancer metastatic to bone. *European journal of nuclear medicine and molecular imaging*. 2006;33(9):1055-61
- [4] O'Sullivan JM, Norman AR, McCready

VR, Flux G, Buffa FM, Johnson B, et al. A phase 2 study of high-activity  $^{186}\text{Re}$ -HEDP with autologous peripheral blood stem cell transplant in progressive hormone-refractory prostate cancer metastatic to bone. *European journal of nuclear medicine and molecular imaging*. 2006;33(9):1055-61. [5] Kawrakow I. Accurate condensed history Monte Carlo simulation of electron transport. I. EGSnrc, the new EGS4 version. *Medical physics*. 2000;27(3):485-98. [6] Eckerman KF, Endo A. MIRD: Radionuclide Data and Decay Schemes: Reston VA: Society of Nuclear Medicine; 2007. 671 p. [7] Lanconelli N, Pacilio M, Lo Meo S, Botta F, Di Dia A, Aroche LAT, et al. A free database of radionuclide voxel S values for the dosimetry of nonuniform activity distributions. *Physics in medicine and biology*. 2012;57(2):517-33 [8] Samaratunga RC, Thomas SR, Hinnefeld JD, Von Kuster LC, Hyams DM, Moulton JS, et al. A Monte Carlo simulation model for radiation dose to metastatic skeletal tumor from rhenium- $^{186}\text{Sn}$ -HEDP. *Journal of nuclear medicine: official publication, Society of Nuclear Medicine*. 1995;36(2):336-50.

## RDD-32 EMPLEO DE UN MÉTODO MULTIESCALA DE SIMILITUD ESTRUCTURAL PARA LA VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE IMAGEN EN PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN EN TCMC PEDIÁTRICO

**GINER SALA, M.; GARCÍA CASTAÑÓN, P.; POZO RODRIGUEZ, G.; CHAMORRO SERRANO, P.; ESPAÑA LOPEZ, M. L.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA PRINCESA

El objetivo de éste trabajo es evaluar la calidad de imagen clínica aplicando un método multiescala (MS-SSIM\*) y la evaluación de ruido en imágenes de procedimientos pediátricos de optimización de dosis en TC de tórax. MS-SSIM\* emplea los valores de número TC, desviación estándar y covarianza de dos imágenes para obtener un índice de similitud cuyo valor máximo es la unidad. Se ha utilizado un TC Philips Brilliance 64 con protocolo adaptado al uso pediátrico, con modulación de intensidad Z-DOM, un cilindro de PMMA (diámetro 160 mm), un maniquí Rando antropomórfico y bismuto equivalente a 0,06 mm de plomo. Se ha evaluado la calidad de imagen resultante de distintos protocolos de reducción dosimétrica en pediatría: el uso de bismuto a 2 (Bi2) y 4 cm (Bi4) de superficie (con Z-DOM) frente a la reducción de intensidad (mAs máximos) en un 40% (mAs40) y 25% (mAs25). ImageJ fue utilizado para el análisis tanto del ruido como del índice MS-SSIM\*. Como resultados en ambos maniqués se produce un aumento de ruido relativo a la imagen de referencia cercano al 10% al emplear Bi2, Bi4 como mAs25 y superiores con mAs40. Los resultados del índice MS-SSIM\* sobre las imágenes son:  $0,6774 \pm 0,0007$ ;  $0,6775 \pm 0,0010$  y  $0,6712 \pm 0,0011$  según el orden Bi2, mAs25, mAs40, respectivamente (maniquí de PMMA) y  $0,734 \pm 0,004$  (Bi4);  $0,736 \pm 0,006$  (mAs25);  $0,731 \pm 0,005$  (mAs40) del mismo modo para el maniquí Rando. Se concluye que el índice MS-SSIM\* presenta ventajas sobre los métodos de evaluación habituales. Aunque su variación en magnitud, sobre el estudio del maniquí Rando, es comparable a la incertidumbre estimada para el valor medio del mismo, lo cual se considera una limitación de éste índice.

09:00-09:45 horas - PONENCIA INVITADA

Moderador: Joan Roselló Ferrando.

## GESTIÓN DE CALIDAD EN RT: DE LA GESTIÓN DEL RIESGO A LA MONITORIZACIÓN Y MEJORA DE LA CALIDAD

**JORNET I SALA, N.**

CONSULTOR FÍSICA MÉDICA. HOSPITAL SANTA CREU I SANTA PAU. BARCELONA

09:45-10:30 horas - COMUNICACIONES - IGRT-ART

Moderador: Juan Diego Azcona Armendáriz. *Especialista en Radiofísica Hospitalaria. Clínica Universidad de Navarra (Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica). Navarra*  
Rafael García Molla

## IGR-02 ANÁLISIS DEL CENTRO DE ROTACIÓN Y VARIACIÓN ANGULAR DE LA CALIBRACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS SISTEMAS DE IMAGEN MV/KV EN UN LINAC

**CONS PÉREZ, N.; GARCÍA REPISO, S.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; GARCÍA LEDESMA, J.; DíEZ GALLEGÓ, M. A.; MARTÍN RINCÓN, C.**

H. UNIVERSITARIO SALAMANCA

Actualmente, muchos aceleradores lineales de electrones disponen de dos sistemas de imagen ortogonales e independientes: un sistema de imagen portal con haz de megavoltaje y otro de kilovoltaje, formado por el binomio tubo de RX y detector. La verificación del posicionamiento del paciente se realiza, en función de la localización anatómica y de criterios clínicos, con un sistema u otro, suponiendo en ambos casos que las correcciones son independientes del sistema de imagen empleado y que su calibración es trazable al haz de tratamiento. Asegurar esto requiere un estricto programa de control de calidad de los parámetros geométricos de los dos sistemas de imagen. En el presente documento se explica un método ensayado en nuestro centro para la verificación del ajuste del centro de rotación (COR) y desviaciones en la calibración geométrica de ambos sistemas de imagen en función del ángulo de un acelerador lineal de electrones (Clinac DHX, Varian) mediante técnicas dinámicas de adquisición. El fundamento del método está basado en el análisis de sinogramas de transmisión. El análisis confirma un buen ajuste del COR pero desviaciones considerables en la dependencia angular de la calibración geométrica.

## IGR-12 EXPERIENCIA CLÍNICA INICIAL EN EL TRATAMIENTO DE HEPATOCARCINOMA CON ARCO-TERAPIA VOLUMÉTRICA (VMAT) Y UN DISPOSITIVO DE CONTROL RESPIRATORIO (ABC)

ALONSO IRACHETA, L.; PÉREZ MORENO, J. M.; HERNANDO REQUEJO, O.; ALONSO GUTIÉRREZ, R.; FERNÁNDEZ LETÓN, P.; RUBIO RODRÍGUEZ, M.C.

HOSPITAL UNIVERSITARIO HM PUERTA DEL SUR

El movimiento intrafracción es un tema de creciente importancia en el contexto de la radioterapia con imagen guiada. Una de las causas de dicho movimiento intrafracción es el ciclo respiratorio. El ABC es un método que facilita la reproducibilidad del ciclo de inspiración sin la necesidad de que el volumen inspirado alcance el máximo soportado por cada paciente. En el presente trabajo se expone la experiencia inicial utilizando el ABC para controlar la respiración lo que supone la administración del tratamiento en el mismo punto del ciclo respiratorio en el que se realizó la simulación, el contorno de órganos de riesgo, la delimitación de PTV y la dosimetría clínica. Este método combinado con radioterapia guiada por la imagen (IGRT) y un tratamiento de SBRT realizado con arcoterapia volumétrica (VMAT) permite asegurar la calidad y precisión necesarias en el tratamiento de lesiones hepáticas.

## IGR-17 MODO DE BAJA ENERGÍA DE FOTONES PARA IMAGEN DE MV.

PARDO, E. (1); MÁZ, I. (2); CASTRO, J. (1); MOLINA, M. Y. (1); RUIZ, S. (1); DÍAZ, A. (3)

(1) S<sup>o</sup> DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN, MADRID; (2) S<sup>o</sup> DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PAZ, MADRID; (3) S<sup>o</sup> DE O. RADIOTERAPICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN, MADRID

Es costumbre realizar imágenes radiográficas para verificar el posicionamiento del paciente. Recientemente Varian ha introducido la energía 2,5 MV en la plataforma TrueBeam (sin filtro aplanador) para mejorar la calidad de las imágenes de Megavoltaje. Se han realizado pruebas de calidad de imagen: MTF, resolución de bajo contraste y dosis, para evaluar las características del nuevo modo y compararlas con 6X. Las pruebas se han realizado sobre un acelerador TrueBeam 2.0 equipado con un EPID AST1000. Los resultados obtenidos muestran que el nuevo modo es superior a 6X en todos los parámetros evaluados por lo que se recomienda su uso en la rutina clínica.

## IGR-23 UN NUEVO MÉTODO PARA CONTROLAR EL MOVIMIENTO DEL PACIENTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE RADIOTERAPIA

BARBÉS, B. (1); GARCÍA, M. (2); AZCONA, J. D. (1); BURGUETE, J. (1)

(1) CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA; (2) TECNUN. UNIVERSIDAD DE NAVARRA,

Se diseñó un nuevo método para calcular la situación de un número arbitrario de puntos móviles en el espacio, a través de sus imágenes en dos o más cámaras de vídeo convencionales. Se realizó una comprobación exhaustiva del método con maniqués móviles, y se comprobó que es preciso, fácil de implementar y de bajo coste. Basado en el sistema original, se desarrolló una aplicación para el control de movimiento de los pacientes durante los tratamientos diarios de radioterapia. El sistema no supone ninguna molestia añadida para el paciente, no aumenta el tiempo de tratamiento, se aprende a manejar muy rápido y es muy sencillo de poner en práctica, de modo que puede ser empleado rutinariamente con todos los pacientes en tratamiento. El programa sigue de manera independiente varios puntos de la superficie del paciente durante el tratamiento, mide sus desplazamientos, y alerta al operador cuando éstos superan unos niveles de tolerancia. Permite también, si el paciente da su consentimiento, almacenar las trayectorias para estudios retrospectivos. De ese modo, se pone a disposición de los servicios de radioterapia una herramienta de control de calidad de los tratamientos.

11:00-11:45 horas - PONENCIA INVITADA

Modera: Pérez Calatayud, J. Jefe Unidad Radiofísica en Radioterapia. Hospital La Fe, Valencia

## CURRENT STATUS OF 3D EPID-BASED IN VIVO DOSIMETRY IN THE NETHERLANDS CANCER INSTITUTE

MIJNHEER, B.; GONZALEZ, P.; MANS, A.; OLACIREGUI-RUIZ, I.; ROZENDAAL, R.; TIELENBURG, R.; VIJLBRIEF, R.

DEPARTMENT OF RADIATION ONCOLOGY, THE NETHERLANDS CANCER INSTITUTE, AMSTERDAM, THE NETHERLANDS

In this presentation the characteristics and clinical implementation of a "3D EPID-based" transit dosimetry method for daily patient-specific QA will be elucidated. An automatic patient dosimetry method has been developed in our department using the Elekta iViewGT EPID system, and is applied for almost all IMRT/VMAT and 3D CRT (mainly palliative) treatments. The 3D dose distribution is reconstructed inside the planning CT data by means of a back-projection algorithm. The model uses the transmission of the primary dose at the EPID level, which can either be determined by performing an extra measurement without the patient or can be calculated. Software for the dose reconstruction and for the comparison of reconstructed and planned dose distributions using 3D gamma-evaluation runs automatically, and analysis results are (almost) immediately available. In our current clinical workflow we measure the 3D *in vivo* dose distribution during the first three fractions of most treatments. Pre-treatment verification using a phantom is only performed for single fraction treatments and for large fields that would irradiate the electronics. When deviations are detected, alerts are raised automatically and actions scheduled. The calibration of the EPID can be performed in a rather simple manner or using a full commissioning approach, while the stability

of the system is checked on a weekly basis. The sensitivity of the method for intentionally introduced delivery errors has been assessed for a variety of clinically relevant situations.

The comparison of the EPID-reconstructed with the planned dose distribution is done by a 3D gamma-evaluation method (3% global dose difference and 3mm distance-to-agreement) using the mean gamma-value, the maximum 1% gamma value (i.e. the 99<sup>th</sup> percentile of the gamma distribution) and the percentage of points with gamma<1 within the 50% isodose surface of the planned maximum dose. In addition, the difference between the measured and predicted total fraction dose at the isocenter is used as an alert criterion. The number of alerts is dependent on the choice of the alert criteria. We have deliberately chosen for more than one pass/fail criterion and rather sensitive cut-offs in order not to miss any clinically relevant error. In total 15,076 treatment plans were verified in the period 2012-2014 and alerts were raised in 4,879 cases (31%). Non-optimal implementation of our method in the clinic, limitations of the dose reconstruction algorithm, anatomy changes and patient setup variation, are the main sources of alerts. Using the current criteria, 0.5 FTE radiation therapist (RTT) and 0.3 FTE experienced medical physicist are sufficient for review of alerted treatments and follow-up actions (e.g., to inspect anatomical information from CBCT data, and to perform additional phantom measurements).

Future developments include: 1) the implementation in routine clinical use of alert criteria based on DVH analysis instead of 3D gamma evaluation, and 2) the use of CBCT scans to calculate a new plan and compare the new 3D dose distribution with the measured 3D *in vivo* dosimetry results. Both options are currently only available for manual evaluation.

Furthermore, a software package for *online* (intra-fraction) dose reconstruction has been developed, which processes portal images in real time. Hot spots are then sought in which the average cumulative reconstructed dose exceeds the average total planned dose by at least 20% and 50 cGy. The complete processing of a single portal frame, including hot spot detection, is faster than the frame rate of the portal imager. The software was tested by irradiating an Alderson phantom with VMAT treatments when various types of serious delivery errors were introduced. These tests showed that it was possible to detect hot spots in real time before dose delivery was completed, and could generate a trigger to halt the linac in case of gross errors. This method should be considered as a complement to the routine *offline* dose verification process used to detect more subtle errors, and is now tested clinically.

It can be concluded that our automatic *offline* verification method enables large scale clinical implementation of 3D EPID-based *in vivo* transit dose verification. A prototype *online* 3D dose verification tool using portal images has been successfully tested for various kinds of gross delivery errors, allowing to stop an irradiation in case of serious errors even before a full fraction is given.

---

11:45-12:30 horas - PONENCIA INVITADA

Moderador: Salvador Calzada.

## RESIDENCIA Y MOVILIDAD EN LA UNIÓN EUROPEA

**RIBAS, M.; EUDALDO, T.**

HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU, BARCELONA

En España la Radiofísica Hospitalaria (RFH) es una profesión sanitaria debidamente regulada. La autoridad competente para el reconocimiento de este título corresponde al Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (MSSSI). Los requisitos para la obtención del título de especialista en RFH son: –Estar en posesión del título universitario de Grado/Licenciado en Física u otras disciplinas científicas y tecnológicas. –Haber superado la prueba selectiva para el acceso a plazas de formación sanitaria especializada en RFH. –Formación de 3 años a dedicación completa en una Unidad Docente de RFH, de acuerdo con la siguiente distribución de tiempos: radioterapia 1.5 años, radiodiagnóstico 0.5 años, medicina nuclear 0.5 años y protección radiológica 0.5 años. Evaluación final positiva de esta formación. En la Unión Europea, el reconocimiento mutuo de las cualificaciones profesionales entre los distintos países está regulado por la Directiva 2005/36/EC. Dicha Directiva fue traspuesta a la legislación española en 2008, mediante el Real Decreto 1837/2008, de 8 de noviembre, por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español la Directiva 2005/36/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005. Puesto que la formación de “Físico Medico” no está armonizada en los distintos estados miembros de la Unión Europea, el reconocimiento de la profesión no es automático en ninguno de ellos. En España, para llevar a cabo el reconocimiento de efectos profesionales a títulos extranjeros, el MSSSI distingue, en su normativa, entre Estados miembros de la Unión Europea (RD 1837/2008) y Estados no miembros de la misma (RD 459/2010). En esta ponencia se indican los requisitos pedidos en ambas situaciones. En cualquiera de ellas, hay que tener en cuenta que como la formación en RFH no está armonizada, el reconocimiento del título de RFH no es automático. Así mismo, se presentan las condiciones que exigen algunos de los países de la Unión Europea para homologar el título español de especialista en RFH, a efectos de poder trabajar como tal en el país correspondiente.



12:30-13:00 horas - CONFERENCIA CLAUSURA

Modera: Ballester Pallarés, F. *Catedrático de Física atómica, molecular y nuclear. Universitat de València. Valencia.*

## **FUTURO DE LAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN**

**BENLLOCH, J. M.**

VALENCIA

En esta conferencia presentamos los progresos que se están realizando en las distintas técnicas de imagen médica, tanto por las instituciones académicas como por las compañías comerciales líderes en el campo.

También compararemos los resultados de las técnicas de imagen frente a otras técnicas de diagnóstico médico como el análisis genético de tumores o el análisis multifactorial a partir de muestras plasmáticas para el diagnóstico de enfermedades neurodegenerativas.

Además expondremos las necesidades de la industria farmacéutica en el ámbito de la imagen médica para un tratamiento personalizado de las enfermedades oncológicas y neurológicas.

También analizaremos las ventajas e inconvenientes de los equipos dedicados y frente a los equipos de cuerpo entero.

Para cada una de las principales técnicas de imagen médica exponemos los avances más notables y que pueden aparecer a medio plazo en los hospitales.

En la modalidad de Tomografía Axial Computerizada (TAC) se discutirán los avances realizados en "Photon Counting", "TAC espectral" y "Contraste de fase".

En la modalidad de Resonancia Magnética se discutirá sobre las nuevas técnicas de alto campo mediante pre-polarización de la muestra y gradientes ultra-rápidos que permiten la visualización de tejidos duros como huesos y dientes.

En la modalidad de PET se exponen las nuevas técnicas de tiempo de vuelo e integración con RM.

En resumen, tratamos de adivinar tanto en su conjunto como en cada una de las modalidades de imagen hacia donde se dirigirá en los próximos años, basados en un análisis exhaustivo de los avances que se están produciendo.



09:00-09:45 horas PONENCIA INVITADA

Moderador: Miquelez Alonso, S. F.E.A. Complejo Hospitalario de Navarra.

## **MAMOGRAFÍA DIGITAL: APLICACIÓN DEL PECCR2011**

**CHEVALIER DEL RIO, M. (1); CHAPEL GÓMEZ, M. (2)**

(1) PROFESORA TITULAR. DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA. FACULTAD DE MEDICINA. MADRID; (2) JEFE DEL SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PR. HOSPITAL UNIVERSITARIO NTRA. SRA DE CANDELARIA. SANTA CRUZ DE TENERIFE

09:45-10:30 horas - COMUNICACIONES - Miscelánea

Moderador: R.M<sup>o</sup> Cibrián Ortiz de Anda, Profesora Titular de Universidad. Facultad de Medicina y Odontología. Valencia  
Rosario Salvador

## **MIS-03 IMPLEMENTACIÓN DEL PARÁMETRO DG036 EN IMAGEJ PARA LA MEDIDA DE PÍXELES MUERTOS Y GRADIENTES DE LUMINANCIA**

**BUENO, G. (1); REDONDO, R. (1); GALÁN, P. (2); MILLÁN, P. E. (3); NAVARRO, F. (2); CASADO, F. (2); RIVAS, M. A. (3); RUIZ, P. (3); FERNÁNDEZ-CARROBLES, M. M. (1); SALIDO, J. (1); ORTEGA, E. (2); DÉNIZ, O. (1)**

(1) VISILAB- ETSII - UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA; (2) UGC RADIOFÍSICA HOSPITALARIA, HOSPITAL UNIVERSITARIO REGIONAL DE MÁLAGA; (3) SERVICIO DE FÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO

En este artículo se presenta un módulo implementado en ImageJ para para la medida de artefactos de la imagen acorde con el parámetro DG036 definido en el Protocolo Español de Calidad en Radiodiagnóstico. Este parámetro se ha calculado automáticamente mediante la medida de píxeles muertos en la imagen y el análisis de los gradientes de luminancia tanto para gradiente lineales como radiales. Este trabajo forma parte de un Proyecto más grande cuyo objetivo es el desarrollo de una herramienta modular que integre automáticamente los parámetros de calidad indicados en el Protocolo de Calidad en Radiodiagnóstico. Estos parámetros se han calculados de forma automática o semiautomática según el parámetro mediante diferentes funciones y métodos de procesado de imagen. La implementación está disponible para la comunidad científica como módulos de ImageJ. La medida de píxeles muertos en la imagen y el análisis de los gradientes de luminancia tanto para gradiente lineales como radiales se ha probado con diversas imágenes sintéticas y con maniqués de CDRAD. En concreto se utilizó una base de datos de 70 imágenes de CDRADs adquirida con diferentes intensidades de 1-20 mGy. Se utilizaron tres sistemas que utilizan la misma tecnología y configurados para trabajar de manera similar en las mismas condiciones como x-ray Philips Diagnost Digital con los dos detectores, llamados Bucky Mesa y Bucky Pared. La atenuación de los rayos X y dispersión producida en un paciente estándar fue simulada por bloques de PMMA de 30x30cm<sup>2</sup> y 2cm de espesor situados sobre el detector. Las medidas dan un valor eficiente y robusto para el cálculo de artefactos de la imagen y de forma sencilla y automática se puede calcular automáticamente el parámetro DG036. Estas medidas se pueden aplicar a otros maniqués como por ejemplo el CDMAM que también estamos actualmente analizando.

## **MIS-04 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTE EN EL ESTUDIO TERMOGRÁFICO HUMANO DURANTE EL EJERCICIO FÍSICO**

**PRIEGO QUESADA, J. I. (1); SALVADOR PALMER, R. (1); PÉREZ-SORIANO, P. (2); GONZÁLEZ-PEÑA, R. (1); CIBRIÁN ORTIZ DE ANDA, R. M. (1); JIMÉNEZ PÉREZ, I. (1); ROMERO HERNANDEZ, C. (1)**

(1) UNIDAD DE BIOFÍSICA MÉDICA, DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGIA, UNIVERSIDAD DE VALENCIA; (2) GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN BIOMECÁNICA APLICADA AL DEPORTE, DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA, UNIVERSIDAD DE VALENCIA;

La termografía infrarroja es una técnica de imagen muy utilizada en el diagnóstico de lesiones y el estudio de la termorregulación humana durante el ejercicio. Aunque se ha recomendado que durante su toma la temperatura ambiente se encuentre entre 18 y 25 grados, no se conoce si variaciones de esta temperatura dentro de dicho rango pueden tener un efecto en los resultados. Debido a esto, el objetivo del presente estudio fue conocer la influencia de la temperatura ambiente en la temperatura de la piel antes y después del ejercicio, así como conocer si el análisis de la variación de la temperatura puede reducir dicha posible influencia. 64 hombres realizaron un test de 45 minutos de ciclismo. Se midió la temperatura de la piel en 4 regiones del tronco antes y después del ejercicio, y se estudiaron los coeficientes de correlación de Pearson entre dichas temperaturas y la temperatura ambiente, y entre la variación térmica de la piel (entre antes y después del ejercicio) y la temperatura ambiente. Se obtuvieron correlaciones significativas entre la temperatura de la piel y la temperatura ambiente en todos los momentos y regiones. Sin embargo, se perdieron dichas correlaciones o, en el caso de la zona lumbar se redujo el efecto, al analizar la relación entre la variación de temperatura y la temperatura ambiente. En conclusión, la temperatura ambiente

tiene un efecto sobre la temperatura de la piel, que se debe minimizar estudiando la variación de la temperatura, siempre que ello sea posible.

---

10:30-11:00 horas - Café en exposición comercial - Exposición de pósteres

---

11:00-11:45 horas - PONENCIA INVITADA

Moderador: Villaescusa Blanca, J. I.

**BIOMARCADORES EN RMN Y CT**

**MARTÍ-BONMATÍ, L.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO LA FE VALENCIA

# PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



---

09:00-09:45 horas – CONFERENCIA - Conclusiones del Taller del OIEA sobre “Estrategias nacionales para la protección del paciente”

Modera: Alejandro Nader. *Uruguay*

## **RECAPITULACIÓN DEL TALLER DE LA OIEA**

**ROAS, N.**

*NICARAGUA*

---

11:00-11:45 horas CONFERENCIA

## **UNIDAD MILITAR DE EMERGENCIAS**

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



---

09:00-09:45 horas - SESIÓN - Sesión informativa de WIN

---

09:45-10:30 horas - OTROS - Actividades de promoción de la PR

---

11:00-11:45 horas - MESA REDONDA

### REDES SOCIALES Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

**LOPEZ TARJUELO, J. (1); MEDINA, E. (2); RUIZ, P. (3); CARRASCO, J. L. (4); SÁNCHEZ, G. (5)**

(1) CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN. CASTELLÓN DE LA PLANA, CASTELLÓN; (2) CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS NUCLEARES DEL INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR, LIMA, PERÚ; (3) H C U LOZANO BIESA. ZARAGOZA; (4) HOSPITAL VIRGEN DE LA VICTORIA (MÁLAGA); (5) HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA. ÁLAVA

En los últimos años se ha producido una expansión del uso de Internet sin precedentes. La llegada de una web 2.0, anunciada inicialmente por Darcy DiNucci y divulgada posterior y extensamente como concepto sólido por Tim O'Reilly, se ha hecho realidad con el desarrollo de múltiples herramientas de interacción entre los usuarios, en un contexto en el que son estos últimos los que van construyendo gradualmente el contenido y tejiendo los hilos de la red. Las redes sociales son un componente mayoritario de este cambio de paradigma en el que los internautas se asocian, se relacionan, comparten información, divulgan sus conocimientos, sus necesidades y sus expectativas. Dentro de esta corriente de interacción mutua, los profesionales de la Protección Radiológica están usando las redes sociales como herramienta de interrelación, comunicación y difusión. Por este motivo, en esta mesa redonda se abordan las experiencias de puesta en marcha, desarrollo y alimentación de este movimiento, desde la exitosa apertura del grupo de Facebook *Radioprotección* hasta la publicación continuada del *blog* de física médica *Desayuno con fotones*; pasando por la comunicación entre profesionales por medio de las listas de distribución de correo, de las cuales la lista de radiofísica de la red IRIS es un ejemplo, y las páginas y cuentas de la Sociedad Española de Protección Radiológica, así como otras herramientas hipertextuales y audiovisuales de interacción. Interacción como contenido e interacción como objetivo de una mesa en la que confluye el diálogo entre los protagonistas de estos desarrollos con el diálogo con el público, que a su vez también pertenece al ámbito profesional de la radioprotección y tiene sus propias aspiraciones puestas en las redes sociales.

## SALA DESCUBRE



08:00-09:00 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - Comunicaciones - 1ª parte

Moderada: Solera Moscardó, C.

Moderada: Casassus Torremocha, M.ª C.

### **STE-56 TRATAMIENTO DE RADIOCIRUGIA**

**BELLVER SOMADA, J.J.; DÁVILA GORDILLO, M.V.; GARCÍA BARBARROJA, J.; GARCÍA MARTÍN, A.; GIMENO OLMOS, J.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO LA FE

Introducción. Se describe la experiencia clínica en el proceso de verificación y tratamiento de la técnica especial de Radiocirugía utilizada en nuestro centro desde el año 2009, adaptándose al equipamiento disponible. Utilizando para ello un acelerador TrueBeam (Varian) con colimador multilaminas de alta definición MLC120HD y el sistema de guías estereotáxicas de BrainLab. Empleando esta técnica se han llevado a cabo más de 90 tratamientos desde el año 2012, en los que el procedimiento se ha mostrado altamente eficiente tanto en las verificaciones como en el tratamiento de la técnica. Material y método. El aditamento utilizado es el marco de estereotaxia. La fijación del casco se realiza mediante la inserción de cuatro tornillos, dos anteriores y dos posteriores, para ello se le administra al paciente un anestésico local para minimizar en lo posible las molestias. La colocación es realizada por el médico radioterapeuta junto al neurocirujano. Posteriormente el paciente es trasladado para la realización del Tac. Para ello se procede a la colocación de un casco localizador de simulación, que tiene unas marcas radiopacas que se utilizan para tener una referencia en el momento de la colocación. Para una mejora en la calidad de las imágenes se realizará el taccon contraste cuando sea conveniente. Resultados: Los valores típicos de ajuste de mesa resultantes del CBCT son en torno a 1.5mm en traslaciones y 0.6° en rotaciones (Pitch y Roll), respecto al centrado del planificador. Conclusiones. El procedimiento de radiocirugía del Servicio de Radioterapia del Hospital La Fe, descrito anteriormente, permite realizar de manera eficiente las verificaciones y tratamiento de la técnica descrita.

### **STE-30 EVALUACIÓN DOSIMÉTRICA EN TRATAMIENTOS DE CÁNCER DE RECTO CON TÉCNICA RAPIDARC**

**PALAZÓN CANO, I.; SIMÓN DE BLAS, R.; FAYOS FERRER, F.; ANTOÍN SAN MARTÍN, E.; BERTOMEU PADÍN, T.**

HOSPITAL RUBER INTERNACIONAL

Objetivo: Realizar la valoración de los resultados dosimétricos obtenidos en planes realizados con técnica RapidArc en tratamientos de cáncer de recto. Material y métodos: Se analizan 19 casos de tratamientos de cáncer rectal, con una prescripción para la fase 1, de 45 Gy a 1,8 Gy por fracción, y, para la fase 2, de 50,4 Gy al mismo fraccionamiento. La fase 1 (F1) se planifica con dos arcos para todos los casos pero no en todos se usan arcos completos, sino que, cada planificación se adapta a las necesidades individuales del paciente. La fase 2 (F2) se planifica con un solo arco en la mayoría de los casos. El tratamiento se administra en un acelerador Varian iX que dispone de sistema OBI para la verificación del posicionamiento del paciente. El planificador empleado es Varian Eclipse 8.9 con algoritmo de optimización inversa PRO-IL y algoritmo de cálculo de dosis absorbida AAA. La verificación de dosimetrías de pacientes se realiza con el detector cilíndrico ArcCheck (Sun Nuclear Corp). Se estudian las estadísticas obtenidas y se analizan parámetros de límites de dosis en órganos de riesgo relevantes: intestino delgado, vejiga, genitales, canal medular y cabezas femorales. También se recogen las unidades monitor (UM) del tratamiento. Resultados y conclusiones: Se cumplen los límites de dosis (Quantec) para vejiga (Dosis máxima (DM) = 51 Gy  $\pm$  dos desviaciones típicas (2SD) = 2.8 Gy), cabezas femorales (DM = 34.1 Gy  $\pm$  13.2 Gy), genitales y canal medular. Las tolerancias de dosis para intestino delgado no se exceden cuando el solapamiento de intestino delgado con ambos PTV es inferior a 60 cm<sup>3</sup>. Las UM que se obtienen son de 508.4  $\pm$  126.5 en la F1 y de 416  $\pm$  136.9 para la F2. La forma de planificar no afecta de forma significativa al resultado.

### **STE-13 CONTROL DE CALIDAD DIARIO DE LA UNIDAD DE BRAQUITERAPIA DE ALTA TASA DE DOSIS**

**GONZALEZ ALMANSA, Y.; TERRON FRANCO, M. I.; MORENO SAIZ, C.; SANCHEZ HIDALGO, M.**

HOSPITAL REGIONAL UNIVERSITARIO

Objetivos: Compartir el procediendo seguido en nuestro hospital para asegurar el correcto y completo funcionamiento de todos y cada uno de los elementos que componen la unidad de braquiterapia de alta tasa de dosis, previamente a la aplicación de tratamientos a pacientes. Material y métodos: Se exponen las pruebas realizadas diariamente, antes de proceder al tratamiento de pacientes, con nuestra unidad de alta tasa de dosis Varian VariSource iX. Para su realización se utiliza software y hardware incluido en la unidad de alta tasa de dosis, medidas de seguridad anexas y equipo informático. Las pruebas son: -Exactitud de la fecha y hora del sistema; -Verificación del sistema de audio

y video; –Verificación del equipamiento de emergencia; –Acoplador y canal mal acoplados; –No coincidencia de acoplador-canal; –Paradas de emergencia; –Interrupción por apertura de la puerta; –Exactitud posicionamiento de la fuente; –Monitor independiente de radiación ambiental; –Indicaciones luminosas. Resultados y discusión: Entendemos que las medidas realizadas diariamente y antes de tratamiento con pacientes, son suficientes para asegurar las condiciones necesarias para el tratamiento de los pacientes y la seguridad del personal asignado a la unidad de braquiterapia. Creemos que, no obstante, deberían protocolizarse comprobaciones diarias del botón de último hombre y del sistema de recogida autónomo, del sistema autónomo de alimentación de los sistemas informáticos y de las luces de emergencia del búnker y el puesto de control en caso de interrupción en el fluido eléctrico.

### STE-57 UTILIDAD DE IMPRESORAS 3D EN RADIOTERAPIA

SANTOS CAÑAMARES, E.; BUEDO GARCIA, J.; LEON PEREZ, L.; MUÑOZ SANTAPAU, M.; MARTINEZ PASTOR, P.

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA

Existe un creciente auge en el uso de impresoras 3D en diferentes ámbitos desde la ingeniería mecánica hasta la creación de prótesis en medicina. En radioterapia nos encontramos en muchas ocasiones con la necesidad de crear inmovilizaciones personalizadas al paciente, recambios para los sistemas inmovilizadores, maniqués para control de calidad personalizados e incluso bolus personalizados. En la actualidad hemos encontrado una buena herramienta de trabajo con la utilización de una impresora 3D adecuada, para solucionar estos pequeños problemas que se plantean en el trabajo diario. El propósito de este trabajo es demostrar los beneficios de las impresoras 3D en radioterapia, centrándonos en la intención de creación de piezas de repuesto para los sistemas inmovilizadores, tomando como ejemplos los sistemas de anclaje de las máscaras de esterotaxia y la elaboración de un bólus personalizado en un pabellón auditivo.

### STE-52 REPRODUCTIBILIDAD DEL POSICIONAMIENTO EN RADIOTERAPIA ESTEREOTÁXICA CRANEAL HIPOFRACCIONADA (RTEF)

BELLVER SOMADA, J. J.; DÁVILA GORDILLO, M. V.; CELADA ALVAREZ, F. J.; VILA NAVARRO, V. M.

HOSPITAL UNIVERSITARIO LA FE

Introducción: La Radioterapia Estereotáxica Craneal es una técnica no invasiva que permite tratar lesiones cerebrales de reducido tamaño con gran exactitud. La aparición de nuevos materiales termoplásticos que ofrecen una mayor reproductibilidad y fijación durante el tratamiento, favorecen la reducción de los volúmenes de tratamiento, ofreciendo una alternativa de tratamiento a la Radiocirugía en aquellas lesiones en las que por su volumen y/o localización esta técnica no está indicada. Objetivo: Evaluar la reproductibilidad del posicionamiento para Radioterapia Estereotáxica Craneal Hipofraccionada mediante el uso de máscaras termoconformadas. Material y método: El estudio se realizó sobre un total de 27 pacientes; 21 de ellos con metástasis cerebrales, los otros 6 casos fueron: un meningioma, un ependimoma, una órbita, un glioma y dos recidivas de glioblastoma. Entre Agosto de 2012 y Julio de 2014. Se utilizaron las máscaras termoconformadas para estereotaxia tipo RC-Accurate. El centrado en simulación y tratamiento se realizó dejando las marcas pintadas en la máscara, sin necesidad de utilización de casco localizador. El posicionamiento diario se verificó mediante Tomografía de Haz Cónico, Cone-Beam CT (CBCT). Resultados: Se registraron las correcciones de Set Up en todas las sesiones de tratamiento resultando: La mediana de corrección lateral fue 0,0 (0,5 – 0,0), La mediana de corrección vertical fue 0,0 (0,7 – 0,0) La mediana de corrección longitudinal fue 0,1 (0,9 – 0,0) CONCLUSION Con los resultados obtenidos podemos decir que las máscaras para estereotaxia tipo RC-Accurate proporcionan una buena inmovilización intrafracción con medianas de corrección entre 0,0 y 0,1 mm y una gran estabilidad interfracción con valores inferiores a 0,1 mm.

### STE-14 CONTROL DE CALIDAD DOSIMÉTRICO DEL TRATAMIENTO DE RADIOCIRUGÍA CON TÉCNICA VMAT

MENARGUEZ, E.; JIMENEZ, A.; SERNA, A.; MATA, F.; PUCHADES, V.; RAMOS, D.

HOSPITAL SANTA LUCIA

Objetivo: Presentar nuestra experiencia en las verificaciones dosimétricas de la planificación de tratamientos de radiocirugía con VMAT. Material y método: Nuestra técnica VMAT de radiocirugía consiste en 4-5 arcos no-coplanares, optimizados en el planificador Eclipse v10.0 y administrados en acelerador Clinac iX con rayos X de 6 MV y tasa máxima de 600 UM/min. La medida de la dosis absorbida puntual se realiza con cámara de ionización de 0.015 cm<sup>3</sup> insertada en un maniquí cilíndrico de plástico. La medida de la distribución de dosis planar se obtiene empleando dos sistemas independientes; i) sistema de dosimetría portal electrónica del propio acelerador lineal, y ii) matriz de 729 cámaras de ionización (PTW-729). Para duplicar la resolución espacial de la distribución de dosis se han realizado 4 medidas consecutivas del plan. usando la opción Merge del software Verisoft (PTW). Se han incluido 60 planes de pacientes, con un volumen de PTV promedio de 7.1 cm<sup>3</sup> (intervalo 0.4–42.4 cm<sup>3</sup>). La desviación media de la medida de dosis puntual fue de 1.1%, el 84% de las medidas fue inferior al ±3% y ninguna desviación fue superior al ±5%. Se ha observado que la desviación tiende a ser mayor conforme el volumen de tratamiento es menor. Todas las verificaciones planares resultaron un valor gamma superior al 95% referido al máximo de dosis. Conclusiones: Puesto que no existe ningún dispositivo ideal de medida para todas las técnicas de tratamiento disponibles, es recomendable el uso de distintos sistemas e independientes entre sí, que nos ayude a valorar las posibles desviaciones de protocolo. En nuestro caso, hemos seleccionado una medida rápida de distribución de dosis relativa con dosimetría portal electrónica y una medida de dosis absoluta puntual con cámara de ionización PinPoint. El tiempo total empleado en la verificación está en torno a 50 minutos.

## **STE-34 IRRADIACIÓN CRANEOESPINAL, PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN, VERIFICACIÓN Y TRATAMIENTO MEDIANTE VMAT**

**CHESA VICENS, S.; MERCE ARNAU, V.; MOR FERRER, A.; TIRADO PORCAR, M.; MASIÁ TARAZONA, M.A.; NAVALÓN MARTÍNEZ, A.; GOSÁLBEZ GOSÁLBEZ, E.**

HOSPITAL UNIVERSITARI POLITÈCNIC LA FE

El objeto del trabajo es describir el procedimiento de planificación, verificación y tratamiento craneo-espinal mediante técnica VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy) que se emplea en el Servicio de Oncología Radioterápica del Hospital Universitari i Politècnic La Fe. Ante la dotación de nuevos aceleradores y tras varios estudios, se adoptó una optimización del tratamiento mediante el empleo de la técnica VMAT y con colocación del paciente en decúbito supino. Este tipo de técnica se emplea sobretodo enpacientes pediátricos algunos de los cuales requieren anestesia, aunque también se aplica en adultos. La optimización del tratamiento con objeto de irradiar homogéneamente el neuroeje y preservar los órganos de riesgo involucrados, se lleva a cabo con elplanificador Eclipse® (v 13.0, Varian). Se utiliza VMAT para administrar tres o cuatro arcos dependiendo de la extensión de la región de tratamiento (dos para el cráneo y uno o dos para el raquis). El acelerador en el que se realiza es un Varian® Clinac iX, utilizando una energía de 6 MV. Éste tiene multiláminas de diferentes espesores, 5 y 10 mm, con 40 pares de láminas que permiten una mayor adaptación a los campos de tratamiento. El protocolo de radioterapia guiada por imagen (IGRT) implica realizar las imágenes de todos los volúmenes. Se realiza por medio del sistema de imagen OBI® (Image on Board), se obtienen una imagen antero-posterior (eje Z y X) y una lateral (eje Y y Z), solapando las imágenes con la RDR se establecen los desplazamientos laterales y antero-posteriores adecuados para todos los volúmenes, una vez efectuados, solo se realizarán desplazamientos longitudinales entre los campos craneales y del raquis en el tratamiento. Se detalla el proceso completo de simulación, IGRT y tratamiento implantado en nuestro servicio presentando los datos correspondientes a los 10 pacientes tratados con esta técnica desde su implantación.

---

09:00-09:45 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - PONENCIA INVITADA

Moderadora: Isabel Palazón

### **CONTROL DE CALIDAD EN RADIOTERAPIA**

**RUIZ MAQUEDA, S.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN MADRID

---

11:00-11:45 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - Comunicaciones - 2º parte

Moderadora: Broseta, M.

Moderadora: Casassus Torremocha, M.º C.

### **STE-12 CONTROL DE CALIDAD DEL SISTEMA DE IMAGEN OBI MEDIANTE MANIQUÍ QUASARTM PENTAGUIDE**

**JIMENEZ, A.; MENARGUEZ, E.; SERNA, A.; MATA-COLODRO, F.; PUCHADES, V.; RAMOS, D.**

HOSPITAL SANTA LUCIA

Objetivo: El Cone Beam CT (CBCT) es una herramienta fundamental en el posicionamiento del paciente en técnicas de alta precisión como la IMRT o radiocirugía. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de las pruebas de control de calidad sobre dos CBCT a lo largo de un año. Material y Métodos: Hemos establecido las siguientes cuatro pruebas: –Verificación del origen del sistema de referencia; –Verificación de la herramienta de comparación automática; –Verificación de la herramienta de comparación manual; –Verificación del desplazamiento automático de camilla. El maniquí usado en todas las pruebas fue el QUASARTM Penta-Guide. El límite de tolerancia es de 2 mm en todas las direcciones para todas las pruebas, con una periodicidad quincenal. Resultados y Discusión: El tiempo empleado en la realización de las cuatro pruebas es aproximadamente de 15 minutos. Se ha observado que en ambos aceleradores existe una desviación sistemática igual o superior a 2 mm en el ajuste automático de imagen en la dirección longitudinal. En el resto de direcciones las desviaciones son iguales o inferiores a 1 mm. En la práctica clínica diaria, estas desviaciones son corregidas manualmente en caso de observarse discrepancias entre las imágenes CBCT y TC de planificación. Conclusiones: El uso de maniqués específicos permite llevar a cabo de forma rápida y eficiente los controles de calidad dedicados para la verificación de los sistemas de guiado por la imagen. En nuestro caso, en la práctica clínica diaria, debido a la falta de precisión observada en el ajuste automático de imágenes, es necesario realizar un segundo ajuste manual.



## STE-60 VERIFICACIÓN INDEPENDIENTE DEL CÁLCULO DE DOSIS EN TRATAMIENTOS DE RADIOCIRUGÍA CEREBRAL Y EXTRACRANEAL CON TÉCNICA VMAT

MENARGUEZ, E.; JIMENEZ, A.; SERNA, A.; MATA-COLODRO, F.; PUCHADES, V.; RAMOS, D

HOSPITAL SANTA LUCIA

**Objetivos:** La intención de este trabajo es la de presentar los resultados de dos años de experiencia clínica con un programa de cálculo de dosis independiente para el control de calidad de los tratamientos altamente hipofraccionados y con volúmenes relativamente pequeños, como la radiocirugía y radioterapia estereotáxica corporal, con campos VMAT. **Material y métodos:** El sistema de planificación de tratamientos utilizado es Eclipse v10.0 (Varian). El software utilizado para calcular de forma independiente la dosis es Diamond v5.01.02.131 (PTW). Los planes VMAT son exportados vía DICOM, incluyendo los puntos de control de dosis con su correspondiente configuración del MLC, así como el contorno externo del cuerpo del paciente; y el software Diamond calcula la dosis acumulada en un punto, normalmente el isocentro, y se compara con el valor calculado en el planificador de tratamiento. **Resultados y discusión:** La diferencia media global, en el cálculo de dosis puntual entre Diamond y Eclipse, fue de  $-0.3 \pm 1.95\%$ . Ninguna diferencia fue superior al 5%, siendo el 86% de los casos inferior al 3%. Los resultados obtenidos en el presente estudio son comparables con los obtenidos en trabajos anteriores, donde se han analizado tratamientos con VMAT en otras localizaciones anatómicas, con mayores volúmenes de tratamiento y fraccionamientos de dosis convencionales. **Conclusiones:** El empleo de un software, diferente del usado en las planificaciones, para el cálculo de dosis nos proporciona una seguridad adicional de que los resultados de la planificación son fiables, sobre todo en situaciones extremas como la radiocirugía. Por otra parte, este tipo de verificaciones no sustituyen a las medidas experimentales de dosis en el acelerador, si no que deben ser complementarias.

## STE-40 ORGANIGRAMA DE ACTUACIÓN EN CASO DE ERROR EN LA RECOGIDA DE LA FUENTE EN UNA UNIDAD DE ALTA TASA DE DOSIS

GONZALEZ ALMANSA, Y.; GARCIA PAREJA, S.; TERRON FRANCO, M. I.; SANCHEZ HIDALGO, M.

HOSPITAL REGIONAL UNIVERSITARIO

**Objetivos:** Compartir el organigrama de actuación diseñado por este Servicio de Protección Radiológica, en caso de producirse un accidente de no recogida de la fuente de nuestro equipo de alta tasa de dosis para uso en braquiterapia. **Material y métodos:** Partiendo de las medidas de seguridad existentes y del material asignado a la unidad para este tipo de accidentes, se ha creado un organigrama de actuación para clarificar los distintos pasos que deben llevarse a cabo. El organigrama se encuentra debidamente expuesto en la consola de tratamiento y a la entrada del bunker para, caso de producirse este tipo de accidente, tanto el operador como el supervisor responsable sepan las pautas a seguir. **Resultados y discusión:** La inclusión en el Manual de Protección Radiológica de la Unidad del procedimiento a seguir en caso de no recogida de la fuente, ha quedado claro en algunos simulacros que no es suficiente. La colocación de un organigrama, sin embargo, sí ha ayudado a seguir un procedimiento lógico que, en simulacros posteriores, ha servido de gran utilidad a la hora de solventar este tipo de situaciones.

## STE-21 DIFERENCIAS DOSIMÉTRICAS ENTRE IMRT CON JAW TRACKING E IMRT SIN JAW TRACKING

RUIZ MAQUEDA, S.; CASTRO NOVAIS, J.; PARDO PEREZ, E.; MOLINA LÓPEZ, M. Y.; VICENT GRANADO, D.; DIAZ GAVELA, A.

HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRON MADRID

Se realiza una comparación dosimétrica utilizando la técnica IMRT, radioterapia con intensidad modulada, utilizando sliding windows con jaw tracking technique y sin utilizar la modalidad jaw tracking technique mediante plantillas propuestas por la Asociación Americana de Física Médica, AAPM Task Group 119. Se cuantifican las diferencias dosimétricas de los órganos de riesgo con la dosis media y las restricciones propuestas por el TG 119. El volumen blanco se cuantifica con los índices de conformidad y homogeneidad. Se observa una disminución de la dosis en los órganos de riesgo en los planes realizados con jaw tracking technique y un aumento en las unidades de monitor.

11:45-12:30 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - PONENCIA INVITADA

Modera: Martínez Baste, A.

## NUEVAS TÉCNICAS DE IMAGEN EN RADIOTERAPIA

GONZÁLEZ PÉREZ, V.

Fundación IVO Valencia que deben llevarse a cabo. El organigrama se encuentra debidamente expuesto en la consola de tratamiento y a la entrada del bunker para, caso de producirse este tipo de accidente, tanto el operador como el supervisor responsable sepan las pautas a seguir. **Resultados y discusión:** La inclusión en el Manual de Protección Radiológica de la Unidad del procedimiento a seguir en caso de no recogida de la fuente, ha quedado claro en algunos simulacros que no es suficiente. La colocación de un organigrama, sin embargo, sí ha ayudado a seguir un procedimiento lógico que, en simulacros posteriores, ha servido de gran utilidad a la hora de solventar este tipo de situaciones.

## **STE-21 DIFERENCIAS DOSIMÉTRICAS ENTRE IMRT CON JAW TRACKING E IMRT SIN JAW TRACKING**

**RUIZ MAQUEDA, S.; CASTRO NOVAIS, J.; PARDO PEREZ, E.; MOLINA LÓPEZ, M. Y.; VICENT GRANADO, D.; DIAZ GAVELA, A.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRON MADRID*

Se realiza una comparación dosimétrica utilizando la técnica IMRT, radioterapia con intensidad modulada, utilizando sliding windows con jaw tracking technique y sin utilizar la modalidad jaw tracking technique mediante plantillas propuestas por la Asociación Americana de Física Médica, AAPM Task Group 119. Se cuantifican las diferencias dosimétricas de los órganos de riesgo con la dosis media y las restricciones propuestas por el TG 119. El volumen blanco se cuantifica con los índices de conformidad y homogeneidad. Se observa una disminución de la dosis en los órganos de riesgo en los planes realizados con jaw tracking technique y un aumento en las unidades de monitor.

---

11:45-12:30 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - PONENCIA INVITADA

Modera: Martínez Baste, A.

### **NUEVAS TÉCNICAS DE IMAGEN EN RADIOTERAPIA**

**GONZÁLEZ PÉREZ, V.**

*FUNDACIÓN IVO VALENCIA*

## SALA DEBATE



08:00-09:00 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - Comunicaciones - 1ª parte

Modera: Begoña Bordería Navarro.

Modera: Salvador Pons Mocholí. *TSID. Centro Nacional de Dosimetría. Valencia*

### **STE-46 PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN DE CABEZA Y CUELLO CON PET**

**ÚBEDA SANFÉLIX, M.º C.; GALLEGRO RIVERO, E.; VAZQUEZ MARTINEZ, M.**

*H.U.P. LA FE*

La técnica de PET-TC de Medicina Nuclear, es muy útil para el diagnóstico y control de lesiones oncológicas o metastásicas en el organismo, pero es necesario adquirirla bien para poder llevar a cabo resultados satisfactorios. El personal especialista del servicio de Medicina Nuclear junto con los facultativos responsables de la unidad, editamos un protocolo especial de cuello y cráneo con la finalidad de disminuir la dosis de radiación al paciente y minimizar el tiempo de la exploración obteniendo los máximos resultados en cuanto a calidad diagnóstica. Tradicionalmente, a los pacientes con patología en el cuello o cabeza, se les realizaba dos adquisiciones distintas. Una adquisición de CUELLO/CABEZA DEDICADA y otra adquisición de TB. Eso requería que el paciente recibiese más dosis de radiación y aumentar el tiempo necesario de máquina. Con este protocolo hemos logrado no solo disminuir la dosis que recibe el paciente, sino el tiempo de máquina, aunque sacrificando el tiempo de consola empleado para la reconstrucción de las imágenes. Entendemos que este tiempo de consola no es tan importante debido a que una vez se ha asegurado que el estudio ha sido correctamente adquirido las imágenes que hay que reconstruir pueden trabajarse en otro momento.

### **STE-26 ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE PERMANENCIA EN TERAPIA METABÓLICA**

**ÁVILA GRAJALES, L.; CASTEDO SAL, J. J.; ORTEGA JUAN, R.; DA COSTA MARTÍNEZ, A.; CARRASCOSA FERNÁNDEZ, C. B.**

*HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE CIUDAD REAL*

La administración de isótopos radiactivos con fin terapéutico, a los pacientes de Medicina Nuclear con cáncer de tiroides, constituye un riesgo de exposición externa y de contaminación tanto para el personal de planta, como para familiares y cuidadores. En nuestro centro, el Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica realiza los cálculos para determinar tanto el tiempo de permanencia máximo que asegura no sobrepasar los límites de dosis establecidos tanto para los trabajadores expuestos a la radiación como para los miembros del público. El cálculo se realiza a partir de la medida de tasa de dosis emitida por el paciente. El objetivo de este trabajo es evitar la irradiación del técnico que realiza la medida a las dos horas de la administración del radiofármaco.

### **STE-05 COMO INFLUYE EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS EL CAMBIO DE ACTIVIDAD DE LAS INSTALACIONES RADIATIVAS (IIRR)**

**CUESTA GUERRERO, I.; DEL AMO CRESPO, E.; SANCHEZ RODRIGUEZ, T.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO MARQUÉS DE VALDECILLA*

Objetivos: Transmitir nuestra experiencia como técnicos del SRPR en la gestión de los residuos radiactivos generados en las IIRR del NCS y analizar los registros de nuestras bases de datos como posibles indicadores de la actividad de las IIRR. Metodología: Realizamos un estudio descriptivo y retrospectivo de todos los residuos radiactivos gestionados por nuestro Servicio durante el periodo comprendido de enero del 2008 a diciembre 2014. Resultados: Se analizaron un total de 1711 residuos almacenados y evacuados 1569. Realizamos un estudio de dispersión por año y por el número de residuos almacenados y evacuados, apreciando un aumento considerable en los años 2009 y 2010, estabilizándose hasta que aparece una inflexión en 2012 donde los evacuados superan los almacenados. Obtuvimos los tiempos medios de almacenamiento reales, no los estimados. Se utilizó la base de almacenados para extraer los datos por año, por Servicio y por tipo de residuo para poder identificar los cambios de actividad en las IIRR. En 2009 se detecta el inicio de la producción del Ciclotrón y aparecen los Generadores de tecnecio. En 2010 detectamos el desmantelamiento de Inmunología. En 2012 se registran las primeras semillas de I125 que corresponden al inicio de tratamientos de braquiterapia. En 2013 hay 58 registros de las semillas pasando en 2014 a 6, fue debido a un cambio del SRPR en el proceso de registro, pasando de un registro por cartucho a uno por malefín. Conclusiones: Casi el 70% de los residuos son generados en M. Nuclear. El número de residuos gestionados y evacuados como residuos convencionales es casi el 100%. Podemos decir que los datos obtenidos de las bases de residuos radiactivos almacenados si sirven como indicadores para detectar los cambios de actividad de las IIRR pero no como indicador de modificaciones de Procedimientos e Instrucciones del SRPR.

## STE-51 RECOMENDACIONES DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DURANTE EL USO DE UN EQUIPO PORTÁTIL DE RAYOS X

MUÑOZ ESPEJO, M.; HUNGRÍA ESTÉVEZ, M. J.; MANZANO MARTÍNEZ, F. J.; LUCENA CAMES, A. I.

HOSPITAL VITHAS XANIT INTERNACIONAL

La utilización de equipos de rayos x sin barreras estructurales suele provocar desconfianza entre el personal no expuesto. Para paliar ese déficit de información, desde nuestro servicio de protección radiológica se realizaron medidas de las técnicas más comúnmente usadas a distintas distancias. Los datos recogidos nos sirvieron para determinar que en ninguna de las condiciones propuestas se excede el límite anual al público. Como servicio de protección radiológica, velamos por la protección tanto de los trabajadores profesionalmente expuestos, como del público, por tanto recomendamos una serie de normas de protección radiológica aplicables por el técnico de diagnóstico en el momento de utilización del equipo de rayos x portátil.

## STE-48 PUESTA EN MARCHA DE LA GESTIÓN DOSIMÉTRICA EN UN NUEVO COMPLEJO HOSPITALARIO

HERNANDEZ GARCIA, M.; CORTES RODICIO, J.; GARCIA FIDALGO, M. A.

HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA

La unificación de varios centros en un solo complejo hospitalario, el Hospital Universitario Araba (HUA), ha llevado a que sea el servicio de Física Médica y Protección Radiológica (SFMPR) el único responsable de la gestión dosimétrica de todos ellos. Debido a las diferencias existentes entre ellos, se han desarrollado una serie de tareas dirigidas a la creación de protocolos de actuación en lo referente a los trabajadores profesionalmente expuestos (TPEs). Para ello se contó con la colaboración del servicio de Salud Laboral y de todos los servicios adscritos al programa de protección radiológica a través de personas que, en la actualidad, hacen de enlace con el SFMPR. A nivel administrativo, se desarrolló una base de datos en la que están registrados todos los TPEs del HUA y otra serie de bases más sencillas destinadas a la gestión específica de cada centro. Finalmente, el SFMPR facilita a todo nuevo TPE información básica de PR e imparte cursos de formación a los servicios implicados y a todos aquellos servicios que lo soliciten. Como resultado se ha creado un único protocolo de acogida y seguimiento del nuevo TPE, unas bases de datos con acceso desde cualquiera de los centros del HUA y una comunicación directa entre los servicios controlados dosimétricamente y el SFMPR. Unificar los criterios de gestión dosimétrica permite al SFMPR el control y seguimiento de todos los TPEs y los servicios adscritos al programa de PR del HUA.

## STE-19 CURSO PRÁCTICO DE CONTROL DE CALIDAD EN INSTALACIONES DE RADIODIAGNÓSTICO PARA TÉCNICOS EXPERTOS EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.

CARRASCO RODRÍGUEZ, J. L. (1); RUIZ LÓPEZ, M. A. (1); RODRÍGUEZ CASTILLO, M. (2); ALMANSA LÓPEZ, J. (3); ANGULO PAIN, E. (4); LUPIANI CASTELLANOS, J. (5); MIÑANO HERRERO, J. A. (6); ORDOÑEZ MÁRQUEZ, J. (6)

(1) SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL U. VIRGEN DE LA VICTORIA, MÁLAGA; (2) SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL U. VIRGEN DE VALME, SEVILLA; (3) SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL U. VIRGEN DE LAS NIEVES, GRANADA; (4) UGC DE RADIOFÍSICA HOSPITALARIA, HOSPITAL PUERTA DEL MAR, CÁDIZ; (5) SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL INFANTA CRISTINA, BADAJOZ; (6) SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL U. REINA SOFÍA, CÓRDOBA.

La organización del "Curso Práctico de Control de Calidad en Instalaciones de Radiodiagnóstico para Técnicos Expertos en Protección Radiológica" analiza la evolución y el desarrollo del curso durante las 3 ediciones en las que ya se ha desarrollado. Tantola evolución como el desarrollo del curso durante estas 3 ediciones ha sido correcto. Los cambios introducidos, entre ellos, por ejemplo, la introducción de la parte online, han llevado a la homogeneización de los conocimientos de los alumnos, así como a permitir profundizar un poco más en la parte práctica, ya que gran parte de la teoría se incluye en la zona virtual. Los alumnos han quedado muy satisfechos con el curso, en todas las ediciones, como queda reflejado en los resultados de las encuestas. La organización del curso tiene prevista una próxima edición a celebrar en el primer semestre de 2016.

09:00-09:45 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - PONENCIA INVITADA

Moderador: Pamos Navas, J. L. *TSID, Centro Nacional de Dosimetría.*

### CONTROL DE CALIDAD Y RADIOPROTECCIÓN EN MEDICINA NUCLEAR

VICEDO GONZÁLEZ, A. (1); SÁNCHEZ JURADO, R. (2); ÚBEDA SANFELIX, C. (3); RUIZ-LLORCA, C. (4)

(1) RADIOFÍSICO ERESA. HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA; (2) ENFERMERO ERESA. HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA; (3) *TSID HOSPITAL UNIVERSITARIO POLITÉCNICO LA FE VALENCIA*; (4) MÉDICO HOSPITAL UNIVERSITARIO POLITÉCNICO LA FE VALENCIA.

11:00-11:45 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - Comunicaciones - 2ª parte

Moderador: Solera Moscardó, C.

Moderador: Pons Mocholí, S. *TSID. Centro Nacional de Dosimetría. Valencia*

### STE-06 COMPARACIÓN DE MULTÍMETROS PARA CONTROL DE CALIDAD EN RADIOLOGÍA

PONS MOCHOLÍ, S.; PAMOS NAVAS, J. L.; MARTÍNEZ ESCRIBANO, M. M.; VILAR PALOP, J.; PUJADES CLAUMARCHIRANT, M. C.; MARTÍNEZ MASMANO, J. M.; LLORCA DOMAICA, N.

CENTRO NACIONAL DE DOSIMETRÍA

Abstract - Introducción. Para la realización de los controles de calidad de los equipos de radiodiagnóstico se emplean multímetros. El objetivo de este trabajo es comparar los resultados de los multímetros Barracuda y Black Piranha (RTI) en lo que se refiere a medida de dosis, kilovoltaje y tiempo. Así como comparar la agilidad que proporcionan en la realización del control de calidad. Material y métodos. Se dispone de un Barracuda MPD con oRTIgo y un Black Piranha con Ocean 2014. Para estudiar la precisión en la medida de la dosis y del kilovoltaje de ambos sistemas los equipos han sido irradiados en un laboratorio de calibración. Para comparar los resultados de la medida del tiempo de disparo, se empleó un equipo de radiodiagnóstico convencional. Resultados. Para ambos equipos la precisión en la medida del kilovoltaje es mejor que 1 kV, la precisión en la medida de la dosis es mejor del 4%. Las diferencias en la medida del tiempo de disparo para tiempos cortos entre ambos equipos son inferiores a 0.5 ms. Conclusiones. Los resultados de ambos equipos son compatibles. El Black Piranha, por ser un sistema integrado sin cables, resulta mucho más práctico para trabajar.

## STE-35 LOS APARATOS PORTÁTILES DE RX Y EL TRABAJADOR

ROBLES DE CELIS, F.

HNFE

Los aparatos portátiles de rx, que se utilizan en el área del diagnóstico por imagen, para la aplicación del criterio ALARA han de adoptar reglas para que los trabajadores no reciban dosis innecesarias. Reglas que se han de emplear sin menoscabar la calidad y la eficiencia del trabajo, manteniendo las dosis tan bajas como razonablemente sea posible. La especificidad laboral del TSID (técnico superior en imagen diagnóstica), el conocimiento actualizado de la normativa vigente, la aplicación de los métodos de trabajo de los SPR (servicio de protección radiológica), y SRL (servicio de riesgos laborales), y las guías de actuación en los puestos de trabajo de radiodiagnóstico, suponen la aplicación práctica de los criterios ALARA.

## STE-16 CONTROLES DE CALIDAD EN MEDICINA NUCLEAR

VÁZQUEZ MARTÍNEZ, M.ª M.; IBÁÑEZ ROSELLÓ, B.; OLIVAS ARROYO, C.; TORRES ESPALLARDO, I.; ÚBEDA SANFELIX, M.ª C.; GALLEGO RIVERO, E.; BELLO ARQUES, P.

H.U.P.IA FE

Objetivo: Control de calidad de los equipos de Medicina Nuclear (activímetros, gammacámaras y PET/TAC) con el fin de obtener la mejor calidad de imagen. Se realizan de acuerdo con la normativa vigente y los protocolos marcados por los fabricantes y el Protocolo Español de Medicina Nuclear. Una vez realizados los controles, se comprueba que los datos obtenidos se encuentran dentro de los límites de tolerancia establecidos. Material y métodos: Tanto los materiales y métodos usados en dichos controles; activímetros (VEENS TRA VDC-404 Y 505, CAPINTEC 55iR e ISOMED-2010), gammacámaras (Bright view XCT PHILIPS), pet/tac (GEMINI TF PHILIPS), vienen con los equipos. Resultados: 1.- Activímetros. Control diario de la estabilidad. Da una variabilidad diaria, no debiendo superar el 5%. 2.- Gammacámaras. - Uniformidad del campo de radiación de los detectores. Deben de darnos unos valores que se encuentren entre los datos como referencia por Fabricante y el Protocolo Español de Medicina Nuclear: UFOV < 4.5%. CFOV < 2.5%. UFOV < 5%. CFOV < 3%. - Control del TAC. Los valores a tener en cuenta deben estar dentro de la tolerancia de los parámetros marcados por el fabricante: -40 < Media < 40. D.S. Ruido < 10. 3.- PET/TAC. a. Control de calibración diaria de PET con fuente de <sup>22</sup>Na. b. Control diario del TAC. c. Control semanal del TAC y calibración del aire. d. Sincronización de relojes. Conclusiones: Habiendo realizado todos los controles de calidad y observando que todos los parámetros dados cumplen con la normativa vigente, podemos afirmar que la calidad de la imagen de nuestros equipos es la óptima para el diagnóstico médico.

## STE-23 DOSIS RECIBIDA POR LOS TRABAJADORES DEBIDO A LA FDG-18 EN MEDICINA NUCLEAR

ÚBEDA SANFELIX, M.ª C.; GALLEGO RIVERO, E.; VÁZQUEZ MARTÍNEZ, M.

H.U.P. IA FE

Este estudio pretende informar a los trabajadores vinculados al FDG-18 sobre las dosis estimadas que pueden recibir realizando dicho trabajo. Para ello, se han hecho medidas experimentales en las diferentes etapas que forman parte del estudio de la PET. En este estudio calculamos la dosis que pueden recibir los diferentes profesionales que se exponen a dicha radiación según el puesto de trabajo que ocupan (TSID, DUE y Auxiliar de Clínica) dentro del proceso de obtención de imagen de PET. Para llevar a cabo una buena protección radiológica es importante tener una adecuada formación y buenos hábitos al manipular cualquier fuente radiactiva no encapsulada.

11:45-12:30 horas - SYMPOSIUM TÉCNICOS - CURSO REFRESCO

Modera: Bordería Navarro, B.

## TERAPIA METABÓLICA CON YODO

ÚBEDA SANFELIX, C.

TSID HOSPITAL UNIVERSITARIO POLITÉCNICO LA FE VALENCIA



## EXPUESTOS

**Martes 23 de junio a las 16 h.  
hasta el miércoles 24 de junio a las 19 h.**

### **BRA-01 APLICACIÓN PARA CÁLCULO DE DOSIS ALTERNATIVO EN BRAQUITERAPIA DE PRÓSTATA DE BAJA TASA**

**REYES GARCIA, R.; JIMENEZ FELSTRÖM, D.; DERECHO TORRES, F.; BAEZA TRUJILLO, M.; HERRADOR CORDOBA, M.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCIO*

Nos proponemos desarrollar un software que nos proporcione un cálculo de dosis alternativo al planificador, de forma que podamos evaluar si el cálculo efectuado por éste es correcto. El programa, desarrollado con la herramienta de software matemático Octave, permite: leer el fichero de datos personales y posiciones de las fuentes, y cargar las imágenes de US. Crea tantas matrices de dosis como fuentes existan en el tratamiento. Para ello, usa las tablas de los informes 51 [1] y sus actualizaciones [2] para asignar los parámetros: constante de tasa de dosis, factor de geometría, función radial de dosis, función de anisotropía, factor de anisotropía y constante de anisotropía. El cálculo de dosis total se obtiene multiplicando cada matriz de dosis por la actividad de la fuente, para después trasladar el producto a la posición de la fuente en el implante. Se obtiene una matriz de dosis total mediante el traslado y agregación de todas las parciales. Para el cálculo de la dosis se utilizan las expresiones deducidas en el informe 51 y sus actualizaciones, que se exponen a continuación. La aplicación desarrollada permite: obtener valores de dosis usando las distintas aproximaciones, comparar nuestros resultados con los del planificador y los de otros autores y elaborar informes. También permite obtener los valores de dosis en cualquier plano y mostrar a partir de estos las líneas de isodosis. El cálculo redundante de dosis es una exigencia de calidad. En la aplicación desarrollada no solo se obtiene dicho cálculo redundante en puntos aislados sino que proporciona curvas de isodosis de especial utilidad pues la observación de las mismas facilita al Radiofísico la decisión sobre la bondad de la planificación realizada.

### **BRA-02 COMPARACIÓN CLÍNICA DE LAS FUENTES MHDR-V2 Y MHDR-V2R DE IR-192.**

**QUIÑONES, L.A.; CASTRO, I.J.; ANGULO, E.; MORA, R.; UREÑA, A.; IBORRA, M.A.**

*UGC RADIOFÍSICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DEL MAR*

En el año 2012 se actualizó el diseño de la fuente de braquiterapia de alta tasa de Elekta-Nucletron de la mHDRv2 a mHDRv2r. El cambio consistió en unas nuevas dimensiones de la parte activa y una nueva unión de la fuente al cable que la impulsa. Esta nueva fuente fue caracterizada por Granero et al., mediante cálculos Montecarlo, la antigua por Daskalov et al. Nuestro propósito es comparar la dosimetría de estas dos fuentes en su implementación clínica en el planificador Oncentra v4.1. Se introdujeron las características dosimétricas de las fuentes mHDRv2 y mHDRv2r en el planificador Oncentra v4.1. Se creó un tratamiento con 190 puntos de dosis distribuidos en un hemiplano cuyos límites van desde los 7 cm a los -7 cm en la dirección del eje de la fuente, y de 0 a 7 cm en la dirección transversal. Con las dosis calculadas se generan dos matrices. En la primera, se comparan las dosis de forma relativa a cada uno de los puntos. Mientras que en la segunda se comparan las dosis de forma absoluta, con una prescripción de 5 Gy a un punto de relevancia clínica. Concluimos que, las diferencias relativas son en general pequeñas, pero llegan a ser importantes en la zona del cable. Lo que se explicaría por el cambio de diseño y a que es precisamente en el eje de la fuente donde mayores son las incertidumbres. Esta zona es en general poco relevante en la clínica porque es donde suele estar el aplicador. También se observan mayores diferencias relativas a distancias superiores a 4 cm, que sin embargo son despreciables en dosis absoluta. Estas diferencias se pueden explicar por el hecho de que en la simulación de Daskalov maniquí de agua era de 15 cm de radio mientras que en la de Granero consideran un maniquí infinito.

### **BRA-03 DEVELOPMENT OF A BRACHYTHERAPY SOURCES LIBRARY FOR TREATMENT PLANNING WITH MONTE CARLO METHODS**

**MUR LEON, P.; UDIAS MOINELO, J.M.**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Brachytherapy involves the permanent or temporary implantation of radioactive sources inside or near the tumor. Most accurate dose plans will be obtained with Monte Carlo (MC) methods, which would require both a fast MC dose calculation algorithm and a library with the description of the phase spaces, geometries and materials describing current existing radioactive sources. For the Monte Carlo treatment planning system we pick Radianc® (GMV SA, Spain), a powerful Treatment Planning System for intra-operative radiation therapy and soft X rays, which already contains a very fast and efficient Monte Carlo dose calculation engine for electrons and photons radiation particles.

### **BRA-04 ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE CÁLCULO REDUNDANTE DE DOSIS PARA BRAQUITERAPIA PROSTÁTICA DE ALTA TASA**

**PARRADO RODRÍGUEZ, P.(1); PUCHADES PUCHADES, V.(2); SERNA BERNÁ, A.(2); MATA COLODRO, F.(2); RAMOS AMORES, D.(2); JIMÉNEZ MARTÍNEZ, A.(2); MENÁRGUEZ LÓPEZ, E.(2); MATEOS JIMÉNEZ, J.(2)**

(1) UNIVERSIDAD DE MURCIA; (2) HOSPITAL SANTA LUCIA

En este trabajo se exponen los resultados obtenidos en la elaboración de un programa de cálculo de dosis redundante para braquiterapia prostática de alta tasa en cumplimiento del Real Decreto de Control de Calidad de Radioterapia. Los resultados obtenidos en los puntos de cálculo de dosis son compatibles con los obtenidos con el planificador Vitesse 3.0, siendo las discrepancias inferiores al 2%. Al haberse realizado en una hoja Excel permite una alta portabilidad del mismo a cualquier plataforma PC, pudiéndose realizar el cálculo dentro del propio quirófano donde se realiza el implante, sin necesidad de acudir a un ordenador exterior. El programa también es fácilmente adaptable a fuentes de otros fabricantes con tan solo cambiar los datos dosimétricos geométricos de la fuente.

### **BRA-07 IMPACTO DE LA CURVA DE APRENDIZAJE Y RESULTADOS DOSIMÉTRICOS DE OCHO AÑOS DE EXPERIENCIA EN BRAQUITERAPIA DE BAJA TASA EN CÁNCER DE PRÓSTATA**

**JUAN SENABRE, X.J.; PÉREZ MESTRE, M.; SÁNCHEZ IGLESIAS, Á. L.; LÓPEZ-TARJUELO, J. SANTOS SERRA, A.; CONDE MORENO, A. J.; BELTRÁN PERSIVA, J.; FERRER ALBIACH, C.**

CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN

**OBJETIVO\_** Comprobar el impacto de nuestra experiencia en braquiterapia con implantes permanentes en próstata (BIPP) a lo largo de ocho años. **MATERIAL Y MÉTODOS\_** Desde Septiembre de 2004 a Julio de 2012, 247 pacientes diagnosticados de cáncer de próstata fueron tratados con braquiterapia de baja tasa en tiempo real con implantes permanentes de semillas de <sup>125</sup>I. Los pacientes fueron divididos cronológicamente en 5 grupos. Los parámetros analizados fueron el D90 (dosis recibida por el 90% del volumen prostático), V100 (volumen prostático que recibe el 100% de la dosis prescrita), V150, V200, UV150 (para la uretra), RV100 (para el recto), CN (número conformacional), DHI (índice de homogeneidad dosimétrica), número de semillas y agujas y el nomograma. Para el análisis de los tiempos del procedimiento se desecharon 27 casos, debido a averías surgidas. Los 220 tratamientos restantes fueron divididos cronológicamente en 5 grupos. **RESULTADOS\_** El promedio medido para D90 fue 109,9% con significación estadística ( $p < 0,001$ ). De forma similar, se ha hallado significación estadística en V100 (94,1% promedio), V150 (59,6% promedio), V200 (34,1% promedio), RV100 (0,22% promedio), CN (0,42 promedio), número de semillas (60,9 promedio) y número de agujas implantadas (19,8 promedio). Finalmente se ha hallado un resultado consistente en el nomograma con un valor de 0,8437 para el coeficiente de correlación del ajuste lineal ( $R^2=0,8437$ ). Se ha medido un decrecimiento del tiempo empleado para aplicar los tratamientos a lo largo de los 8 años (116,1 minutos de promedio), con significación estadística ( $p < 0,001$ ). **CONCLUSIONES\_** Se ha demostrado la existencia de una curva de aprendizaje en varios parámetros dosimétricos. Los resultados del buen ajuste del nomograma indican la consistencia de los tratamientos. La reducción del tiempo requerido para aplicar la BIPP a lo largo de los 8 años es contundente.

### **BRA-08 IMPACTO DEL LLENADO DE LA VEJIGA EN TRATAMIENTOS DE BRAQUITERAPIA VAGINAL DE ALTA TASA**

**MARTÍN RODRÍGUEZ, Z. (1); AMBROA REY, E. (2); GINZO VILLAMAYOR, M. J. (3); MOSQUERA SEOANE, J. (4); POMBAR CA-MEÁN, M. (5)**

(1) COMPLEJO CLÍNICO HOSPITALARIO DE SANTIAGO DE COMPOSTELA; (2) HOSPITAL GENERAL DE CATALUÑA; (3) UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA; (4) COMPLEJO CLÍNICO HOSPITALARIO DE SANTIAGO DE COMPOSTELA; (5) COMPLEJO CLÍNICO HOSPITALARIO DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

**INTRODUCCIÓN:** La braquiterapia intracavitaria es una de las modalidades de tratamiento más comunes para el carcinoma de cuello uterino. El objetivo de este trabajo es evaluar las diferencias dosimétricas en los órganos de riesgo entre los estudios con vejiga llena y vacía para braquiterapia vaginal HDR y así determinar el mejor modo de tratamiento. **MÉTODOS Y MATERIALES:** Se trataron 33 pacientes con braquiterapia vaginal intracavitaria con aplicadores cilíndricos para una fuente de 192 Ir. Cada paciente se somete a dos estudios CT consecutivos; suministrando 48 ml de salino y 2 ml de contraste para vejiga llena y completamente vacía. Ambos, se realizan



en la misma localización para preservar la posición del aplicador. Idénticas planificaciones se llevaron a cabo para ambos casos. Para cada paciente, se recogieron los siguientes datos para cada órgano de riesgo: D2cc (%), D1cc (%), D0,1cc (%), así como el V50(%), el volumen total y el V55(%) y el punto ICRU, para la vejiga y el recto, respectivamente. Y D0,1cc (%) y V20(%) para la uretra. La dosis a los órganos de riesgo fue comparada utilizando un test de Wilcoxon para ambos casos. Asimismo, se llevaron a cabo correlaciones lineales y un test ANOVA para investigar la relación entre las dosis y los parámetros: diámetro, longitud, prescripción y número de fracciones. El análisis se realizó usando el paquete computacional para estadística R. RESULTADOS: El análisis de Wilcoxon resulta en que no existe diferencia estadística en términos de dosis para los volúmenes considerados. Por otro lado, no existe correlación lineal entre las dosis en los volúmenes examinados y los parámetros propios del tratamiento, mostrando los mismos resultados el análisis ANOVA. CONCLUSIONES: Los resultados revelan que no existen diferencias estadísticamente significativas con respecto a las dosis recibidas en los volúmenes investigados. De modo que parece adecuado tratar a las pacientes con la vejiga llena.

### **BRA-09 INTRODUCCIÓN DE LA PELÍCULA RADIOCRÓMICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DOSIMÉTRICA RELATIVA Y ABSOLUTA DE LOS APLICADORES SUPERFICIALES DE BRAQUITERAPIA LEIPZIG Y VALENCIA**

**GONZÁLEZ LEYBA, M.; VERA SÁNCHEZ, J. A.; PÉREZ FÉRNANDEZ, M.; HERNÁNDEZ MASGRAU, V.; LÓPEZ SÁNCHEZ, M.; ARTIGUES PEDROLA, M.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JOAN, REUS

En este trabajo se introduce el uso de la película radiocrómica para la caracterización dosimétrica relativa y absoluta de los aplicadores superficiales de Braquiterapia Leipzig y Valencia de Nucletron. La caracterización obtenida es muy completa y permite realizar una comparación directa con los datos publicados de Monte Carlo que caracterizan los aplicadores. Las ventajas del método propuesto son la determinación de dosis absolutas en el eje a profundidades de interés clínicos, así como, la medida de los tamaños de los campos de radiación también a profundidades de interés clínico. La concordancia con dichos datos demuestra que el método empleado es adecuado para la aceptación y el control de calidad de dichos aplicadores.

### **BRA-10 MEDIDA DE LA ATENUACIÓN PRODUCIDA POR ÁCIDO HIALURÓNICO COMO PROTECTOR RECTAL DURANTE EL TRATAMIENTO DEL CÁNCER DE PRÓSTATA CON BRAQUITERAPIA DE ALTA TASA DE DOSIS**

**SÁNCHEZ MAZÓN, J. (1); MAÑANES PEREZ, A. (2); VAZQUEZ RODRÍGUEZ, J.A. (3); GARCÍA BLANCO, A.S. (4); PRADA GÓMEZ, P.J. (5)**

(1) H.U. MARQUÉS DE VALDECILLA; (2) UNIVERSIDAD DE CANTABRIA; (3) H.U. MARQUÉS DE VALDECILLA; (4) H.U. MARQUÉS DE VALDECILLA; (5) H.U. MARQUÉS DE VALDECILLA

Se determinó el coeficiente de atenuación lineal para gammas y rayos-X en ácido hialurónico (HA). Dicho coeficiente permite valorar la eficacia de la técnica de protección rectal en braquiterapia prostática de alta tasa de dosis. El comportamiento linealmente decreciente del coeficiente de atenuación lineal en función de la energía cuando se analiza en escala doble-log, permite extrapolar los valores del coeficiente de atenuación promedio del agua y del tejido adiposo para obtener los correspondientes a HA. Se ha obtenido un incremento en el coeficiente de atenuación lineal en el HA del 17 % para el 192Ir. Esto implica que la introducción de HA en la técnica de protección rectal, supone un doble beneficio, por un lado aumenta la distancia entre el recto y la fuente y por otro lado, el HA es un mejor absorbente de la radiación que el propio tejido prostático o adiposo.

### **BRA-11 MEJORA DE LOS ÍNDICES DOSIMÉTRICOS TRAS LA OPTIMIZACIÓN DE LA TÉCNICA DE PRE-PLANIFICACIÓN EN IRRADIACIÓN PARCIAL ACELERADA DE MAMA**

**MORAL SÁNCHEZ, S.C.; ERZILBENGOA, M.; PASTOR SANCHÍS, V.; DE PAULA CARRANZA, B.; GUIASOLA BERASATEGUI, A.**

FUNDACIÓN ONKOLÓGICA FUNDACIÓIA

Mediante este trabajo exponemos la mejora introducida en la pre-planificación que actualmente empleamos en la técnica de Irradiación Parcial Acelerada de Mama en Braquiterapia. El empleo de un template de mama durante la adquisición del CT de pre-planificación ha proporcionado una localización más sencilla, más real y más fiable de los catéteres respecto del PTV el día del implante. En consecuencia obtenemos una mejora sustancial de los índices dosimétricos asociados. La semana previa al tratamiento realizamos un CT de simulación colocando en la paciente una plantilla mamaria que va a aportar una compresión similar a la del día del implante. En función de la localización del teórico implante respecto al PTV se evaluará los posibles ajustes en la posición orientación de la plantilla. Además valoraremos qué catéteres no son necesarios insertar en función de la geometría y dosimetría obtenidas. La bondad del método es evaluada en función de las dosimetrías obtenidas y los índices de calidad dosimétricos. Los resultados obtenidos demuestran una clara mejoría en la mayoría de nuestros valores. Los criterios de aceptación establecidos por el Grupo de trabajo de la SEOR sobre braquiterapia en cáncer de mama se han cumplido ampliamente en cada una de las planificaciones. El índice de conformación, COIN, se ha mantenido constante 0,60. Los índices de homogeneidad, tanto respecto al implante (DHI) como el referido al PTV (HI) han sufrido una notable mejoría pasando de 0,64 a 0,71 y de 0,59 a 0,70 respectivamente. El tanto por ciento del PTV cubierto por la isodosis de referencia ha aumentado en un 3% pasando del 93% al 96%. Los valores de sobredosificación han sido también minimizados, disminuyendo en un 8% el caso del V150% y en un 4% en el del V200%

## **BRA-12 PROCEDIMIENTO INFORMÁTICO DE VERIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE BRAQUITERAPIA DE ALTA TASA CON IR-192 BASADO EN CÁLCULO MONTE CARLO (PENELOPE).**

**DE LA VARA OLIVAS, V.; BERENGUER SERRANO, R.; NÚÑEZ QUINTANILLA, A.; RIVERA JIMÉNEZ, M.; GUTIÉRREZ PÉREZ, M.; SABATER MARTÍ, S.; VILLAS SÁNCHEZ, V.**

COMPLEJO HOSPITALARIO ALBACETE

Introducción. Nuestro objetivo fue la elaboración de un procedimiento capaz de verificar un cálculo de un tratamiento de braquiterapia de HDR basado en Monte-Carlo y compararlo con el cálculo de un planificador comercial. El objetivo futuro será la elaboración de una herramienta única que englobe este proceso. Material. Para la realización de este procedimiento de verificación se han utilizado: SLICER, ImageJ, MATLAB, PENELOPE2011-penEasy y CERR. El procedimiento consistió en verificar un tratamiento de braquiterapia ginecológica realizado con ONCENTRA. En penEasy se hizo una simulación por cada posición de parada y los resultados se integraron en una única matriz. Este script requiere tiempos de parada de cada posición y la tasa de kerma. Las simulaciones tuvieron en cuenta heterogeneidades del paciente. También se tuvo en cuenta los materiales que constituyen el aplicador. El paciente elegido poseía aire en el recto y la vejiga contenía contraste yodado. Resultados. Si se compara la matriz de dosis exportada por ONCENTRA con el resultado de la simulación sin heterogeneidades, las diferencias fueron inferiores al 5%, y éstas se deben a la dificultad en la superposición de ambas matrices de dosis. Si se tiene en cuenta las heterogeneidades queda patente la presencia de contraste en vejiga y de aire en recto. La dosis en "medio" en vejiga creció un 20% en paciente heterogéneo, aunque su repercusión biológica es escasa. En el caso del recto aparecieron unos "artefactos dosimétricos" debido a la presencia de aire. También se observó una atenuación debida al aplicador de un 5%. Conclusion. El procedimiento propuesto consigue el objetivo de verificar el cálculo dosimétrico de un tratamiento de braquiterapia realizado con un planificador comercial a partir de los tiempos de cada posición de parada y de la tasa de kerma. En el caso de un "paciente homogéneo" se obtuvo un buen acuerdo. En el caso del "paciente heterogéneo" se obtienen diferencias esperables.

## **BRA-14 SISTEMA DE CÁLCULO INDEPENDIENTE DE MATRICES DE DOSIS EN BRAQUITERAPIA PARA VERIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS.**

**PERALES MOLINA, Á.; MACÍAS JAÉN, J.; MORENO REYES, J.C.; VISÚS LLOBET, M.; ORTIZ SEIDEL, M.**

H. U. VIRGEN MACARENA

Se ha desarrollado una aplicación en Matlab que permite la lectura de ficheros DICOM de planificación (RT-Dose y RT-Plan), exportados de nuestro TPS Oncentra Brachy 4.3, para posteriormente y siguiendo las indicaciones existentes en los informes 51, 84 y 229 de la AAPM del TG-43 y del HEBD Working Group, calcular la dosis en los planos definidos por las matrices de dosis. Los resultados obtenidos son comparados, por medio de una aplicación desarrollada en Java (JGamma), con las matrices exportadas del planificador a fin de efectuar una verificación independiente, obteniendo una alta concordancia en las matrices de dosis evaluadas, para un criterio gamma 2%-2mm, así como en la representación visual de las curvas de isodosis. Por lo tanto, se ha conseguido implementar una rutina, que facilita la automatización del proceso de verificación de un tratamiento de braquiterapia de alta tasa.

## **BRA-15 UN MÉTODO DE RECONSTRUCCIÓN PRÁCTICO BASADO EN UN NUEVO TEMPLATE GINECOLÓGICO ENDOCAVITARIO E INTERSTICIAL**

**RICHART, J. (1); OTAL, A. (1); RODRÍGUEZ, S. (1); NICOLÁS, A. (1); SANTOS, M. (1); BALLESTER, F. (2); PÉREZ-CALATAYUD, J. (3)**

(1) CLÍNICA BENIDORM; (2) UNIVERSITAT DE VALÈNCIA; (3) HOSPITAL POLITÈCNICO Y UNIVERSITARIO LA FE

La práctica actual en braquiterapia (BT) ginecológica requiere el uso de la imagen por Resonancia Magnética (MRI). Hay templates especiales para el uso intersticial como el MUPIT, o el "Syed". Sus limitaciones son que no permiten el uso de la componente uterina, y necesitan usar el TAC para planificar, dado que no son compatibles con la MRI. Para intentar evitar esos problemas, se ha desarrollado el nuevo template Benidorm que usa opcionalmente la componente uterina y un conjunto de vectores de titanio. Los vectores de titanio se reconstruyen en MRI utilizando su propio artefacto, principalmente en modo T1, usando la forma esférica final para determinar la punta del vector. El propósito de este trabajo es mejorar la incertidumbre de la reconstrucción de este aplicador usando un método simple basado en la longitud saliente de los vectores y unas perlas de marcado en MRI. El procedimiento propuesto consiste en incluir tres perlas de vitamina A comprimidas entre las dos placas del template para obtener el plano central del template. Los vectores de titanio utilizados son de una longitud de 20 cm. Para cada vector, se fijan dos puntos en la MRI definiéndose una línea recta. Utilizando la intersección de esta recta con el plano definido por las tres perlas, y considerando la longitud saliente de cada vector, es posible obtener las coordenadas del extremo de cada vector. Para caracterizar la potencial incertidumbre del método, se han reconstruido tres implantes por dos radiofísicos con experiencia en ese tipo de reconstrucciones, resultando valores significativamente menores que 1 mm en todos los casos. El algoritmo desarrollado para la reconstrucción de los vectores de titanio en MRI es sencillo y muy eficiente, con una mejora significativa, tanto en la incertidumbre en la determinación del extremo de los vectores como en el tiempo de reconstrucción.

## **BRA-16 VALIDACIÓN DE UN INSERTO DE BAJO COSTE PARA LA VERIFICACIÓN DE LA TASA DE KERMA DE REFERENCIA EN AIRE EN SEMILLAS DE I-125**

**TERRÓN, J.A.; VISÚS, M.; PERALES, A.; GIL, M.**

SERVICIO DE RADIOFÍSICA. HOSPITAL U. V. MACARENA

La verificación de la tasa de kerma de referencia en aire para fuentes de braquiterapia es una exigencia recogida en recomendaciones internacionales y en la normativa vigente. La puesta en marcha de cualquier técnica que implique

el de estas fuentes, requiere por tanto disponer del equipamiento adecuado. En ocasiones se dispone del mismo (v. gr. en alta tasa, HDR) pero es necesario adaptarlo para otros usos (baja tasa, LDR). En este trabajo se presenta un inserto diseñado, de bajo coste, para la verificación de la tasa de kerma en aire (TKRA) en semillas de I-125 de uso en Braquiterapia Oftálmica. Se presenta la verificación del mismo, su independencia con la orientación y la calibración del conjunto cámara-electrómetro a partir de una semilla individual calibrada. Los resultados de la calibración y de la verificación de 4 lotes diferentes muestran la validez del inserto para su utilización en la clínica diaria.

## **BRA-18 CARACTERIZACIÓN DOSIMÉTRICA DE LA FUENTE FLEXISOURCE CO-60 PARA ALTA TASA DE DOSIS MEDIANTE SIMULACIÓN MONTE CARLO**

**ALMANSA LÓPEZ, J. F. (1); GUERRERO ALCALDE, R. (2); TORRES DONAIRE, J. (3); LALLENA ROJO, A.M. (4)**

(1) HOSP. UNIV. VIRGEN DE LAS NIEVES-GRANADA; (2) HOSP. UNIV. SAN CECILIO-GRANADA; (3) HOSP. GENERAL-CIUDAD REAL; (4) DEPART. DE FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR - UNIVERSIDAD DE GRANADA

En los últimos años están disponibles a nivel comercial fuentes para alta tasa de dosis (HDR) de Co-60 como una alternativa a las fuentes de Ir-192. En particular la firma Elekta comercializa la fuente denominada Flexisource Co-60, compatible con los accesorios disponibles para las fuentes de HDR de Ir-192 de esta misma casa comercial. En el año 2012 se publicó el informe 229 de la AAPM-ESTRO en el que se detallan las recomendaciones necesarias para realizar la caracterización dosimétrica de las fuentes de braquiterapia de energía media superior a 50 keV según el protocolo de cálculo descrito en el documento TG-43 de la AAPM. Además se proporcionan datos dosimétricos de consenso de las fuentes de braquiterapia de las que se dispone de dichos datos, no apareciendo datos dosimétricos de consenso para la fuente Flexisource Co-60 HDR en este documento. El objetivo de este trabajo es obtener la dosimetría en agua de la fuente de Co-60 Flexisource HDR así como los parámetros y funciones descritas en el protocolo de cálculo TG-43 mediante simulación Monte Carlo con el código PENELOPE (v.2011), incorporando las recomendaciones metodológicas dadas en el informe 229 de la AAPM-ESTRO. Se han obtenido todos los parámetros y funciones del protocolo de cálculo TG-43 con menor incertidumbre estadística y mayor resolución espacial que el único conjunto de datos dosimétricos anteriormente publicados para esta fuente. En particular, la constante de tasa de dosis obtenida ha sido de  $= (1.094 \pm 0.003) \text{ cGy h}^{-1} \text{ Bq}^{-1}$ . Tanto la función radial como la función de anisotropía 2D, así como la tabla de tasa de dosis en agua están en buen acuerdo con los datos publicados para la fuente Flexisource Co-60.

## **BRA-19 CONTROL DE CALIDAD DE UN CONJUNTO CÁMARA SOURCECHECK Y ELECTRÓMETRO UNIDOS-E UTILIZADOS PARA LA MEDIDA DE LA TKRA DE SEMILLAS DE I-125**

**PENEDO COBOS, J.M.; GARCÍA CASTEJÓN, M.A.; RINCÓN PÉREZ, M.; GÓMEZ-TEJEDOR ALONSO, S.; GONZALEZ ABAD, R.**

FUNDACION JIMENEZ DIAZ

**Objetivos:** El objetivo de este estudio es hacer un control de calidad al conjunto cámara-electrómetro utilizado para la medida de la TKRA de las semillas de I-125 que se usan en los implantes de braquiterapia prostática. **Material y método:** La cámara de ionización estudiada es la Sourcecheck (PTW). Esta cámara se conecta a un electrómetro UNIDOS-E (PTW). Las pruebas que se han realizado son las siguientes: fugas preirradiación y postirradiación, repetibilidad, linealidad y estabilidad a largo plazo. La estabilidad a largo plazo se evaluó con 2 métodos diferentes. Con el primer método, se estudió la desviación entre los valores medios de la TKRA medida y suministrada por el fabricante para cada lote de semillas, y se calculó la línea de tendencia que siguieron estas desviaciones en el transcurso del tiempo. Con el segundo método se registró la lectura de una misma semilla, en diferentes fechas, durante 900s. **Resultados:** En la prueba de repetibilidad, la desviación estadística fue del 0.3% del valor medio de las lecturas. En la prueba de linealidad, los resultados se ajustaron a una recta, siendo la desviación máxima de una lectura con respecto a dicha recta del 0.3%. Las fugas preirradiación y postirradiación fueron menores en valor absoluto a  $3 \cdot 10^{-15} \text{ A}$  y  $2 \cdot 10^{-15} \text{ A}$  respectivamente. Para la prueba de estabilidad, con el primer método de evaluación, se obtuvo que las desviaciones de la TKRA fueron independientes de la fecha de medida, no existiendo ninguna tendencia en la evolución temporal de las desviaciones de la TKRA. Con el segundo método de evaluación los resultados experimentales y teóricos discreparon en menos de un 0.5%. **Conclusiones:** Los resultados obtenidos estuvieron todos por debajo de la tolerancia establecida en los protocolos. Esto demostró el correcto funcionamiento del conjunto cámara-electrómetro estudiado y garantizó la correcta determinación de la TKRA de las semillas de I-125.

## **BRA-20 DEPENDENCIA DE LA CÁMARA DE IONIZACIÓN SOURCECHECK CON LA DENSIDAD DEL AIRE Y CON SUS MATERIALES CONSTITUYENTES**

**TORNERO LÓPEZ, A.M. (1); GUIRADO, D. (2); GUERRERO, R. (2); ANGUIANO, M. (3); LALLENA, A.M. (3)**

(1) HOSPITAL DR. NEGRÍN, LAS PALMAS DE GRAN CANARIA; (2) HOSPITAL SAN CECILIO, GRANADA; (3) UNIVERSIDAD DE GRANADA

La braquiterapia del cáncer conlleva la evaluación del air kerma strength (AKS) de las fuentes con cámaras de ionización abiertas al aire. La señal producida es proporcional a la densidad del aire contenido en su volumen activo, por tanto la medida ha de ser corregida por el factor de densidad, lo cual proporciona un valor de AKS independiente de la densidad. Pero si la energía de la fuente es pequeña, esta corrección no elimina completamente esta dependencia [1,2]. El comportamiento de la cámara de ionización PTW 34051 SourceCheck, comúnmente utilizada en este contexto, muestra cómo la medida del AKS de las semillas de I-125 a densidades bajas se caracteriza por un déficit en la carga recolectada que no es completamente corregido por el factor de densidad: existe una dependencia remanente, lineal con la densidad [1], que, para condiciones usuales de medida de 700 mmHg y 20°C (comunes en muchas ciudades españolas), puede alcanzar el 1.5%. Además, la pendiente del ajuste lineal

es distinta para cada cámaraSourceCheck particular. En este trabajo se ha analizado esta variabilidad inter-cámara mediante la simulación Monte Carlo de la medida de la SourceCheck producida por una fuente puntual con el espectro energético del I-125 y situada en el centro. Para ello se ha empleado el código PENELOPE 2011. Tras rechazar varias hipótesis que pretendían explicar esta variabilidad, como pequeñas variaciones en las dimensiones de los materiales que constituyen la cámara, o variaciones en el volumen activo, los resultados de la simulación muestran que pequeñas diferencias en la aleación de aluminio de la carcasa causan comportamientos distintos de la cámara con la densidad, cubriendo un amplio rango de pendientes de las funciones lineales. [1] A. Tornero-López, et al. Med Phys 2013;40:122103. [2] S. L. Griffin, et al. Med Phys 2013;32:700.

### **BRA-21 DIFERENCIAS DOSIMÉTRICAS EN BRAQUITERAPIA DEBIDO A LA INCERTIDUMBRE EN LA POSICIÓN DE LA FUENTE CON LOS APLICADORES LEIPZIG Y VALENCIA**

**GONZÁLEZ LEYBA, M.; VERA SÁNCHEZ, J. A.; PÉREZ FÉRNANDEZ, M.; HERNÁNDEZ MASGRAU, V.; LÓPEZ SÁNCHEZ, M.; ARTIGUES PEDROLA, M.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JOAN, REUS*

En este trabajo se estudian los efectos de la indeterminación del posicionamiento de la fuente en la distribución de dosis recibida por el paciente para los aplicadores Leipzig y Valencia. Se irradiaron películas de EBT3 en el seno de un maniquí de RW3 (IBA Dosimetry) usando los aplicadores Leipzig de 2 y 3 cm. y los Valencia de 2 y 3 cm., también. Todos las irradiaciones se llevaron a cabo con las capuchas plásticas usadas en los tratamientos superficiales clínicos. Posteriormente, las películas se convirtieron a mapas de dosis usando el procesado multicanal y el protocolo eficiente publicado recientemente por Mücke. Los mapas de dosis resultantes, al estar alineados con el sistema de referencia externo marcado en el maniquí de RW3, nos permiten evaluar las distorsiones que introduce el posicionamiento de la fuente en la administración del tratamiento, respecto a las condiciones ideales.

### **BRA-22 DISTRIBUCIÓN DE DOSIS EN BRAQUITERAPIA DE PRÓSTATA CON IR-192 Y CO-60**

**ESTEPA JIMENEZ, J. S.; REYES CABALLERO, F.; MARTINEZ OVALLE, S. A.**

*UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA*

La distribución de la dosis absorbida en próstata fue calculada usando el código MCNPX. La simulación se hizo en tres etapas en las cuales se estudió la distribución de dosis en un maniquí de agua, maniquí próstata y geometría que simula próstata mas vejiga. La fuente de braquiterapia usada corresponde a la MicroSelectron HDR mHDR-v2. Los resultados muestran distribuciones de dosis en las dos direcciones de la posición de la fuente, la máxima dosis depositada en posición horizontal de la fuente en agua, próstata y vejiga se dio en  $\approx 0.005$  cm, en posición vertical  $\approx 0.045$  cm. Al remplazar la fuente de  $^{60}\text{Co}$  por la fuente de  $^{192}\text{Ir}$ , se encuentra que la fuente de  $^{60}\text{Co}$  deposita 7 veces más dosis que la fuente de  $^{192}\text{Ir}$ .

### **BRA-25 DOSIMETRÍA EN BRAQUITERAPIA OFTÁLMICA CON SEMILLAS DE I-125 Y ESTUDIO DE LA VARIACIÓN CON DIFERENTES CORRECCIONES DE CÁLCULO**

**ARIÑO, A.; RODRIGUEZ, B.; SINTES, M.; FONT, J.C.**

*HOSPITAL UNIVERSITARI SON ESPASES*

En este trabajo se describe el modo de realizar una planificación de un tratamiento de braquiterapia oftálmica con fuentes de I-125 y/o los parámetros involucrados en ésta. Actividad de las fuentes, tasa de dosis en el punto de prescripción, duración del tratamiento y dosis en los órganos de riesgo. A su vez, se analiza la influencia que tienen diversas correcciones al cálculo: aproximación de fuente lineal para la función de geometría, anisotropía, retrodispersión de la cubierta de oro, atenuación de la placa de silicón, espacio de aire interpuesto entre la placa y el ojo. Y se compara el resultado con datos publicados. La conclusión a la que se llega es que la influencia de las correcciones no es despreciable y el hecho de no tenerlas en cuenta en el cálculo supondría una sobredosificación al paciente. Asimismo los resultados obtenidos se encuentran en concordancia con datos publicados en donde se recomienda su uso.

### **BRA-28 DOSIMETRIC CHARACTERIZATION OF A VERY HIGH VISCOSITY SILICONE RUBBER FOR CUSTOM MADE MOLDS IN HDR PLESIOTHERAPY**

**SANZ FREIRE, C.J.; PEREZ ECHAGÜEN, S.; OSSOLA LENTATI, G.A.**

*CENTRO DE INVESTIGACION BIOMEDICA DE LA RIOJA (CIBIR)*

Silicone rubbers represent an excellent choice to elaborate custom made molds for HDR plesiotherapy applications. These silicone compounds however, will naturally present a high electron density relative to water. Conditions for a practical equivalence to water should be established if a TG-43 based dose calculation is to be used. This work reports on the dosimetric properties of a very high viscosity, putty soft moldable addition silicone. Dose depth equivalence to water is studied. Limits for patient mold thickness are established based on these equivalence findings. Scatter at the patient-mold interface has been checked. Silicone mold thickness to provide full scatter conditions was also measured. Results proved reasonable dose equivalence with silicone layers up 3 mm thick (within 5%). Discrepancies up to 8% were found only beyond 10 mm thickness. The use of thin silicone layers will guarantee that the dose discrepancies will be small and, whatever the case, completely negligible compared to dose errors due to small positional inaccuracies in the vicinity of the radioactive source. We conclude that very high viscosity addition silicone molds for HDR plesiotherapy have a good safety profile. Plastic catheters embedded into silicone molds are currently the standard setting in our institution.

## **BRA-29 EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE CÁLCULO INDEPENDIENTE EN PLANIFICACIONES DE BRAQUITERAPIA PROSTÁTICA DE BAJA TASA.**

**FERREIRA TAPIA, A.A. (1); BODINEAU GIL, C. (2); NAVARRO GUIRADO, F. (2); MARTÍN-VIERA CUETO, J.A. (2); CASADO VILLALÓN, F.J. (2); PACHECO AHUMADA, F.A. (3)**

(1) DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FÍSICAS. UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA. TEMUCO, CHILE; (2) UGC RADIOFÍSICA HOSPITALARIA. HOSPITAL REGIONAL UNIVERSITARIO DE MÁLAGA. MÁLAGA, ESPAÑA; (3) DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FÍSICAS. UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA. TEMUCO, CHILE.

El propósito de este trabajo ha consistido en la implementación y evaluación de un programa de cálculo independiente de dosis, basado en el formalismo recomendado por el TG-43 de la AAPM, en puntos representativos del implante de semillas teniendo como objetivo verificar la distribución de dosis en el PTV y en los órganos de riesgo calculada por el Sistema de Planificación. Por lo que se a evaluado la diferencia entre ambos sistemas de cálculo para todos los pacientes tratados en el Hospital Regional Universitario de Málaga desde el año 2012 hasta la fecha, correspondiente a 82 casos. Además de cumplir con el requisito legal de España con respecto a la verificación independiente del cálculo de dosis en la dosimetría clínica de cada paciente.

## **BRA-30 INHOMOGENEIDAD DE DOSIS EN APBI CON BRAQUITERAPIA INTERSTICIAL. DEPENDIENCIA CON EL TIPO DE IMPLANTE**

**LAGO MARTÍN, J.D.; ESTEBAN GARCÍA, A.; FERNÁNDEZ LARA, A.A.; GONZÁLEZ LÓPEZ, A.; LOZANO MARTÍNEZ, A.**

*H.C.U. VIRGEN DE LA ARRIXACA*

Se evalúan dos sistemas de implante en irradiación parcial acelerada de mama (APBI) mediante braquiterapia intersticial. Se comparan los valores dosimétricos obtenidos con ambos. Se seleccionan 6 pacientes, sometidos a tumorectomía y atendiendo a los criterios GEC-ESTRO para APBI. Se simulan para cada paciente ambos sistemas de implantes: el clásico siguiendo el sistema de París (16 mm de separación entre catéteres en disposición triangular) y uno sistema de implantes periféricos situando los catéteres a 5mm del borde del target con una separación entre ellos de 10 a 15 mm y con un plano intermedio en el volumen de 2 a 4 catéteres cuando se necesite. Se prescriben 34 Gy en 10 sesiones y se comparan el índice de homogeneidad de dosis y los volúmenes sobredosificados. el sistema de planos periféricos con normalización en puntos del PTV produce valores medios de DHI del 72% [69% - 79%] mientras que el sistema de París da valores del 43% [38% - 51%] con normalización a puntos de PTV y al 42% [36% - 54%] con normalización a puntos basales. Esto muestra la importancia de la selección del tipo de implante en la APBI mediante braquiterapia intersticial comparada con otros métodos como la radioterapia externa o Mammosite.

## **BRA-31 THE USE OF THE V150 VALUE AS A QUALITY PREDICTOR OF I-125 PROSTATE BRACHYTERAPY**

**ZARZA-MORENO, M.; CARITA, L.; ANTUNES, T.; FORTUNATO, M.; SILVA, E.; REBOLA, J.; ROLDÃO, M.**

*SERVICIO DE RADIOTERAPIA - INSTITUTO PORTUGUÉS DE ONCOLOGIA DE LISBOA*

According the international recommendations, the evaluation of the postimplant dosimetry following permanent prostate implants is essential to assess the accuracy of the real time implant as well as to provide useful guidelines for improving the quality of the intra-operative procedure. As reported by previous works, the degree of dose heterogeneity may affect the tumor control probability (TCP), i.e. the value of the V150 may have influence in the quality of the implant. However, no clinical correlations about this issue have been yet reported. Present study aims to analyze the use of the V150 at the implant day as a quality indicator of postimplant dosimetry for permanent prostate brachytherapy with Iodine-125. The volume receiving 150% of dose has been correlated with the implant urethral D10 and the postimplant D90 value. The relationship of the PSA values with the dosimetry parameters has been also evaluated. Finally, the assessment of quality implant and clinical practice of the procedure followed in our institution is also performed.

## **DOC-01 PROPUESTA DE PROTOCOLO DE PLANIFICACIÓN DE TUMORES DE CABEZA Y CUELLO MEDIANTE TERAPIA CONVENCIONAL 3DCRT**

**JIMÉNEZ DOMÍNGUEZ, M.; MELGAR PÉREZ, J.; ORELLANA SALAS, A.;**

*HOSPITAL PUNTA DE EUROPA*

**OBJETIVOS:** En este trabajo se propone un protocolo de planificación de tumores de ORL en el que se plantean modificaciones a la técnica de Fogliata, obteniendo unos buenos resultados tanto en recubrimiento de PTV como en dosis a OAR's. **MATERIAL/METODO:** EITPS empleado es PCRT v.6.0 , para un acelerador Varian 2100C, de 6MV y colimador multil La técnica utilizada consiste en: -Dos campos laterales opuestos entre sí, ajustando las MLC's al PTV. -Un campo AP conformado al tumor. -Dos hemicampos oblicuos posteriores conformados para evitar médula y con cuñas de 45°. -y dos hemicampos oblicuos anteriores matcheados con los oblicuo-posteriores, con cuñas de 60°. Además también se puede añadir algún segmento adicional para mejorar la homogeneidad de la dosis. La verificación del tratamiento se realizó con el Maniquí Octavius Phantom y el detector matricial de cámaras PTV-seven29 2D-Array. También se verificó el tratamiento con película radiocrómica EBT2. Las distribuciones de dosis exportadas se compararon con las imágenes obtenidas, utilizando el software Verisoft y Omnipro-Im'RT. **RESULTADOS/CONCLUSIONES:** Con esta técnica se consigue una buena homogeneidad de la dosis y buen cubrimiento del tumor ya que los valores del índice IC e IH están próximos a 1. Respecto a la comparación dosimétrica, concluimos que el 94% de los puntos cumplieron el criterio gamma 3%-3mm. Los resultados en la verificación pueden verse afectados por la calibración de la "posición del cero" de las mandíbulas, que puede introducir modificaciones. En tal caso existen procedimientos para ajustarlo adecuadamente y mejorar la homogeneidad en la región

de matcheado de los haces. Para nuestra técnica, esta "posición de cero" de las mordazas no introduce zonas de infra o sobre-dosificación del PTV porque el peso de los haces oblicuo-posteriores es pequeño. La ventaja principal de nuestro protocolo reside en que las zonas de infradosificación del tumor son menores que las encontradas en la técnica de Fogliata, proporcionando una buena homogeneidad de la dosis al tumor.

#### **DOC-04 RADIOCIRUGÍA, ¿COLIMADORES CÓNICOS O MICROMULTILÁMINAS?**

**CASTRO NOVAIS, J.; MOLINA LÓPEZ, M.Y.; PARDO PÉREZ, E.; RUÍZ MAQUEDA, S.; MARCOS JIMENEZ, F.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN MADRID

En los tratamientos de radiocirugía se utilizan diferentes sistemas para mejorar la colimación del haz. El objetivo del trabajo es comparar las características dosimétricas de un colimador cónico y un micromultiláminas utilizados en los tratamientos de metástasis con radiocirugía. Los resultados muestran que ambos sistemas presentan valores similares en la cobertura y conformación del volumen blanco. El modulador del haz con el colimador micromultiláminas hace que la homogeneidad de la dosis en el volumen blanco sea mucho mejor que los conos. Sin embargo, el gradiente de dosis fuera del volumen blanco del colimador cónico es  $2.2 \pm 0.8$  mm menor.

#### **DOC-05 RADIOTERAPIA DE CUERO CABELLUDO CON TÉCNICA 3DCRT**

**DONIS GIL, S.; ROBAYNA DUQUE, B.; RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, F.; JIMÉNEZ CALERO, J.; HERNÁNDEZ CONCEPCIÓN, E.; HERNÁNDEZ ARMAS, O.; HERNÁNDEZ ARMAS, J.**

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE CANARIAS

La irradiación total del cuero cabelludo se realiza habitualmente con la técnica lateral de electrones y fotones conocida como LEPT. Se presenta una variación de esta técnica realizada en el Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (CHUC). El tratamiento se ha realizado a un paciente diagnosticado de angiosarcoma. La modificación de la LEPT consistió en: 1) diseñar la conformación y contribución de dos haces de electrones a la dosis total utilizando energías de 9 MeV y 6 MeV con un peso de 70% y 30% respectivamente; 2) conformación de los dos haces de fotones con multiláminas y 3) uso de un bolus, utilizando material de impresión de silicona, para mejorar el reparto de dosis en superficie. La dosis total prescrita fue de 50.40 Gy (1.8 Gy/fracción) al 95% del volumen blanco de planificación, PTV, determinando: grado de homogeneidad de la dosis (D5%-D95%), infra-dosificación ( $V < 90\%$ ), sobre-dosificación ( $V > 110\%$ ). Las medidas obtenidas con diodos para hacer dosimetría in vivo para los electrones, han permitido asegurar que la distribución de dosis calculada con estas modificaciones introducidas a la técnica LEPT coincide con la dosis medida.

#### **DOC-06 RADIOTERAPIA EN PACIENTES CON DISPOSITIVOS CARDIACOS**

**GIMÉNEZ, M.; TABOADA, I.; GUIU, J.; MARTÍN, Z.; GONZÁLEZ, E.; LOBATO, R.**

SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Objetivos: Reunir una serie de estudios y consideraciones que nos permitan saber qué medidas tomar cuando un paciente con un dispositivo cardíaco va a someterse a un tratamiento con radiación. Material y Métodos: En esta sección mostraremos un resumen de los principales estudios realizados para caracterizar el comportamiento de los DC frente a la radiación. Mounon radió 96 marcapasos con una energía de 18 MV hasta llegar a una dosis acumulada de 120 Gy. Aparecieron fallos importantes incluso con dosis de 0,15 Gy. Se recomiendan, por consiguiente, energías menores de 10 MV, ya que con energías superiores aparecen neutrones que pueden afectar a los estados de las memorias RAM, incluso para dosis muy bajas. Hurkmans radió 19 marcapasos de nueva generación hasta llegar a una dosis acumulada de 120 Gy. Sólo 7 perdieron la capacidad de medida completamente. De todas formas, estos fallos graves no aparecieron hasta dosis de 90 Gy. Nótese que en un tratamiento real nunca llegaríamos a estos valores, ni siquiera aunque el DC estuviese en el haz directo. El principal problema que puede aparecer en los desfibriladores es el cambio en la sensibilidad del valor umbral para producir una descarga eléctrica. Se establece un límite conservador de 2 Gy para distinguir a los pacientes de bajo riesgo de los de riesgo medio y alto. Resultados: Existe una falta de estudios concluyentes sobre el efecto de la radiación en los marcapasos y desfibriladores. Cuando se realice el diseño del tratamiento el DC siempre debe recibir la menor dosis posible y nunca podrá estar en el haz directo. Se emplearán haces de baja energía. Conclusión: Aún cuando los fallos registrados sean poco frecuentes se seguirá un planteamiento lo más conservador posible, ya que no existe dosis mínima segura para este tipo de tratamientos.

#### **DOC-07 REALIZACIÓN DE TOROIDES DOSIMÉTRICOS CON RADIOTERAPIA DE INTENSIDAD MODULADA STEP-AND-SHOOT**

**UREÑA LLINARES, A.; CASTRO RAMIREZ, I.; QUIÑONES RODRÍGUEZ, L.A.**

H.U. PUERTA DEL MAR

Este trabajo presenta la posibilidad de realizar conformaciones dosimétricas en forma de toroidal mediante Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT) step and shoot. Se presenta el caso de un linfoma cutáneo en una de las extremidades inferiores en el que se prescribe una dosis de 37,8 Gy en la piel intentando preservar el tejido interior de la extremidad. En vista de los resultados obtenidos la técnica podría hacerse extensible a otras localizaciones como tumores en cuerpos vertebrales preservando la médula espinal. Para lograr nuestro propósito fue necesario establecer un número elevado de segmentos (148) en once haces coplanares, además de delimitar un volumen auxiliar interior que pudiera utilizarse como volumen susceptible de condiciones de restricción en la optimización. De esta manera se logramos generar un gradiente de unos 16 Gy hacia el interior de la extremidad en unos 2 cm de longitud, llegando a una dosis en el centro de la sección de la extremidad de unos 12 Gy y lograr una

cobertura del 95% de la dosis prescrita en un 95% del volumen de planificación (PTV). Uno de los problemas fue la verificación del tratamiento, pues el tamaño de campo en dirección cráneo-caudal era mayor que las dimensiones de la matriz bidimensional de detectores empleada. Para solucionarlo se realizó la verificación por zonas (superior e inferior). El resultado de dicha verificación fue una diferencia de un -2,1% entre la dosis calculada y la planificada y el porcentaje de los puntos analizados que pasan el criterio gamma 3% 3mm fue del 86,8%. No obstante, el tiempo de tratamiento excluyendo el posicionamiento y la realización de un ConeBeam CT (CBCT) era mayor de 20 minutos lo que lo hace ineficiente en gestión de recursos espacio-temporales si se compara con otras técnicas de intensidad modulada como IMRT sliding-windows y VMAT.

## **DOC-08 REPERCUSIÓN DOSIMÉTRICA DEL COMPRESOR DIAFRAGMÁTICO EN TRATAMIENTOS DE SBRT PULMONAR CON TOMOTERAPIA**

**RODRÍGUEZ ROMERO, R.; SÁNCHEZ RUBIO, P.; CASTRO TEJERO, P.; MEDRANO, J.C.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA*

Los dispositivos utilizados para inmovilizar pacientes durante los tratamientos de Radioterapia pueden alterar la distribución de dosis planificada si son atravesados por los haces de radiación y no están debidamente caracterizados en el sistema de planificación. La repercusión dosimétrica depende de diversos factores tales como la geometría y composición material del inmovilizador, la distribución dosimétrica planificada y prescripción pautaada, así como de la posición de la lesión a irradiar respecto al sistema de inmovilización. Una forma sencilla de tener en cuenta el inmovilizador en la planificación dosimétrica, es incluirlo en el estudio TC utilizado para el cálculo. Esto supone ampliar el campo de visión en las imágenes adquiridas, en detrimento de la resolución espacial axial, la cual es especialmente relevante para la delimitación de estructuras y el cálculo de la dosis en tratamientos de estereotaxia extracraneal. No obstante, las imágenes TC utilizadas en la planificación dosimétrica no siempre incluyen la totalidad del inmovilizador. Por ello, se ha evaluado el efecto dosimétrico causado por la adquisición incompleta del compresor diafragmático utilizado en tratamientos estereotáxicos extracraneales pulmonares con tomoterapia helicoidal. Se compararon las distribuciones dosimétricas planificadas sobre estudios TC con el inmovilizador incompleto frente a sus correspondientes cálculos sobre imágenes TC incluyendo la totalidad del mismo. Se observaron sub-dosificaciones de 2% en el PTV para las distribuciones planificadas sin considerar la porción de inmovilizador excluido del estudio TC. Las diferencias fueron inferiores a 0.5% para las distribuciones planificadas al simular los bordes no incluidos en el campo de visión del TC o evitar las incidencias directas por dichos bordes. Por ello, se recomienda planificar los tratamientos utilizando imágenes TC que incluyan el sistema de inmovilizador completo o, en su defecto, evitar o simular la porción del mismo no incluida (lo que conlleva un conocimiento previo de su geometría y composición).

## **DOC-09 SISTEMA COMPASS PARA LA VERIFICACIÓN DE CAMPOS PEQUEÑOS SIN FILTRO APLANADOR.**

**PARDO, E. (1); CASTRO, J. (1); MOLINA, M.Y. (1); RUIZ, S. (1); MARCOS, F. (2)**

*(1) S<sup>o</sup> DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN, MADRID; (2) S<sup>o</sup> RADIOTERAPIA, HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN, MADRID.*

El sistema de verificación Compassm (IBA) es un sistema que aúna las medidas de un array de cámaras de ionización, MatriXX (IBA) y un cálculo independiente para realizar las verificaciones de planes de Intensidad Modulada. En este trabajo se exponen los resultados de la puesta en marcha de este sistema de verificación para modos sin filtro y campos pequeños. El resultado de las verificaciones muestra que el cálculo del Compass coincide con el del planificador (Eclipse, VMS). Cuando los cálculos se perturban mediante las medidas del MatriXX los resultados muestran discrepancias mayores para campos inferiores a 4x4 cm. Las discrepancias detectadas siguen haciendo del sistema un método aceptable de verificación.

## **DOC-10 SOLUCIÓN DE CLASE Y VERIFICACIÓN DEL POSICIONAMIENTO DEL PACIENTE PARA LA IRRADIACIÓN CRÁNEO-ESPINAL**

**MARÍ PALACIOS, A. (1); RODRÍGUEZ, B. (1); SINTES, M. (1); MARTÍNEZ, J. (1); ROMERO, J. (1); ALASTUEY, I. (2)**

*(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA. HOSPITAL SON ESPASES. PALMA DE MALLORCA; (2) SERVICIO DE RADIOTERAPIA. HOSPITAL SON ESPASES. PALMA DE MALLORCA*

Se presenta una solución de clase para la irradiación cráneo-espinal, utilizando la técnica 3DCRT y un conjunto de métodos de verificación del posicionamiento del paciente. El principal problema es conseguir que la unión de campos con diferentes isocentros sea lo más uniforme posible, para así evitar las complicaciones asociadas a infra o sobredosificaciones. Existen varias estrategias a la hora de abordar la unión de los campos, nosotros para conseguir una mayor uniformidad hemos optado por una unión en un solo plano que contenga los bordes de los dos campos (compensando las divergencias del haz) y por introducir un cambio de posición del plano de unión entre sesiones impares y pares. Se coloca el isocentro 1 (craneal) en el centro de geométrico del cráneo (se utilizaran hemicampos si es posible), el isocentro 2 (espinal) se coloca de manera que abarque la mayor parte posible de cuerpo vertebral y el isocentro 3 (sacro) se coloca de manera que abarque el resto del cuerpo vertebral. Para cuadrar las divergencias de los campos hemos utilizado la herramienta "Field alignment" implementada en Eclipse, que nos permite definir reglas de unión entre los bordes de los diferentes campos, que aplica automáticamente al mover el campo que se define como principal. Tenemos dos uniones de campos la cráneo-espinal y la sacro-espinal, que vamos a verificar "in situ". A continuación enunciamos un conjunto de herramientas a nuestro alcance para realizar esta verificación: a) Lectura digital de la mesa, b) El sistema de imagen portal, c) Campo de luz, d) Película radiocrómica.

## DOC-11 TÉCNICA PARA LA IRRADIACIÓN DE MAMA CON VMAT

MATA-COLODRO, J.F.; JIMENEZ, A.; MATEOS, J.; PUCHADES, V.; RAMOS, D.; MENARGUEZ, E.; SERNA, A.

HOSPITAL SANTA LUCIA

La irradiación de la glándula mamaria con esquema de fraccionamiento acelerado es una opción cada vez más extendida en los servicios de radioterapia. La administración de un boost simultáneo en el lecho quirúrgico, ha sido posible gracias a las técnicas de modulación de intensidad. Existen trabajos publicados en los que se describe el uso de la técnica Arco Terapia Volumétrica Modulada (VMAT) en este tipo de tratamientos. En el presente trabajo se propone una técnica para irradiación de mama con boost simultáneo consistente en 15 sesiones de tratamiento llegando a 4005 cGy en el volumen mamario y a 4800 cGy en el boost. Se seleccionaron 10 pacientes de mama izquierda para incluir corazón como órgano de riesgo (OAR). Para cada paciente se realizaron tres planificaciones: 3D, VMAT y la que hemos denominado hibrid-VMAT (h-VMAT). Esta planificación consiste en la suma de dos planes, uno 3D y otro VMAT la suma de ambos nos da el plan de tratamiento. Se compararon las tres técnicas a nivel de PTVs y OARs. Al analizar los PTVs se observa que el nivel de cubrimiento es similar en las tres técnicas, sin embargo el nivel de conformación es superior en las dos técnicas VMAT. En el análisis de los OARs, h-VMAT mejora las dosis máximas en corazón y pulmón con respecto a 3D. Con respecto a VMAT mejora las dosis medias a pulmón, corazón y mama contralateral. La elección de esta técnica dependerá de las condiciones particulares de cada paciente, especialmente en los casos de mama izquierda.

## DOC-12 TRATAMIENTO CRANEOESPINAL EN TOMOTERAPIA FRENTE A ACELERADOR CONVENCIONAL CON VMAT

GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; GARCÍA REPISO, S.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; CONS PÉREZ, N.; MARTÍN RINCÓN, C.; GARCÍA LEDEMA, J.; DíEZ GALLEGU, M.A.

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA

La irradiación del eje craneoespinal (CSI, CranioSpinal Irradiation) es compleja principalmente debido a la longitud de la región a irradiar. En este trabajo se comparan dos métodos de planificación alternativos al convencional de campos directos: para una unidad de Tomoterapia, y para un acelerador convencional que dispone de la técnica Rapid Arc (VMAT, Volumetric Arc Radiation Therapy). Se comparan 4 casos de pacientes reales, que fueron tratados en los últimos dos años en nuestro Servicio, destacando las ventajas e inconvenientes de cada una de las técnicas. Se encuentra que la homogeneidad de dosis en PTV y la preservación de los órganos de riesgo es mejor en tomoterapia, aunque el tiempo de irradiación es superior.

## DOC-14 TRATAMIENTO DE LESIONES SUPERFICIALES COMBINANDO HACES DE FOTONES Y BOLUS DE ALTA DENSIDAD

CLEMENTE GUTIÉRREZ, F.; PÉREZ VARA, C.; CLAVO HERRANZ, M.; SÁEZ GARRIDO, J.; LÓPEZ CARRIZOSA, C.; IBÁÑEZ VILLOSLADA, C.; COUSELO PANIAGUA, M.; ZAPATERO ORTUÑO, J.; MARTÍN DE MIGUEL, M.

HOSPITAL CENTRAL DE LA DEFENSA

El tratamiento estándar de lesiones superficiales suele implicar el empleo de haces de electrones. La versatilidad en la irradiación de estos tratamientos es reducida, más aún cuando la zona de tratamiento resulta irregular. Adicionalmente, el empleo de bolus habituales implica limitaciones en la colocación de los mismos, de sobra conocidas. El empleo de bolus moldeables de alta densidad permite la adaptación de los mismos a cualquier región superficial de la anatomía del paciente, facilitando su fijación y la adquisición de imágenes para el posterior diseño del tratamiento. Este estudio describe la aplicación del bolus de alta densidad eXaSkin al tratamiento de lesiones superficiales con haces de fotones. eXaSkin se presenta en un formato de pasta fácilmente moldeable. Tras su combinación con el elemento catalizador, solidifica en un tiempo aproximado de dos minutos, suficiente para conseguir su fijación a la zona deseada. Su densidad equivalente es cercana a hueso, por lo que en poco espesor se consigue una completa eliminación de la región de acumulación al emplear haces de fotones. Dado que la fijación del bolus es previa a la simulación, no es necesario prestar especial atención a la colocación del mismo, pues la versatilidad conferida al emplear haces de fotones permite superar las limitaciones de posibles irregularidades presentes en la geometría de la capa de eXaSkin. Su introducción permite abordar localizaciones superficiales con técnicas complejas de fotones, como técnicas de IMRT. El tratamiento de localizaciones comprometidas (cuello, pabellón auditivo, nariz, labio, calota, etc.) con haces de electrones ha sido completamente sustituido por la combinación de eXaSkin y máscara termoplástica con haces de fotones. Cuando se ha requerido, se han aplicado técnicas moduladas, tanto IMRT como VMAT, en combinación con la disposición anterior y técnicas de guiado por imagen (IGRT), alcanzando resultados satisfactorios respecto de toxicidad local (radiodermitis).

## DOC-16 TREATMENT PLANNING AND DVH METRICS QA USING VARIAN ECLIPSE SCRIPTING API

SANZ FREIRE, C.J.; COLLADO CHAMORRO, P.M.; PÉREZ ECHAGÜEN, S.; VÁZQUEZ GALIÑANES, A.; DÍAZ PASCUAL, V.; OSSOLA LENTATI, G.A.

CENTRO DE INVESTIGACION BIOMEDICA DE LA RIOJA (CIBIR)

Application Programming Interface (API) functionality can be used to pull data from the radiation oncology database. Through the use of basic, low-level scripting plugins, the non-experienced user obtains an appropriate access to the database. VARIAN MEDICAL SYSTEMS (VMS) provides a plugin development environment and a number of libraries into the Treatment Planning System (TPS) which are part of the Eclipse Scripting API (ESAPI). We pro-



grammed and implemented in the clinical practice a number of plugins into VMS ECLIPSE. These plugins are aimed to ease the Quality Assurance (QA) tasks during the planning process, working with both the input data (i.e. the 3D-image, the contoured structures, the calculation model) and the end product (a valid treatment plan). A three level event classification system was designed: PASS, FAIL and WARNING, this last one indicating the presence of valid but uncommon settings. Some Dose Volume Histogram (DVH) metrics QA plugins were written as well. The DVH metrics QA plugins provide a faster and more quantitative analysis of dose figures that may correlate to clinical end-points. In this work, we report on the implementation and benchmarking of a number of homemade, TPS-embedded plugins aimed to TP and DVH QA. The TPS QA plugins were able to successfully identify forced errors into the planning process. The DVH QA plugins were successfully included into the planning process providing a quick feedback to the medical physicist about the quality of the plan. All plugins here described are currently in routine use.

## **DOC-17 TUMORES MEDIASTÍNICOS: VENTAJAS CLÍNICAS Y DOSIMÉTRICAS DEL TRATAMIENTO CON ARCOS NO COPLANARES DE VMAT**

**GOMEZ-TEJEDOR ALONSO, S.; LUNA TIRADO, J.; RINCÓN PÉREZ, M.; PENEDO COBOS, J.M.; GARCÍA CASTEJÓN, M.A.; PÉREZ CASAS, A.M.**

FUNDACION JIMENEZ DIAZ

La irradiación de la zona mediastínica en mujeres jóvenes está relacionada con un alto riesgo de desarrollar cáncer de mama a lo largo de su vida. En los últimos seis meses hemos tratado en nuestro servicio tres mujeres menores de 30 años con tumores en la zona mediastínica. Una paciente estaba diagnosticada de hemangiopericitoma localizado en la cadena mamaria interna (dosis prescrita 50 Gy) y las otras dos de linfomas mediastínicos (dosis prescritas 30 y 36 Gy). Con el objetivo de intentar minimizar la dosis y limitar el volumen de tejido mamario irradiado utilizamos la solución de arcos no coplanares de VMAT propuesta por la unidad de radioterapia de la Universidad de Turín (B-VMAT) y compararemos los datos dosimétricos con los que obtendríamos con una irradiación convencional de VMAT (doble arco de 360°). La técnica butterfly consiste en dos arcos coplanares posteriores de 60° (180°-240° y 120°-180°) con ángulo de mesa 0° y un arco no coplanar de 60° con ángulo de mesa 90° (330°-30°). Los datos obtenidos nos muestran unos resultados similares para la cobertura del PTV, e índices de heterogeneidad y conformidad. Respecto a los parámetros dosimétricos de los órganos de riesgo, para pulmón y corazón no hay una ventaja clara de ninguna de las técnicas. Pero en lo que respecta al tejido mamario, las dosis recibidas son claramente inferiores en la técnica de B-VMAT, siendo por tanto ésta recomendable.

## **DOC-18 USO DE MÚLTIPLES ISOCENTROS EN TRATAMIENTOS DE VMAT. EFECTO DE LOS ERRORES DE POSICIONAMIENTO EN LA DISTRIBUCIÓN DE DOSIS**

**LORENTE MANSO, M.; VILELA SERRANO, S.; FERRER GRACIA, C.; GARRÁN DEL RÍO, C.; VIERA JORGE, J.C.; CARBALLO GONZÁLEZ, N.**

CENTRO ONCOLÓGICO MD ANDERSON ESPAÑA

En un caso de un paciente con cáncer de esófago en el que el volumen blanco tiene una longitud de 27 cm, se emplea una técnica de VMAT con dos isocentros en la que los dos arcos se solapan 10 cm. El sistema de planificación es Pinnacle3 y el acelerador de tratamiento es un Varian Trilogy TX con colimador multilaminas HD, con un tamaño de campo máximo de 22 cm. La dosis de prescripción es de 45 Gy en una parte del volumen y 50 Gy en otra en 25 sesiones. Para evaluar el efecto de posibles errores de posicionamiento o movimientos intrafacción del paciente en la distribución de dosis, se simulan dichos errores en el planificador moviendo uno de los isocentros. En concreto, se mueve 2 y 4 mm en dirección craneo-caudal en ambos sentidos. Se evalúan los histogramas de dosis volumen de cada plan por separado y de un promedio que supone una distribución normal del error con una dispersión de 4 mm: 13 sesiones sin error, 4 con un error de 2 mm y 2 con 4 mm en cada dirección. Se anota el volumen de tejido, en cm<sup>3</sup>, que recibe más del 107% de la dosis de prescripción (V107), el volumen de PTV que recibe menos del 95% (V95) y la dosis máxima global referida a la dosis de prescripción más alta (50 Gy). En el peor de los casos estudiados, el V107 llega a 44 cm<sup>3</sup>, en otro el V95 baja hasta el 89% y en otro diferente la Dmax llega hasta el 125%. En cambio, el plan promediado, no se observan diferencias con el plan original sin errores. Se puede concluir que, en el caso estudiado, la técnica de VMAT con dos isocentros es robusta frente a errores de posicionamiento y movimientos intra-facción.

## **DOC-19 VERIFICACIÓN DE CAMPOS GRANDES EN TRATAMIENTOS DE ARCOTERAPIA (VMAT) MEDIANTE EL USO DEL ARCCHECK**

**CHINILLACH FERRANDO, N.; TORTOSA OLIVER, R.; RUIZ MORALES, C.**

HOSPITAL IMED ELCHE

En muchos tratamientos donde se requiere la irradiación de cadenas ganglionares o el volumen a tratar es muy grande, los campos de tratamiento pueden superar 25 cm x 25 cm, esto supone un problema a la hora de verificar dichos tratamientos, ya que la mayoría de detectores tienen un área de detección más pequeña. El objetivo de este trabajo va a ser evaluar la herramienta desarrollada por Sun Nuclear para verificar estos tratamientos con su matriz tridimensional de diodos ArcCHECK. Esta herramienta consiste en adquirir dos veces el campo de tratamiento una con la electrónica del dispositivo hacia los pies de la camilla y otra con la electrónica hacia el gantry, posteriormente mediante el programa informático del propio detector sumar ambas distribuciones de dosis y generar una nueva que puede cubrir un área de 36 x 36 cm<sup>2</sup>. Se han seleccionado diez pacientes cuyos tratamientos cumplan la premisa de tener campos de tratamientos superiores a 25 x 25 cm<sup>2</sup>, para estos pacientes se ha adquirido la distribución de dosis usando esta herramienta y sin usarla. Cada una de estas ha sido comparada con la generada

teóricamente en el sistema de planificación usando el criterio gamma (3%, 3mm) Los resultados ponen de manifiesto que para campos de tratamiento superiores a 25 x 25 cm<sup>2</sup>, se hace necesario la utilización de esta herramienta, bien sea porque se mejoran los resultados del análisis gamma o porque así verificamos la totalidad del campo de tratamiento, ya que si no usamos esta herramienta hay zonas del campo que quedan fuera del área de detección.

### DOC-20 VERIFICACIÓN DE LA IRRADIACIÓN CRÁNEO-ESPINAL CON LA TÉCNICA DE ARCOTERAPIA (VMAT) MEDIANTE DOS MÉTODOS DOSIMÉTRICOS INDEPENDIENTES

**TORTOSA OLIVER, R.A.; CHINILLACH FERRANDO, N.; RUIZ MORALES, C.**

HOSPITAL IMED ELCHE

La irradiación cráneo-espinal supone un gran reto para los radiofísicos tanto en la planificación del tratamiento como en su verificación. Los tratamientos craneo-espinales con la técnica VMAT utilizan tamaños de campo superiores a 30 cm. Algunos sistemas de verificación de tratamientos incluyen opciones para poder analizar los campos grandes. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos mediante dos métodos (dosimetría portal con EPID y detector ArcCheck). Las verificaciones se han realizado sin incluir el tamaño total de los campos y teniendo en cuenta el tamaño mediante las herramientas que nos proporcionan los software empleados. Los resultados muestran que los métodos empleados son igualmente compatibles sin diferencias significativas entre ellos.

### DOC-22 VERIFICACIÓN DE UN TRATAMIENTO DE IMRT DE CABEZA Y CUELLO CON LA APLICACIÓN WEB RADIOCHROMIC.COM

**MARQUÉS FRAGUELA, E.; SUERO RODRIGO, M.**

HOSPITAL VIRGEN DEL PUERTO

El objetivo de este trabajo fue verificar un tratamiento de cabeza y cuello con dosimetría multicanal de película radiocrómica. La película usada en este estudio fue GAFTCHROMIC® EBT3 y el escáner un Epson® EXPRESSION 1000XL. El maniquí empleado para irradiar las películas fue 1" mRT Phantom® de la empresa IBA dosimetry®. La calibración del lote de películas y la dosimetría fueron realizadas con la aplicación web Radiochromic.com®. La comparación, mediante un análisis del índice gamma, de la distribución de evaluación con la de referencia fue realizada con el software comercial OmniPro-1" mRT®. El 95% de los puntos comparados cumplió el criterio gamma de (3%,3mm).

### DOC-23 VIABILIDAD Y BENEFICIOS DEL USO DE LA PET 4D EN LA PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE SBRT HEPÁTICA

**VICEDO GONZÁLEZ, A. (1); GARCÍA HERNÁNDEZ, T. (1); BRUALLA GONZÁLEZ, L. (1); GRANEROCABAÑERO, D. (1); ROSELLÓ FERRANDO, J. (1); HERNÁNDEZ MACHANCOS, A. (2); BORDERÍA NAVARRO, B. (1); SOLERA MOSCARDÓ, C. (1); PANDO FERNÁNDEZ, G. (1); SERRANO JUAREZ, A. (1)**

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA. ERESA. HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE VALENCIA; (2) SERVICIO DE RADIOTERAPIA. ERESA. HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE VALENCIA

Objetivo: La radioterapia estereotáxica extracraneal (SBRT) es una técnica en la que se administran elevadas dosis por fracción. Su desarrollo ha sido posible gracias a los avances tecnológicos y su uso está cada vez más extendido debido a las altas tasas de control local. El tratamiento de metástasis hepáticas con SBRT implica una correcta localización de la lesión y una estimación de su movimiento debido a la respiración del paciente. El objetivo de este trabajo es analizar la viabilidad y beneficios de integrar la PET-4D en la planificación de tratamientos hepáticos de SBRT. Material y método: Se estudian 5 pacientes empleando un sistema de inmovilización con compresor abdominal. Para cada paciente se adquiere un PET estándar y un PET-4D retrospectivo. Se reconstruyen 10 fases y un PET que emplea el sinograma completo de todas las fases (PET-Promedio). Se analiza si los tiempos y el sistema de inmovilización son adecuados para el confort del paciente. Se contornea el tumor en el PET estándar, en cada fase en el PET-Promedio. Se genera un volumen suma de los volúmenes generados en las distintas fases. Resultados. El protocolo de trabajo permite la adquisición de imágenes en un tiempo y condiciones que el paciente tolera sin dificultad. El uso de compresión limita la amplitud respiratoria en la mayoría de los casos. Tanto el volumen como la localización de los volúmenes de tratamiento en el PET estándar, el PET Promedio y el contorno suma de los contornos de las diferentes fases son coincidentes si se escoge el umbral de SUV adecuado. Conclusiones: Es viable el uso de la PET\_4D para la planificación de tratamientos de radioterapia. Se necesitan más pacientes pero según los casos estudiados, con el umbral de SUV adecuado un PET estándar puede ser suficiente para estimar el movimiento del tumor.

### DOC-24 ATENUACIÓN DE MESA DE TRATAMIENTO E INMOVILIZADORES EN TRATAMIENTOS DE CABEZA CUELLO

**GARRIDO BRETON, C. (1); BENITEZ VILLEGAS, M. (2); NUÑEZ CUMPLIDO, E. (1); HERNANDEZ ARMAS, J. (1)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CANARIAS; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO DE REINA SOFIA

Elementos como los inmovilizadores o la mesa de tratamiento utilizados en radioterapia provocan una atenuación en los haces que los atraviesan, que afecta a la dosis impartida. En este trabajo se ha tratado de evaluar este efecto para tenerlo en cuenta en el diseño de los tratamientos de radioterapia externa de cabeza-cuello (CC) en el Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (CHUC). Se ha utilizado un maniquí cilíndrico colocado sobre un inmovilizador de CC con una cámara de ionización en su eje axial, y se ha radiado el conjunto, con la cá-

para colocada en el isocentro, con cuatro haces. Los resultados de las medidas de dosis absoluta se comparan con los cálculos realizados por el planificador XIO con sus tres algoritmos de cálculo en tres casos: en el caso A, contorneando solamente el maniquí, en el caso B, contorneando el maniquí y el inmovilizador, y en el caso C, contorneando maniquí, inmovilizador, y mesa de tratamiento. Para el algoritmo Superposition, en el caso C, la diferencia entre el valor medido y el calculado del 0,64% para los haces que atraviesan la mesa, mientras que en el caso A la diferencia en el mismo haz es de 12,1%. En un campo posterior que atraviesa la parte más gruesa del inmovilizador, la atenuación medida es 8,84%, mientras que la atenuación calculada es 7,38%. Es conveniente considerar la mesa y el inmovilizador a la hora de diseñar el tratamiento, ya sea contorneando, esquivando las partes de la cama que más atenúan o considerándolo en la distribución de la dosis.

## **DOC-25 CALIBRACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE SISTEMAS FRAMELESS EN RADIOCIRUGÍA. 10 AÑOS DE EXPERIENCIA**

**MANZANO MARTINEZ, F. (1); NUÑO RODRIGUEZ, C. (2); RIOS POZO, B. (2); MUÑOZ ESPEJO, M. (3); HUNGRIA ESTEVEZ, M.J. (3); PEREZ GONZALEZ, M. (3)**

(1) SERVICIO DE PROTECCION RADIOLOGICA Y FISICA MEDICA VITHAS XANIT INTERNACIONAL; (2) INSTITUTO ONCOLOGICO VITHAS XANIT INTERNACIONAL; (3) SERVICIO DE PROTECCION RADIOLOGICA Y FISICA MEDICA VITHAS XANIT INTERNACIONAL

La precisión en los tratamientos con Radiocirugía, depende de la precisión de todos y cada uno de los pasos que componen la cadena de tratamiento. La incorporación de mejoras para el posicionamiento y la comodidad del paciente, sugieren nuevos métodos de comprobación, así como procedimientos de trabajo testados y evaluados uno por uno. El sistema de posicionamiento frameless constituye sin duda un avance en la comodidad del paciente al ser un sistema de fijación que no necesita de cruentos tornillos clavados en el cráneo, sustituyéndolo por la fijación mediante mordida a la bóveda craneal. Es además un sistema que no requiere de plazos apremiantes para realizar la importante tarea de contorneo y planificación de los tratamientos, puesto que no necesita estar fijado al paciente en estas fases ni la presencia del paciente en la unidad. Este trabajo sugiere una correcta validación de cada parte del proceso, en base a nuestra experiencia de 10 años desde que comenzamos con la utilización en nuestro centro del sistema frameless y del sistema óptico de posicionamiento Zmed de Varian. Fases críticas del proceso como la simulación o la realización de la mordida, pueden ser verificadas mediante procedimientos y herramientas con las que cuenta el propio sistema. La descripción del propio sistema de tratamiento puede ser evaluado con el sistema de posicionamiento óptico de precisión, y de los resultados de las medidas, se puede realizar una calibración más precisa que la que realiza la propia casa comercial. El resultado es pues un procedimiento de trabajo para la realización de los tratamientos con Radiocirugía, que engloba desde la calibración del propio sistema de posicionamiento hasta el tratamiento, procediendo y evaluando las etapas de realización de mordida, de la máscara, errores de simulación o traslación de imágenes del planificador al sistema de posicionamiento óptico.

## **DOC-27 COMPARACIÓN DE LAS TÉCNICAS 3DCT, IMRT Y VMAT EN TRATAMIENTOS DE MAMA BILATERAL**

**REYES GARCIA, R.; DERECHO TORRES, F.; CARRASCO HERRERA, M.A.; HERRADOR CORDOBA, M.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCIO

En el presente trabajo se exponen los resultados dosimétricos, tanto para el volumen de tratamiento como para los órganos de riesgo, del uso de las técnicas de 3D conformada (3DCT), radioterapia de intensidad modulada (IMRT) y arcoterapia volumétrica modulada (VMAT) en tratamientos de mama bilateral. La planificación de 3D conformada se realizó en el planificador Oncentra, versión 4.1. Para ambas mamas se usaron campos tangenciales con dos isocentros, orientados lo suficiente como para evitar la superposición de los haces en línea media. Para homogeneizar dosis se añadieron segmentos de los campos tangenciales (mismas angulaciones). La planificación de IMRT se realizó en el planificador Pinnacle, versión 9.8. Se usaron 11 campos equiespaciados angularmente (cada 24 grados), empezando con el tangencial externo de la mama izquierda (120 grados) y acabando en el tangencial externo de la mama derecha (336 grados), en sentido contrario a las agujas del reloj. La técnica VMAT se realizó en Eclipse, versión 10.0. Se emplearon 4 arcos. 2 arcos con giro de gantry contrario a las agujas del reloj, entre 200 y 160 CCW, con giro de colimador de 10°, y otros 2 arcos con giro de gantry en el sentido de las agujas del reloj, entre 160 y 200 CW, con giro de colimador 350. Cada arco está duplicado para poder dividir la totalidad del campo de tratamiento en dos campos de aproximadamente 20x20 cm, con una zona de solapamiento común. La calidad del tratamiento se midió en términos de: dosis media, cobertura, índice de conformidad, dosis volumen, etc.

## **DOC-28 COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE PLANIFICACIÓN RADIOTERÁPICAS PARA LESIONES HEPÁTICAS: GATING RESPIRATORIO FRENTE A ENVOLVENTE DE MOVIMIENTO**

**CASTRO TEJERO, P. (1); MARTÍNEZ ORTEGA, J. (2)**

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA

**INTRODUCCIÓN** El empleo de la tecnología 4DCT dentro del ámbito de la radioterapia es una herramienta útil para lesiones sometidas al movimiento respiratorio que permite diseñar diferentes estrategias de tratamiento. Una posibilidad es el tratamiento de la envoltura de movimiento con margen. Otra alternativa es aplicar un margen a una determinada fase del ciclo respiratorio para luego aplicar una técnica mediante sincronización respiratoria, gating, durante el tratamiento. El objetivo del trabajo es comparar las dosis recibidas por los órganos de riesgo en pacientes con lesiones hepáticas con ambos métodos. **MATERIAL Y MÉTODOS** Se realiza una simulación 4DCT

a 3 pacientes con un equipo TC multicorte Aquilion LB con el sistema de sincronización respiratoria RPM de Varian. Se realiza la reconstrucción de 10 fases del ciclo respiratorio, desde 0% a 90% cada 10% (0% inspiración, 50% espiración). Procedimiento 1: A partir de los 10 estudios TC de las fases respiratorias se genera un estudio minIP sobre el que se contornea el tumor a lo largo de toda la trayectoria de movimiento al cual se le añade un margen para generar el PTV. Sobre este volumen se realiza una planificación de tratamiento. Procedimiento 2: Se selecciona el TC correspondiente a la fase respiratoria del 50% y se contornea la lesión y los órganos de riesgo asociados. Al contorno de la lesión se le añade un margen para generar el PTV. Sobre este estudio se realiza una segunda planificación del tratamiento semejante a la realizada en el procedimiento 1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN Se observa que las dosis absorbidas por los órganos de riesgo adyacentes a la lesión son menores en el caso del procedimiento 2. CONCLUSIÓN La técnica de tratamiento mediante sincronización respiratoria en fase espiración permite obtener una reducción de dosis en los órganos de riesgo cercanos a la lesión.

### DOC-29 COMPARACIÓN DOSIMÉTRICA DE RADIOTERAPIA CONFORMADA 3D VS 2 MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN DISTINTOS DE INTENSIDAD MODULADA ESTÁTICA EN CÁNCER DE PULMÓN

**GARCÍA RUIZ-ZORRILLA, J. (1); PINTO MONEDERO, M. (1); PERÉZ MORENO, J.M. (2); ZUCCA APARICIO, D. (1); FERNÁNDEZ LEÓN, P. (1); MARMOL PÉREZ, D. (1); MARTÍN ALVÁREZ, R. (1); MARTÍ ASENJO, J. (1); ALONSO IRACHETA, L. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO HM SANCHINARRO; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO HM PUERTA DEL SUR

Para investigar la mejora dosimétrica de la IMRT en cáncer de pulmón, en cuanto al pulmón como órgano de riesgo principal, se realizan 3 planes de tratamiento: 3D-CRT, IMRT con optimización de apertura (TPS RayStation) e IMRT con optimización en beamlets (TPS XIO) para una serie de pacientes. La IMRT basada en optimización de aperturas reduce el V20, V13, V10, V5 y dosis media del pulmón respecto a la 3D-CRT en 7.3%, 5.4%, 3.5%, 1.8%, 2.9 Gy respectivamente. Para los otros órganos de riesgo también se reducen los parámetros excepto para las máximas del esófago y la médula que aumentan ligeramente. Respecto al PTV la IMRT (RayStation) mejora el criterio de dosis mínima D98% y la conformación de la isodosis del 95% al PTV, pero en cambio aumentan los parámetros de dosis altas. Por otro lado la optimización basada en beamlets vs 3D-CRT reduce el V20, V13 y Dmedia en 6%, 1.2%, 2.9 Gy respectivamente, mientras que aumenta el V10 y V5 en 2.6% y 1.3% respectivamente. Respecto al PTV la IMRT (XIO) vs 3D-CRT disminuye los parámetros de cobertura del PTV V95% y D98% y aumenta los parámetros de dosis altas V110% y D2%. La dosimetría de IMRT en pulmón es un tema controvertido por la dificultad para conseguir una buena cobertura en el PTV y reducir las dosis bajas del pulmón. Si utilizamos un TPS con optimización de aperturas se consigue reducir la dosis al pulmón incluido el V5 manteniendo la cobertura del PTV. Si la IMRT es por optimización de beamlets se reducen algunos parámetros dosimétricos pero se empeoran otros, sin conseguir la misma cobertura que la 3D-CRT.

### DOC-30 COMPARACIÓN EN UN TRATAMIENTO DE MAMA MASTECTOMIZADA ENTRE VMAT Y 3DCRT

**CAUDEPÓN MORENO, F.; PALOMO LLINARES, R.; MORILLAS RUIZ, J.; PIZARRO TRIGO, F.; SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J.; NÚÑEZ MARTÍNEZ, L.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BURGOS

La radioterapia de una mama mastectomizada presenta en ocasiones muchos problemas de planificación debido a la complicada geometría del contorno de este tipo de pacientes y los grandes volúmenes a tratar. En nuestro hospital, estas planificaciones se realizan, en general, con 3DCRT. No obstante, en algunos casos donde el volumen a tratar presenta una forma muy cóncava, el volumen de pulmón irradiado puede exceder las tolerancias. En estos casos la VMAT puede ser una técnica alternativa que ayude al cumplimiento de objetivos y restricciones de manera relativamente sencilla. Presentamos una comparativa de estas dos técnicas para un caso de este tipo de tratamientos. Los criterios de comparación se harán en términos de cobertura dosis-volumen, índices de conformidad (IC), índices de homogeneidad de dosis (IHD), Probabilidad de control Tumoral (TCP, en inglés) y Probabilidad de Complicación en Tejido Normal (NTCP, en inglés).

### DOC-31 COMPARATIVA DEL PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE RADIOTERAPIA CON DIFERENTES DETECTORES COMERCIALES

**GARCÍA REPISO, S.; GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; CONS PÉREZ, N.; MARTÍN RINCÓN, C.; GARCÍA LEDEMA, J.; DíEZ GALLEGU, M.A.; DE SENA ESPINEL, E.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA

Debido a su complejidad, los tratamientos realizados con la técnica de arcoterapia volumétrica modulada (VMAT) requieren un control de calidad individualizado de cada plan. El presente trabajo compara cuatro arrays diferentes de detectores (MatriXX con MultiCube, ArcCheck, Delta4 y Octavius 4D) comercializados para tal fin. Se presentan los resultados obtenidos al evaluar mediante análisis gamma las distribuciones calculadas y medidas en cada caso, de tres planes de diferente complejidad y las peculiaridades de cada dispositivo de medida. Nuestra comparativa muestra que con los 4 dispositivos evaluados para el control de calidad de planes de tratamiento, se obtienen resultados similares. En todos los casos se obtuvo más de un 97% de puntos que cumplen el criterio gamma teniendo en cuenta una diferencia de dosis del 3%, una DTA (Distance To Agreement) de 3 mm y un umbral del 10% de dosis. Los arrays comerciales bajo estudio han demostrado por tanto su validez para control de calidad rutinario de tratamientos de radioterapia VMAT, pero es necesario tener siempre presentes sus limitaciones y conocer su funcionamiento particular.

## **DOC-32 COMPARATIVA ENTRE PLANIFICACIONES CON DOSIS REFERIDA EN MEDIO O EN AGUA.**

**MORA MELÉNDEZ, R. (1); QUIÑONES RODRÍGUEZ, L.A. (1); CASTRO RAMÍREZ, I.J. (1); JIJMÉNEZ, M. (2); ANGULO, E. (3); IBORRA, M.A. (4)**

(1) H.U. PUERTA DEL MAR; (2) DOMÍNGUEZ; (3) PAÍN; (4) OQUENDO

Es común utilizar la Dosis absorbida en agua para los cálculos de dosis en las planificaciones de radioterapia como se describe en los procesos de calibración del TRS3981. Sin embargo, los planificadores que emplean técnicas de Monte Carlo contemplan el transporte de radiación y la deposición de energía en medio representativo del paciente. Esto permite dar como resultado la Dosis en Medio, Dm, o Dosis en agua, Dw. Aunque existe cierta controversia, el impacto clínico de cambiar de Dw a Dm no es significativo principalmente porque la mayoría de los tejidos de interés en radioterapia son similares a agua. En nuestro centro existe posibilidad de utilizar cálculo Superposición-Convolución en planificaciones 3D con especificación de Dosis en Medio o bien en Agua. Por ello se pretende hacer un estudio comparativo de ambos procesos. Se realiza un estudio retrospectivo con el fin de determinar las diferencias dosimétricas en ciertos parámetros de control del tratamiento según sea la especificación de Dosis en Medio o en Agua. Los datos recogidos dan como resultado una pequeña diferencia entre los dos histogramas (dosis en agua y en medio), presentando un mayor recubrimiento del PTV para Dosis en agua para Próstata y SNC. Para Pulmón, sin embargo, el recubrimiento es ligeramente menor. Las diferencias en los parámetros dosimétricos de control según la optimización son bastante pequeñas mientras no existan grandes heterogeneidades, como se pone de manifiesto en los factores de conversión del poder de frenado parafotones para pasar de dosis medio a dosis agua calculados por J.V. Siebers.

## **DOC-33 COMPARISON BETWEEN WHOLE BREAST IRRADIATION AND SIMULTANEOUS INTEGRATED BOOST FOR 3D-CRT BREAST CANCER: DOSIMETRY AND ACUTE TOXICITY**

**DE LA CASA DE JULIÁN, M.A. (1); AMBROA REY, E. (2); SEGURO FERNÁNDEZ, A. (1); GARCÍA MARCOS, R. (1); DE LAS PEÑAS CABRERA, M.D. (1); SAMPER OTS, P.M. (1); JIMÉNEZ GONZÁLEZ, J.M. (1); AMAYA ESCOBAR, E. (1); HERNÁNDEZ MIGUEL, M. (1)**

(1) HOSPITAL REY JUAN CARLOS; (2) HOSPITAL GENERAL DE CATALUÑA

We have studied the differences between whole breast irradiation treatments at 50 Gy only, and simultaneous integrated boost treatments at 50-60 Gy, for breast cancer patients, regarding both dosimetric parameters and clinical end-points. For the simultaneous integrated boost, we have found a statistically significant increase in the dermatitis, itching and breast pain observed at 1 month follow-up. The difference is no longer significant after 6 months. We have also detected a significantly higher absorbed dose in the ipsilateral lung, as measured by the mean absorbed dose in the organ, the V5Gy and the V20Gy. Incidentally we have also detected a higher maximum dose to the contralateral breasts in right breast cancer patients when compared to left side cases.

## **DOC-34 CONTORNEO, EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE DOSIS EN RECTO EN TRATAMIENTOS DE RADIOTERAPIA ALTAMENTE CONFORMADOS.**

**SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J.; NÚÑEZ MARTÍNEZ, L.; CAUDEPÓN MORENO, F.; PIZARRO TRIGO, F.; MORILLAS RUIZ, J.; PALOMO LLINARES, R.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BURGOS

Tradicionalmente se ha contorneado el volumen total del recto para la evaluación dosimétrica y la optimización en tratamientos de radioterapia. Sin embargo, en esta aproximación se está teniendo en cuenta también el contenido rectal que no es parte del órgano. Cuando se considera sólo la pared rectal, delineada con un espesor de 3mm, surgen diferencias en la evaluación de la dosis, especialmente en tratamientos de radioterapia altamente conformados debido a la heterogeneidad de la dosis cerca del volumen de tratamiento (PTV). En los tratamientos conformados 3D, el método utilizado para contornear el recto, no influye en la planificación del tratamiento, dado que esta consiste en aperturas fijas del campo que conforman el PTV y tapan el resto del recto. Por contra, en los tratamientos de Intensidad Modulada, el contorneo del recto no sólo cambia la evaluación de éste sino también la planificación del plan ya que el algoritmo de optimización debe minimizar la dosis en una zona más pequeña y próxima a la próstata. En el presente trabajo se ha intentado evaluar la influencia sobre la planificación y la cuantificación del uso de la pared rectal frente al volumen rectal. Tras analizar un total de 20 pacientes tratados con radioterapia conformada 3D y VMAT, se concluye que: - El contorneo de la pared rectal es un mejor predictor de la toxicidad aguda para aquellos casos en que el paciente no ha realizado una preparación/vaciado rectal. - En los casos en que el paciente ha tenido preparación rectal, no hay apenas diferencias en la evaluación de la pared o el volumen, si bien el contorneo de la pared sí que ha modificado la optimización de dosis en el caso de los tratamientos con VMAT. - Se recomienda el seguimiento de la dosis rectal real a través de las imágenes de verificación diaria durante el tratamiento.

## **DOC-35 DELTA-4 VS. COMPASS: RESULTADOS EN LA VERIFICACIÓN DE IMRT**

**ALBA ESCORIHUELA, V.; GARCÍA ROMERO, A.; CALVO CARRILLO, S.; SERRANO ZABALETA, S.; ORTEGA PADINA, P.; MILLÁN CEBRIÁN, E.; CANELLAS ANOZ, M.; HERNÁNDEZ VITORIA, A.**

H.C.U.Z LOZANO BLESÁ

En este documento, realizamos un análisis retrospectivo de 36 tratamientos de IMRT Step and Shoot mediante una verificación con métodos de reconstrucción 3D, verificadas previamente con dosimetría en un punto con CI (Cámara de Ionización) y en un plano con el Panel Plano del acelerador calibrado en dosis o con una matriz de cámaras de ionización (MatrixX Evolution). Se ha analizado si los resultados suministrados por dos programas

(Delta-4 y Compass) son comparables y proporcionan un análisis parecido de los casos en estudio. El 44% de los planes analizados han obtenido distinto criterio de rechazo/aceptación según el sistema que se utilice.

### DOC-36 DIFERENCIAS DOSIMÉTRICAS ENTRE IMRT Y RAPIDARC EN LOS PLANES DEL TG 119

**RUIZ MAQUEDA, S.; CASTRO NOVAIS, J.; PARDO PÉREZ, E.; MOLINALÓPEZ, M.Y.; VICENT GRANADO, D.; MARCOS JIMENEZ, F.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN MADRID

Se realiza una comparación de radioterapia con intensidad modulada, IMRT, frente a RapidArc, RA, mediante plantillas propuestas por la Asociación Americana de Física Médica, AAPM Task Group 119. Se cuantifican las diferencias dosimétricas de los órganos de riesgo con la dosis media y las restricciones propuestas por el TG 119. El volumen blanco se cuantifica con los índices de conformidad y homogeneidad. Se observa un mejor rendimiento con los planes realizados con RapidArc salvo en los casos donde los órganos de riesgo tienen unas limitaciones muy restrictivas. Se realiza una comparación de las unidades de monitor, donde se observa un aumento en los planes realizados con radioterapia de intensidad modulada.

### DOC-38 DISPOSITIVO PARA EL TRATAMIENTO DEL CARCINOMA DE PENE CON RADIOTERAPIA EXTERNA

**MANCHA MATEOS, P.J.; ANTÚNEZ HORCAJO, R.**

HOSPITAL INFANTA CRISTINA [BADAJOS]

El carcinoma escamoso de pene es raro pero psicológicamente devastador y potencialmente fatal. La radioterapia, tanto externa como braquiterapia intersticial, constituye una alternativa conservadora que puede aplicarse en determinadas circunstancias. El tratamiento del pene con radioterapia externa requiere que el posicionamiento del paciente sea reproducible y la dosis homogénea en todo el volumen del órgano. Para cumplir estas dos condiciones se ha desarrollado un dispositivo de fácil fabricación que se basa en la introducción del pene del paciente en un recipiente de agua. La posición del paciente sobre el dispositivo creado en nuestro centro es cómoda en todo momento, pues permanece apoyado sobre una superficie amplia y plana con el único hueco del recipiente de agua. Por tanto, el dispositivo permite el tratamiento homogéneo, completo y reproducible del pene del paciente independientemente de los cambios en su posición o morfología que puedan producirse durante el tratamiento.

### DOC-39 DOSIMETRÍA CON MONTE CARLO DE ALGUNOS CASOS PRÁCTICOS EN RADIOTERAPIA INTRAOPERATORIA

**LÓPEZ TARJUELO, J. (1); IBÁÑEZ GARCÍA, P. (2); UDÍAS MOINELO, J.M. (2); HERRANZ MUELAS, E. (2); MORILLO MACÍAS, V. (1); BOUCHÉ BABILONI, A. (1); BONAQUE ALANDÍ, J. (3); FERRER ALBIACH, C. (1); SANTOS SERRA, A. (1)**

[1] CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN; [2] UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID; [3] FUNDACIÓN HOSPITAL PROVINCIAL DE CASTELLÓN

**OBJETIVO:** Presentar dos dosimetrías de radioterapia intraoperatoria con electrones (RIO) realizadas con el método de Monte Carlo (MC) para buscar la causa de la discrepancia de su dosimetría in vivo con respecto a la dosis absorbida esperada. **MATERIAL Y MÉTODO:** La dosimetría in vivo se realizó con MOSFET reforzados modelo TN-502RDM-H. El primer caso fue una irradiación de mama con un haz de 6 MeV con aplicador sin bisel de 6 cm de diámetro que no era completamente perpendicular al tejido. El segundo, un caso de recto irradiado con 9 MeV y un aplicador de bisel 45 y 6 cm con una protección de plomo dentro del campo quirúrgico. El MC se desarrolló para el planificador Radiance de GMV a partir de medidas de dosis absorbidas en aire y agua. La simulación se efectuó con el MC Dose Planning Method con vóxeles de 1 mm y 200 millones de historias. **RESULTADOS:** En el caso de la mama no se encontraron desviaciones sustanciales de la dosis absorbida por encima del ruido estadístico del cálculo de MC. En el caso del recto, el MC obtuvo una sobredosificación de hasta el 17% alrededor del borde de la protección con respecto a la dosis absorbida que se hubiera obtenido sin ella, que explicaría la sobredosificación del MOSFET en ese plano. **CONCLUSIÓN:** Hasta una variación de 5 con respecto a la perpendicular no provoca cambios clínicamente relevantes en la dosimetría. Las protecciones plomadas causan también sobredosificaciones en el tejido circundante situado en el mismo plano, que deben ser tenidas en cuenta por el oncólogo radioterápico. La dosimetría de precisión en RIO con MC permite evaluar en detalle los efectos de heterogeneidades tales como protecciones o "air gaps" y acercar la planificación en esta modalidad a los estándares de la radioterapia externa.

### DOC-40 DOSIMETRÍA EN RADIOTERAPIA HOLOCRAANEAL CON PROTECCIÓN DE HIPOCAMPO

**CASTRO NOVAIS, J.; PARDO PÉREZ, E.; COUÑAGO LORENZO, F.; VICENT GRANADO, D.; MOLINA LÓPEZ, M.Y.; RUIZ MAQUEDA, S.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN MADRID

La radioterapia holocraneal con protección de hipocampo permite disminuir las toxicidades neurocognitivas. El objetivo de este trabajo es presentar nuestros resultados dosimétricos de la irradiación holocraneal con protección de hipocampo y estudiar el efecto del seguimiento de mordazas (jaw tracking) y la transmisión de las láminas en la dosis recibida en el hipocampo. Se estudian 16 pacientes tratados con IMRT sliding windows en un acelerador Truebeam STx. Los resultados muestran que la mayor contribución a la dosis del hipocampo es debida a la radiación dispersa (84.9%) y el jaw tracking permite reducir la dosis del hipocampo debida a la transmisión del multiláminas en un 18.6%.

## **DOC-41 EFECTO DE LA MESA DE FIBRA DE CARBONO EN EL PORCENTAJE DE PASO DEL CRITERIO GAMMA DE PLANES DE IMRT Y VMAT**

**PERUCHA ORTEGA, M.; LINARES DOBLADO, R.; MATEO RODRIGUEZ, B.**

HOSPITAL INFANTA LUISA

En este trabajo se expone el método seguido y los resultados obtenidos al incorporar la mesa de tratamiento en las imágenes TC del maniquí Delta4 usadas para el cálculo de planes para control de calidad de tratamientos de IMRT y VMAT empleando el planificador Monaco. Los resultados muestran una mejora en promedio de 5.7% para planes IMRT y un 3% para planes VMAT del porcentaje de puntos que pasan el criterio gamma 2mm/2% local cuando se considera la mesa de tratamiento. No tener en cuenta la influencia de la mesa o el output del acelerador puede alterar el valor gamma, de forma que si nos basamos en este criterio para aceptar un plan sin tener en cuenta estos factores podríamos rechazar planes realmente válidos.

## **DOC-42 ELEMENTOS PRIORITARIOS EN LA SEGURIDAD DEL PACIENTE EN RADIOTERAPIA. UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA BASADA EN ANÁLISIS DEL RIESGO.**

**LÓPEZ TARJUELO, J.; BOUCHÉ BABILONI, A.; MORILLO MACÍAS, V.; GUASP TORTAJADA, M.; MONTENEGRO IGLESIAS, N.; FERRER ALBIACH, C.**

CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN

**OBJETIVO:** Presentamos una revisión bibliográfica de análisis de riesgo en radioterapia. **MATERIAL Y MÉTODO:** Revisamos una serie de referencias que realizarán un análisis de riesgo que incluyeran como mínimo una estimación de la probabilidad de ocurrencia de un suceso que pudiera provocar una exposición indebida y de la gravedad causada por dicha exposición en caso de que se produjera. Se extrajo el primer cuartil de los elementos de riesgo en cuanto a su prioridad y se establecieron grupos de elementos de riesgo de acuerdo con el procedimiento radioterápico habitual. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:** Se identificaron un total de 22 referencias bibliográficas. El tipo de análisis más utilizado fue el análisis de modos de fallo y efectos (FMEA). 13 grupos aparecen en 4 referencias o más y 5 grupos aparecen en 6 trabajos o más. Estos últimos son el error humano en la programación de varios sistemas en radioterapia (que aparece en 10 referencias), errores en el contorno de los volúmenes de interés tras la simulación (en 8), errores en el posicionamiento en la unidad de tratamiento (en 8), errores por cargar otro plan u otro conjunto de imágenes para la elaboración o la ejecución de un tratamiento (en 7), y el cometer errores en el proceso de planificación (en 6). Entre los elementos con mayor riesgo se sitúan los que dependen de acciones humanas, que deberían automatizarse en la medida de lo posible o someterse a una revisión por un par al menos. **CONCLUSIÓN:** Son elementos prioritarios en la seguridad del paciente en radioterapia, y deben por tanto someterse a revisión, la programación humana de un sistema de radioterapia, la etapa del contorno tras la simulación, el posicionamiento en la unidad de tratamiento, la utilización del plan y de las imágenes correspondientes al tratamiento, y el procedimiento de planificación.

## **DOC-43 ESTABLECIMIENTO DE UN CRITERIO CUANTITATIVO PARA LA EVALUACIÓN GAMMA**

**GARCÍA REPISO, S.; GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; CONS PÉREZ, N.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; GARCÍA LEDESMA, J.; DíEZ GALLEGO, M.A.; DE SENA ESPINEL, E.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA

La función gamma se ha convertido en una herramienta indispensable para el análisis de distribuciones de dosis en controles de calidad de tratamientos de radioterapia. El criterio de paso depende de muchos factores: resolución, gamma local o global, distribución de dosis 2D o 3D, normalización empleada por el detector, así como del criterio gamma elegido (diferencia de dosis, DTA (Distance To Agreement) y umbral de dosis). En este trabajo se pretende implantar un criterio cuantitativo para la evaluación del índice gamma en nuestro centro, estableciendo una fase previa de análisis cualitativo. Se evalúan para ello 444 planes de tratamiento de RapidArc (VMAT, Volumetric Modulated Arc Therapy) irradiados sobre el array de detectores MatrixX y se comparan con los planos de dosis extraídos del sistema de planificación Eclipse. Se evalúan tanto de forma cuantitativa (mediante el porcentaje de puntos que cumplen las condiciones de la función gamma 2D), como cualitativa (mediante inspección visual de la distribución gamma 2D). La tasa de paso se establece en un 98% para un criterio gamma global de 3% de diferencia de dosis y 3 mm de DTA, con un umbral del 10%. Se establece este valor numérico como umbral de paso para el criterio gamma mencionado.

## **DOC-44 ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES DE MONITOR EN PACIENTES EN TRATAMIENTO HIPOFRACCIONADO DE IMRT DE PRÓSTATA**

**JIMÉNEZ ALBERICIO, F.J.; FONT GÓMEZ, J.A.; GANDÍA MARTÍNEZ, A.; MENGUAL GIL, M.A.; ANDRÉS REDONDO, M.M.**

S<sup>o</sup> DE FÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO "MIGUEL SERVET", ZARAGOZA

A finales de 2013 se comenzaron a realizar en nuestro centro tratamientos hipofraccionados de próstata con IMRT según el esquema de fraccionamiento de 20 sesiones de 3 Gy en un acelerador Elekta Synergy BM. Pronto se encontró una sistemática para la planificación de estos tratamientos, pero se hacía necesario un criterio de referencia para establecer si el número de unidades de monitor (claramente distinto al calculado en el caso de tratamientos de radioterapia externa 3D conformada) entraba dentro de lo esperable. El objetivo de este trabajo es, a partir de los datos de los pacientes tratados durante un año, encontrar unas cotas para las unidades de monitor de cada campo en función de la dosis administrada por haz, y de la profundidad radiológica a la que se encuentra el punto de cálculo. Se ha analizado la distribución de unidades de monitor calculadas con el sistema de planificación de

tratamientos de radioterapia Mónica para los tratamientos hipofraccionados de IMRT de próstata. Se han encontrado unas funciones que acotan las distribuciones de unidades de monitor por dosis en función de la profundidad radiológica del punto de cálculo para cada haz del tratamiento.

#### **DOC-45 EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE UN ÍNDICE DE CONFORMIDAD EN LOS TRATAMIENTOS ESTEREOTÁCTICOS (SBRT) DE LOCALIZACIÓN TORÁCICA.**

**PUÉRTOLAS HERNÁNDEZ, J.R.; IRIONDO IGERABIDE, U.; LOZANO FLORES, F.J.; PINO LEÓN, C.; LARRETxea ETXARRI, R.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DONOSTIA

El índice de conformidad nos indica cuánto volumen está cubierto por una dosis, y cuanto no lo está. Es más relevante en los casos para los que es importante ajustar las isodosis al volumen a tratar: la radiocirugía y la radioterapia estereotáctica. Analizamos las dificultades a la hora de determinar un índice de conformidad para los tratamientos SBRT de tórax y presentamos los valores que obtenemos en algunos de nuestros casos. También vemos cómo cambia este valor al variar el margen dado al PTV por los efectos de penumbra. Los múltiples índices de conformidad definidos en la bibliografía, o las indeterminaciones en algunos de sus parámetros, así como su dependencia de múltiples factores, y las particularidades de los tratamientos en tórax, dificultan su uso de forma estandarizada.

#### **DOC-46 MEDIDA DE DOSIS FETAL CON DISTINTOS DETECTORES PREVIA A LA DECISION CLÍNICA SOBRE LA VIABILIDAD DEL TRATAMIENTO CON RADIOTERAPIA**

**LINARES DOBLADO, R.; PERUCHA ORTEGA, M.; MARTÍN NAVARRO, C. D.**

SERVICIO DE RADIOFÍSICA. HOSPITAL INFANTA LUISA

El tratamiento con radioterapia de pacientes embarazadas, por no presentarse con mucha frecuencia, representa un reto en cuanto a tiempo de reacción, implicación de diferentes departamentos y estimación lo más precisa posible, a priori, de niveles de dosis muy bajos (dosis periférica, DP). La estimación de esta DP recibida por el feto se convierte en uno de los principales factores a tener en cuenta para determinar la viabilidad o no del tratamiento. Una dificultad añadida en su evaluación es la elección de un detector y un procedimiento de medida adecuados, dado el diferente espectro del haz a distancias alejadas del blanco. Este trabajo presenta las estimaciones previas al tratamiento realizadas en nuestro servicio, empleando diferentes detectores y cálculos.

#### **DOC-47 OBJETIVOS E INDICADORES CLAVE EN UN SERVICIO DE FÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA SEGÚN EL SISTEMA DE CALIDAD ISO 9001:2008**

**JIMÉNEZ ALBERICIO, F.J.; FONT GÓMEZ, J.A.; GANDÍA MARTÍNEZ, A.; ANDRÉS REDONDO, M.M.; MENGUAL GIL, M.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO

El servicio de Física y Protección Radiológica del Hospital Universitario "Miguel Servet", de acuerdo con la política de mejora continua de la calidad del Departamento de Sanidad Bienestar Social y Familia, y siguiendo la norma ISO 9001:2008, desarrolla su trabajo según un mapa de procesos. En cada uno de estos procesos se establecen una serie de indicadores clave para evaluar la calidad de los procesos llevados a cabo y de los productos que en ellos se generan. Tras la evaluación de los indicadores clave se establecen objetivos que supongan una mejora en los procesos y productos. Los objetivos deben ir acompañados de unas "acciones de mejora", de un "seguimiento", y de una "evaluación final". En este trabajo se detallan los indicadores clave del proceso de Dosimetría Clínica, así como los objetivos de 2015 y las acciones de mejora propuestas del servicio de Física y Protección Radiológica del Hospital Universitario "Miguel Servet".

#### **DOC-48 TIPIFICACIÓN DE LAS INCIDENCIAS EN UN SERVICIO DE FÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA SEGÚN EL SISTEMA DE CALIDAD ISO 9001:2008**

**JIMÉNEZ ALBERICIO, F.J.; FONT GÓMEZ, J.A.; GANDÍA MARTÍNEZ, A.; MENGUAL GIL, M.A.; ANDRÉS REDONDO, M.M.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO

El servicio de Física y Protección Radiológica del Hospital Universitario "Miguel Servet", de acuerdo con la política de mejora continua de la calidad del Departamento de Sanidad Bienestar Social y Familia, y siguiendo la norma ISO 9001:2008, realiza el registro y seguimiento de las incidencias que aparecen en el proceso de Dosimetría Clínica, certificado en el año 2012. Se han analizado las incidencias registradas en el durante el año 2014. Sobre ellas se ha elaborado una tabla en la que indica la forma de solucionar la incidencia y se estima el tiempo empleado. Esta tabla, junto con el registro de incidencias, sirve para detectar qué subprocesos requieren con más urgencia acciones correctoras y estimar el coste para los recursos del Servicio producido por las incidencias si se gestionan correctamente.

#### **DOC-49 APLICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE HISTOGRAMAS DOSIS-VOLUMEN Y PARÁMETROS RADIOBIOLÓGICOS PARA EL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN MONACO**

**CLEMENTE GUTIÉRREZ, F.; PÉREZ VARA, C.**

HOSPITAL CENTRAL DE LA DEFENSA

La evaluación tradicional de un tratamiento de radioterapia suele realizarse a través de parámetros dosis-volumen, obtenidos a partir de la información derivada de los histogramas dosis-volumen (DVHs). Cada vez más,



tales parámetros son complementados con índices radiobiológicos. El presente estudio recoge la elaboración e implementación de una herramienta para la lectura, extracción y análisis de parámetros dosis-volumen, e índices radiobiológicos (EUD, TCP y NTCP) a partir de los datos exportados por el sistema de planificación Monaco. El software consiste en una aplicación desarrollada en Visual Basic para Aplicaciones (VBA) (Microsoft) integrada en el entorno Excel. Esta aplicación procesa los DVHs exportados por Monaco, si bien puede adaptarse a cualquier TPS modificando algunas líneas de su código. La herramienta permite configurar plantillas para la extracción de los parámetros dosis-volumen en cualquier formato y para cualquiera de las estructuras contenidas en el DVH analizado. Adicionalmente, permite la obtención de la dosis equivalente uniforme (EUD), la probabilidad de control tumoral (TCP) y la probabilidad de complicación en tejido sano (NTCP), según distintos modelos. La EUD se puede obtener siguiendo el modelo de Niemierko. La TCP puede determinarse a partir del modelo de Poisson, del sigmoidal y, a partir de la EUD siguiendo el esquema de Niemierko. Este último se encuentra igualmente contemplado en la determinación de la NTCO, además del clásico esquema de Lyman-Kutcher-Burman. Los resultados obtenidos son compatibles con otras aplicaciones similares. La principal ventaja que presenta la aplicación descrita es su sencilla implementación, mantenimiento y modificación, pues es ejecutada en un entorno ampliamente extendido como es MS Excel. Al ser de código abierto, es fácilmente modificable por cualquier usuario para adaptarla a las particularidades de cada TPS, así como ampliar los modelos y parámetros involucrados en cada uno de ellos. La herramienta desarrollada permite implementar criterios radiobiológicos al proceso de evaluación clínica de tratamientos.

## **DOC-50 APLICACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA TÉCNICA VMAT EN LA IRRADIACIÓN CRANEOESPINAL DE UN PACIENTE PEDIÁTRICO**

**MARTÍNEZ-LUNA, R.J.; MARTÍNEZ COBO, R.; ROLDÁN ARJONA, J.M.; BENÍTEZ VILLEGAS, M.; ORDÓÑEZ MÁRQUEZ, J.; MIÑANO HERRERO, J.A.**

*SERVICIO DE FÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO REINA SOFÍA, CÓRDOBA*

El objetivo de este trabajo es presentar la adaptación en nuestro centro de la técnica VMAT en tratamientos de irradiación craneoespinal en pacientes pediátricos. Se emplea el algoritmo basado en Monte Carlo de Monaco v3.20.02, para los tratamientos de VMAT con haces de fotones de energía 6 MeV en el acelerador Elekta Synergy. Son necesarios tres isocentros para abarcar las zonas craneal, dorsal y lumbar del PTV, en los que solo varía la coordenada longitudinal. En todas las regiones son necesarios dos arcos y cada arco tiene un giro de colimador de 90° para abarcar la mayor longitud posible de PTV; esto hace posible crear zonas de superposición entre arcos contiguos. Para el control de calidad se usa la matriz cilíndrica de detectores de diodo ArcCHECK, junto con el software SNC Patient v 6.5.2 para adquirir y analizar los mapas de dosis generados al irradiar el ArcCHECK. Los buenos resultados de cobertura al PTV y homogeneidad son lo esperado de la técnica VMAT. Los valores de dosis media de todas las estructuras, excepto tiroides, son coherentes con los datos publicados ya que están dentro de los rangos de dosis media que existen en la literatura. Para comparar los mapas de dosis medidos con el ArcCHECK se emplea el índice gamma con criterio de tolerancia de 3 mm y 3% de dosis absoluta. El porcentaje de puntos que cumple el criterio de aceptación es del 99%. Desviaciones longitudinales de +/- 3mm y +/- 6mm en el isocentro dorsal suponen dosis máximas tolerables. La principal ventaja de usar la técnica VMAT en la IC es la gestión automática del problema de divergencia de haces a través de la planificación inversa. No obstante, sigue siendo fundamental verificar la homogeneidad en las zonas de superposición.

## **DOC-51 BENEFICIOS POR COMPENSACIONES DE LAS INTERRUPCIONES EN EL TRATAMIENTO RADIOTERÁPICO.**

**SEGURO FERNÁNDEZ, A.; GARCÍA-MARCOS, R.; JIMÉNEZ GONZÁLEZ, J.M.; DE LA CASA DE JULIÁN, M.A.; SAMPER OTS, P.; DE LAS PEÑAS CABRERA, M.D.; AMAYA ESCOBAR, E.; HERNÁNDEZ MIGUEL, M.**

*HOSPITAL REY JUAN CARLOS*

**Aims and purposes** The aim of this work is to formalize the procedures to follow in case of interruption (scheduled or unscheduled) of radiotherapy treatments, analyze their impact on tumor control and evaluate their possible compensation following unified criteria. **Material and methods** The rapidly growing tumors are affected by interruptions. Therefore, three categories (1, 2 and 3) of patients are proposed, depending on the type of disease, according to the need to manage these interruptions. When a scheduled stop or inevitable occurs and it is not possible to transfer patients to another machine, the alternatives are: 1. Keep the total treatment time (TTT), the total dose and dose per fraction 2. Keep the TTT, increasing the dose per fraction 3. Accept the extent of TTT administering extra sessions. Will be mandatory when physician prescribes the treatment dose, start and end date, and the compensatory measures that will initially be made (category 1 and 2) and 3 habitually not be necessary to compensate. During treatment, technicians, nurses and physicists will be responsible for making its findings on different days, which would reduce the chances of forgetting some cases. In the report at end of treatment should appear if there have been interruptions during this and whether compensatory measures have been taken. **Conclusions** At present, has now been launched this protocol in our center, and is conducting a study that is evaluating the compensation for disruption is a good technique to minimize loss of tumor control in many of the diseases treated.

## DOC-52 CÁLCULO DEL MARGEN DEL PTV USANDO UN SISTEMA DE IGR T PARA TRATAMIENTOS DE PRÓSTATA. ANÁLISIS DEL MARGEN DE LOS GÁNGLIOS PÉLVICOS.

DE LA VARA OLIVAS, V. (1); BERENGUER SERRANO, R. (1); NÚÑEZ QUINTANILLA, A. (1); RIVERA JIMÉNEZ, M. (1); GUTIÉRREZ PÉREZ, M. (1); SABATER MARTÍ, S. (1); VILLAS SÁNCHEZ, V. (1); NAVARRO IBARRA, C. (2)

(1) SERVICIO DE RADIOTERAPIA CHU ALBACETE; (2) THE ROYAL SURREY COUNTY HOSPITAL GUILDFORD UK

**Objetivo** El objetivo de este estudio consistió en la obtención del margen del PTV para tratamientos de IMRT de próstata. El segundo objetivo fue calcular el margen de los ganglios pélvicos ya que nuestro protocolo consiste en una corrección diaria basada en 4 marcadores implantados en la próstata. Material y Método 24 pacientes se enrolaron en este estudio y con ellos se realizaron 1177 pares de imágenes estereoscópicas. A 17 pacientes se les implantó 4 semillas de oro en la próstata y fueron englobados en nuestro protocolo diario: 1º) registro óseo. 2º) registro de marcadores implantados antes del tratamiento. 3º) tratamiento de IMRT. 4º) registro de marcadores implantados después del tratamiento para evaluar el movimiento intrafracción de la próstata y del paciente conjuntamente. Los 7 pacientes restantes sin semillas implantadas siguieron otro protocolo empleando sólo registro óseo antes y después del tratamiento, lo cual nos permitió evaluar el movimiento intrafracción del paciente sólo (no de la próstata). Resultados Siguiendo nuestro protocolo (corrección diaria con marcadores), el margen del PTV es de 3.1 mm, 3.4 mm y 4.9 mm en las direcciones lateral, longitudinal y vertical y estos valores sólo dependen de la incertidumbre del movimiento intrafracción próstata+paciente. Para calcular el margen de los ganglios pélvicos se incluyó la incertidumbre del movimiento relativo entre la estructura ósea y los marcadores fiduciales y la incertidumbre del movimiento intrafracción del paciente sólo. De esta manera el margen de los ganglios es de 2.4 mm 7.7 mm y 6.3 mm. Conclusiones Nuestro protocolo permite reducir el margen del PTV de próstata. Sin embargo, el movimiento relativo observado entre marcadores y la estructura ósea en algunos pacientes obliga a mantener un importante margen para los ganglios. Por otro lado, es importante distinguir entre movimiento intrafracción próstata+paciente y movimiento intrafracción sólo paciente y emplear este para calcular el margen de los ganglios. De otro modo, este margen estaría sobreestimado.

## DOC-54 COMPARACIÓN DE LA DOSIS INTEGRAL RECIBIDA EN TRATAMIENTOS DE PRÓSTATA CON IMRT FRENTE A TRATAMIENTOS CON TOMOTERAPIA HELICOIDAL

MARTÍNEZ ORTEGA, J.; CASTRO TEJERO, P.

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA

**INTRODUCCIÓN:** La relación entre dosis integral e inducción de tumores secundarios es motivo de controversia en la literatura científica. En este trabajo se compara la dosis integral recibida por 10 pacientes sometidos a tratamiento radioterápico de próstata con la técnica IMRT dinámica frente a tomoterapia helicoidal. **MATERIAL Y MÉTODOS:** Se ha seleccionado una muestra de 10 pacientes en los que se ha tratado la próstata con IMRT dinámica de 7 campos (en 9 de ellos) y 9 campos en uno de ellos, todos con energía de 6 MV en un acelerador Varian Clinac 21EX (Varian Medical Systems, Palo Alto, EEUU), con una prescripción de 76 Gy al 95 % del volumen del PTV. Dichos planes fueron elaborados con el sistema de planificación XiO 4.70.00 (Elekta Ltd, Crawley, Reino Unido) utilizando el algoritmo de superposición. Los mismos pacientes se planificaron para tomoterapia helicoidal con el planificador Tomotherapy versión 4.2.3 (Accuray, Sunnyvale, EEUU), con la misma prescripción y las mismas restricciones a órganos de riesgo. La dosis integral se puede aproximar como el producto del volumen por la dosis media si se asume que todo el cuerpo tiene la misma densidad que el agua. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:** Los resultados muestran que la dosis integral recibida con el tratamiento de tomoterapia helicoidal es un 18 % mayor en todo el paciente, llegando al 20 % en volumen del paciente excluyendo el PTV. **CONCLUSIONES:** Se aprecia un aumento estadísticamente significativo de la dosis integral en tratamientos de tomoterapia helicoidal.

## DOC-55 CONVERSIÓN DE HISTOGRAMAS DOSIS-VOLUMEN MEDIANTE FORMALISMO LINEAL-CUADRÁTICO. DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA.

ORELLANA SALAS, A.; MELGAR PÉREZ, J.M.; JIMÉNEZ DOMINGUEZ, M.; ARROCHA ACEVEDO, F.

H. PUNTA DE EUROPA

Se ha desarrollado una hoja de cálculo para la evaluación de histogramas dosis - volumen incorporando dos métodos alternativos de conversión a dosis biológica equivalente. Esta conversión ayudará en la toma de decisiones clínicas en situaciones en las que la información sobre los valores de tolerancia para los órganos de riesgo y reacción no sea inequívoca, en particular, en tratamientos en los que haya modificación del fraccionamiento estándar. Esta transformación de los HDV se realiza mediante los métodos propuestos en Task Group 166 (2012) y por Pizarro et al. (2014), tratando de disponer de la conversión más adecuada en función de si las relaciones dosis - volumen de tolerancia para un órgano de riesgo /reacción hayan sido obtenidas o previamente convertidas a fraccionamiento estándar de 2 Gy o no. Como resultado del uso de la hoja de cálculo se obtiene los HDV representados conjuntamente en una misma gráfica, en la que se puede determinar si se cumplen las relaciones dosis-volumen existentes valorando la mejor aplicación de éstas en función de las características de irradiación, fraccionamiento y parámetros radiobiológicos. La aplicación de estas transformaciones de HDV así como del uso de relaciones dosis - volumen de tolerancia debería valorar las limitaciones e incertidumbres existentes en la toma de decisiones clínicas: limitaciones en el modelo predictivo, incertidumbres asociadas en los parámetros radiobiológicos involucrados en la transformación de los HDV, el uso de terapias combinadas que incrementarían la severidad de las reacciones a OR, características particulares de cada paciente como enfermedades anteriores de OR implicados en el tratamiento, etc.

## DOC-56 CRITERIOS QUANTEC APLICADOS AL TRATAMIENTO DE LA PATOLOGÍA PROSTÁTICA MEDIANTE ARCOTERAPIA VOLUMÉTRICA MODULADA (VMAT)

CLEMENTE GUTIÉRREZ, F.; PÉREZ VARA, C.; CLAVO HERRANZ, M.

HOSPITAL CENTRAL DE LA DEFENSA

El escalado de dosis permite mejorar el control de la enfermedad prostática. Tal situación conlleva un aumento de la toxicidad, por lo que la aplicación de técnicas altamente conformadas, como la IMRT, se hace necesaria en este tipo de tratamientos. Las características radiobiológicas del tejido prostático acercan los esquemas hipofraccionados al tratamiento de dicha patología. La VMAT permite administrar tratamientos de IMRT con un claro impacto en la reducción en los tiempos de tratamiento. El presente estudio evalúa la calidad dosimétrica de los tratamientos de próstata en nuestra institución, administrados mediante la técnica VMAT, en base al cumplimiento de las recomendaciones QUANTEC para órganos de riesgo. Se distinguieron tres grupos de pacientes, según la estadificación de la enfermedad prostática: alto, intermedio y bajo riesgo. A ellos se añadieron los pacientes con recidiva bioquímica tras prostatectomía. En los tres primeros grupos se empleó un esquema de hipofraccionamiento moderado (28 fracciones, 2.5 Gy/fr). Los volúmenes tras prostatectomía son irradiados a 74 Gy con fraccionamiento convencional. Las tolerancias de QUANTEC deben modificarse adecuadamente en el caso del esquema hipofraccionado. Para ello, se emplea el modelo lineal cuadrático. Se analizaron los límites establecidos en tales recomendaciones para recto, vejiga y cabezas femorales para una muestra de 40 pacientes, 10 de cada uno de los grupos establecidos anteriormente. Los criterios fueron cumplidos con amplio margen. La mínima diferencia se observó para el caso de la dosis máxima en cabeza femoral derecha (alto riesgo), siendo la dosis máxima promedio un 7.6 % inferior al límite establecido en 50 Gy. El amplio margen mostrado en el cumplimiento de los criterios para la muestra estudiada, permite argumentar la baja toxicidad observada en nuestro centro en los pacientes tratados con la técnica VMAT en conjunción con técnicas de IGRT diaria, a lo largo de los últimos 4 años.

## DOC-57 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA LISTA DE VERIFICACIÓN EN TRATAMIENTOS DE RADIOTERAPIA INTRAOPERATORIA CON ELECTRONES CON TRANSPORTE

BONAQUE ALANDÍ, J. (1); LÓPEZ TARJUELO, J. (1); TOBARRA LUJÁN, B. (2); TARAZONA LÓPEZ, E. (3); BOUCHÉ BABILONI, A. (4); SANTOS SERRA, A. (1); MORILLO MACÍAS, V. (4); FERRER ALBIACH, C. (4)

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. FUNDACIÓN HOSPITAL PROVINCIAL DE CASTELLÓN; (2) SERVICIO DE ENFERMERÍA QUIRÓFANO. CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN; (3) SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA. CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN; (4) SERVICIO DE ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA. CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN

Se crearon cinco listas de verificación de un tratamiento de Radioterapia Intraoperatoria con Electrones (IOERT) correspondientes a cada una de las áreas de especialización que participan en el tratamiento (Radiofísica, Radio-Quirúrgico-Anestésico, Enfermería Radioterápica, Enfermería quirúrgica y Técnicos de Radioterapia). Se determinó que la mejor forma de interconectarlas temporalmente sea la ubicación del paciente en cada momento. Por ello el procedimiento se dividió en tres secciones principales, correspondientes a los tres espacios físicos donde se encuentra el paciente a lo largo del tratamiento en nuestro centro. La primera es el tratamiento quirúrgico en el quirófano, la segunda el transporte entre el quirófano y el búnker del acelerador, y por último el tratamiento de radioterapia en el búnker. En cada una de estas secciones se especifican diversos bloques, estipulando en el final de cada uno de ellos un tiempo establecido para verificar los pasos de la lista. La verificación se optimiza cuando el número de bloques y tiempos muertos es mínimo. Se dedicaron alrededor de 90 horas-persona para su elaboración. Las listas de verificación ayudan en el control del procedimiento, refuerzan la seguridad de sus diferentes etapas y por tanto se muestran, tanto individualmente como en conjunto, como una herramienta de seguridad de gran valor en el aseguramiento de la calidad del tratamiento.

## DOC-58 DOS MÉTODOS DE RADIOTERAPIA PARA PEQUEÑOS ANIMALES

RODRÍGUEZ, M. (1); RODRÍGUEZ, I. (1); AZCONA, J.D. (2); GARASA, S. (1); ZUBIRÍA, A. (2); MELERO, I. (1); BARBÉS, B. (2)

(1) CIMA. UNIVERSIDAD DE NAVARRA; (2) CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA

Se proponen dos métodos para la administración de altas dosis de radiación a animales de tamaño reducido (ratones), adaptando técnicas que se emplean rutinariamente en un servicio de oncología radioterápica: la braquiterapia de alta tasa con dispositivo de carga diferida, y la irradiación externa con fotones de 6MV procedentes de un acelerador lineal (linac) empleando colimadores circulares de reducido tamaño. Ambos son aplicables al tratamiento de tumores cercanos a la epidermis, y tienen como objetivo alcanzar altas dosis de radiación reduciendo al máximo las dosis en tejidos sanos circundantes. Se empleó la técnica de braquiterapia con 60 ratones, y la de radioterapia externa con otros 120 ratones. Se comparan los resultados dosimétricos de las dos técnicas.

## DOC-59 DOSIMETRÍA EN VIVO PARA TRATAMIENTOS DE TBI CON PELÍCULAS RADIOCRÓMICAS

GRACIA OCHOA, M.; LOZARES CORDERO, S.; OLASOLO ALONSO, J.; GALLARDO RODRÍGUEZ, N.; MARTÍN ALBINA, M.L.; BRAGADO ÁLVAREZ, L.; MAÑERU CÁMARA, F.; MIQUÉLEZ ALONSO, S.; RUBIO ARRÓNIZ, A.; PELLEJERO PELLEJERO, S.

COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA

La irradiación corporal total (TBI) es una técnica especial que requiere de equipamiento para controlar "in vivo" la dosis que recibe el paciente por tratarse de una técnica compleja realizada en condiciones extraordinarias. En este trabajo se evalúa la posibilidad de realizar estas medidas con películas radiocrómicas EBT3 debidamente calibradas y se detalla el método empleado. Éste ha sido comparado con el sistema de diodos PTW para TBI que se

emplea en estos tratamientos habitualmente en nuestro centro. Tras la adquisición del TC del paciente se determinan los diferentes espesores de las zonas relevantes del cuerpo (cabeza, cuello, pecho con y sin brazos, zona ombligo, rodillas y tobillos). Para cada uno de dichos espesores se mide la tasa de dosis (cGy/UM) en maniquí de RW3 en condiciones TBI con cámara de ionización en el centro. Se realiza la calibración de la película según las recomendaciones del fabricante pero en condiciones TBI. La dosis en el centro de cada espesor se compara con una interpolación lineal de la dosis a la entrada y a la salida medida tanto con los diodos como con las películas, resultando una aproximación adecuada. Finalmente en cada sesión se coloca un trozo de película (5x5 cm<sup>2</sup>) a la entrada y otro a la salida de cada zona anatómica seleccionada junto a los diodos. A partir de la lectura de estas medidas se obtiene la dosis estimada en el centro por ambos procedimientos. Los resultados muestran coherencia entre las dosis estimadas por los dos métodos, y se observa la ventaja de las películas en algunas zonas donde la excesiva dependencia posicional del diodo puede llevar a lecturas erróneas. Esta técnica facilita un cálculo adecuado de la dosis recibida por el paciente, y por tanto podría ser empleada en ausencia de otros métodos o de forma complementaria.

## **DOC-60 ESTUDIO DE LA COINCIDENCIA DE HEMICAMPOS CON UN ALGORITMO TIPO CONO COLAPSADO**

**MONTES URUÉN, A.; MARTINEZ ORTEGA, J.; ISPIZUA LINAZASORO, C.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO

En algunos tratamientos radioterápicos, en los que se precisa unir hemicampos de radiación, la incertidumbre que se produce en el cálculo de la dosis absorbida en la dirección transversal a la unión de campos, presenta una zona de incertidumbre correspondiente a la unión de dichos hemicampos. Un ejemplo clínico ocurre, por ejemplo, en el caso del tratamiento del cáncer de mama con afectación ganglionar. Aunque el algoritmo de cono colapsado presenta buena precisión de cálculo frente a otros algoritmos, como pueden ser el algoritmo AAA o el de pencil beam, no siempre se consigue eliminar esta zona de incertidumbre. El objetivo de este trabajo es, dada una distribución de dosis absorbida, buscar los parámetros óptimos de resolución y de posicionamiento de la rejilla de cálculo que minimizan la incertidumbre en la zona de la unión de campos con un algoritmo de cono colapsado. Se utilizó el planificador Raystation v.4.5.1. El acelerador modelado en el planificador es un Varian Clinac 21-EX y se simulan la irradiación de dos hemicampos de 20cmx10cm, con energía 6MV, estando hemibloqueados en la dirección Y. Se analizaron los datos y se compararon con el perfil teórico utilizando dos variables de entrada distintas, a saber, resolución de la matriz de cálculo y la posición del origen de la rejilla. Se observa que para todas las combinaciones de resolución y de posición de la rejilla de cálculo la diferencia de dosis absorbida respecto del perfil plano que sería esperable teóricamente no sobrepasa el 1%, mostrando independencia con la posición inicial de la rejilla de cálculo. En conclusión, se comprueba que existe una buena coincidencia con el perfil teórico, además, se puede recomendar el uso de una matriz de cálculo de 0,2 cm dado que no sobrepasa el 1% sin comprometer la velocidad de cálculo.

## **DOC-62 ESTUDIO DOSIMÉTRICO PARA LA IRRADIACIÓN DE HEMODERIVADOS UTILIZANDO COMO MATERIAL DISPERSANTE PMMA EN LUGAR DE AGUA.**

**FABREGAT BORRÁS, R.; RABA DíEZ, J.I.; VAZQUEZ RODRIGUEZ, J.A.; MENDIGUREN SANTIAGO, M.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO MARQUÉS DE VALDECILLA

Se realiza un estudio dosimétrico con el fin de agilizar el proceso de irradiación de hemoderivados utilizados posteriormente en transfusiones de pacientes inmunodeprimidos. Para ello se pretende sustituir el montaje utilizado en el servicio de radioterapia del HUMV desde hace muchos años en el que los fluidos a irradiar (contenidos en bolsas) eran sumergidos en agua, por un nuevo montaje en el que se evita la inmersión de dichas bolsas. Se realizan medidas con maniqués de PMMA para estudiar la posible deficiencia de dosis debido a la falta de dispersante lateral y a la existencia de espacios de aire intercalados entre las bolsas. Se han encontrado variaciones de un -10% y de un -2 % respectivamente respecto a las condiciones ideales de irradiación. De forma consistente se obtienen desviaciones máximas de dosis de -9% entre la zona central y las zonas periféricas en medidas realizadas sobre un paquete conteniendo fluidos reales. De acuerdo con la guía BJH[1] el objetivo que se pretende conseguir es que cualquier punto del fluido a irradiar reciba una dosis mínima de 25 Gy, sin que se supere en ningún punto los 50 Gy. Se acepta por tanto que el montaje diseñado cumple los requisitos dosimétricos necesarios.

## **DOC-64 EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA NORMALIZACIÓN EN EL ANÁLISIS GAMMA**

**GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; GARCÍA REPISO, S.; CONS PÉREZ, N.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; MARTÍN RINCÓN, C., GARCÍA LEDESMA, J.; DíEZ GALLEGO, M.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA

Es habitual realizar el control de calidad específico de los planes de tratamiento mediante análisis de la función gamma. El criterio de paso depende de muchos factores: resolución, gamma local o global, distribución de dosis 2D o 3D, normalización empleada por el detector, así como del criterio gamma elegido (diferencia de dosis, DTA (Distance To Agreement) y umbral de dosis). En este trabajo se pretende evaluar la influencia de la normalización en la función gamma. Es muy importante conocer las características del dispositivo de medida y las opciones de normalizado que presenta, puesto que existen diferencias significativas en el cálculo gamma entre los distintos tipos de normalización. MatriXX permite normalizar asignando al máximo de la distribución de dosis el 100%, o haciendo una calibración absoluta de dosis. Se han evaluado 222 planes de tratamiento y la media de la tasa de paso gamma ha aumentado de 94.08 ±6.90 para la normalización al máximo a 95.65 ±4.05 para la normalización absoluta.

## **DOC-65 EVALUACIÓN DEL CONJUNTO ARC-CHECK – 3DVH PARA LA VERIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS A TRAVÉS DE LA COMPARACIÓN DE HISTOGRAMAS DOSIS – VOLUMEN**

**ROCH GONZALEZ, M.; GINER SALA, M.; PEREZ GONZALEZ, L.; GARCIA DE VICENTE, F.**

H.U. LA PRINCESA

Objetivo: Evaluar los resultados de la verificación pretratamiento basada en histogramas dosis volumen (HDV) de la técnica VMAT, para una serie de pacientes con tratamientos en distintas localizaciones empleando el software de cálculo y reconstrucción volumétrica de dosis 3DVH. Material y métodos: La evaluación de los resultados del software 3DVH se ha realizado mediante un estudio retrospectivo de 134 pacientes con distintas patologías tumorales. Los pacientes se trataron con la técnica VMAT en un acelerador lineal CLINAC 2300iX. La planificación se realizó en Eclipse v11.0 utilizando AAA 11.0 y PRO 3 como algoritmos de cálculo y optimización. Los tratamientos se verificaron con el dispositivo ArcCheck, que consta de un array de 1386 diodos en disposición helicoidal. El software 3DVH utiliza el conjunto de parámetros medidos por el ArcCheck y genera una distribución de dosis de alta resolución. Se compara la distribución volumétrica de dosis generada por el software 3DVH sobre el TC del paciente con la dosis calculada por el planificador mediante la valoración de puntos concretos del HDV, correspondientes a los puntos del histograma de interés clínico para cada patología. Resultados: La diferencia entre la dosis calculada por el 3DVH y la del planificador es inferior a un 2% en valores medios tanto del PTV como de los órganos de riesgo de todas las localizaciones y para todos los parámetros de interés clínico excepto en los máximos. En los máximos de dosis se encuentra una mayor discrepancia, con una desviación máxima de 4.8%. Conclusiones: El software 3DVH reproduce de forma precisa los valores del HDV calculados por el planificador pero presenta desviaciones mayores en valores como los máximos donde tanto el cálculo como la metrología son complicados. La combinación del dispositivo ArcCheck y del software 3DVH resulta un método eficiente para la verificación de tratamiento a través de la comparación de HDV.

## **DOC-66 EXPERIENCIA DE COMPENSACIÓN DE DOSIS EN UNA PARADA PROGRAMADA DE UN SERVICIO DE RADIOTERAPIA**

**CASTRO RAMIREZ, I. J.; QUIÑONES RODRIGUEZ, L. A.; UREÑA LLINARES, A.; MORA MELENDEZ, R.; IBORRA OQUENDO, M. A.; ANGULO PAIN, E.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DEL MAR

Experiencia de compensación de dosis en una parada programada de un servicio de Radioterapia Para ciertos tipos de tumores, como los de células escamosas de cabeza y cuello, cérvix y pulmón es conocida la importancia de la duración de los esquemas fraccionados de radioterapia; de modo que la probabilidad de curación disminuye si se prolonga el tiempo total de tratamiento[1]. En este sentido, se hace indispensable evitar las demoras e interrupciones de los tratamientos y, en el caso en que esto no sea posible, adoptar las medidas oportunas para compensar el efecto adverso que estas incidencias puedan producir. En el caso de que las interrupciones sean programadas, los esquemas de tratamiento pueden ser corregidos para conseguir que no aumente el tiempo total de tratamiento y mantener así el control local de la enfermedad. Describimos aquí el procedimiento utilizado en nuestro hospital para contemplar la interrupción de los tratamientos en una parada programada de dos aceleradores lineales de electrones durante 5 y 8 días, respectivamente, además de la existencia de días festivos antes de dicha parada. A la vista del calendario de tratamiento de cada paciente utilizamos dos métodos para corregir la interrupción:

- Mantener el tiempo total y aumentar la dosis por fracción{2}
- Mantener el tiempo total y la dosis por fracción (sesiones múltiples algunos días del tratamiento)

No existe consenso sobre cómo corregir los efectos de la interrupción para cada tipo de tumor. Sin embargo, existen estudios que se basan en modelos radiobiológicos, como el lineal cuadrático, que permiten comparar los diferentes fraccionamientos para un mismo tratamiento. En esta experiencia clínica con pacientes reales que han sufrido una interrupción programada hemos analizado individualmente y con antelación los esquemas de tratamiento de cada paciente, poniendo especial énfasis en algunas patologías.

## **DOC-67 EXPERIENCIA INICIAL CON UN SISTEMA COMERCIAL PARA VERIFICACIONES INDEPENDIENTES DE PLANES DE IMRT: INFLUENCIA DE LOS CRITERIOS GAMMA SEGÚN LOCALIZACIONES.**

**CANO-HERRANZ, A.; JIMÉNEZ-PUERTAS, S.; HERMIDA-LÓPEZ, M.**

HOSPITAL UNIVERSITARI VALL D'HEBRON

Presentamos los resultados de un estudio sobre el módulo Mobius3D contenido en el sistema Mobius3D/FX (Mobius Medical Systems, LP). Este módulo calcula de manera independiente los planes de tratamiento y muestra una comparación (respecto al sistema de planificación) del índice gamma global y de cada estructura delimitada, así como el histograma dosis-volumen de las estructuras y la cobertura de los PTVs. Mobius3D propone por defecto un criterio gamma 5%/3 mm. Hemos planteado restringir este criterio para converger con el 3%/3 mm que habitualmente se emplea en IMRT y hemos analizado los resultados para 83 planes de IMRT de cuatro localizaciones distintas. Con el criterio 5%/3 mm el porcentaje de cumplimiento del índice gamma global fue superior al 95% para los 83 planes. En la comparación gamma de las estructuras se obtuvo también un cumplimiento > 95% en todos los planes excepto en uno. Al restringir el criterio gamma a 3%/3 mm obtuvimos que, en localizaciones de próstata y cabeza y cuello, se mantuvo > 95% (tanto global como por estructura). Sin embargo, en planes ginecológicos el cumplimiento del gamma global fue < 95% para algunos de los planes calculados con 3%/3 mm. En ginecológicos y pelvis, además, hay varias estructuras que tienen un cumplimiento inferior a 95% para 3%/3 mm y 4%/3 mm.

## DOC-70 NTCP EN TRATAMIENTOS HIPOFRACCIONADOS DE PRÓSTATA DE ALTO RIESGO: VARIABILIDAD ENTRE DOS MODELOS

CLEMENTE GUTIÉRREZ, F.; PÉREZ VARA, C.

HOSPITAL CENTRAL DE LA DEFENSA

La calidad de un tratamiento radioterápico es juzgada tradicionalmente en base a parámetros dosis-volumen, aunque tales parámetros deben ser complementados con índices radiobiológicos. Existen diversos modelos para la obtención de los mismos, que pueden presentar variabilidades en función de la elección de parámetros aplicados a cada paradigma de cálculo. El presente estudio recoge los valores para la probabilidad de complicación en tejido sano (NTCP), obtenida a partir de dos modelos, así como la variabilidad entre los mismos, para tratamientos hipofraccionados de próstata de alto riesgo. Los tratamientos de próstata de alto riesgo fueron administrados empleando una técnica de boost integrado simultáneo (SIB), mediante arcoterapia volumétrica modulada (VMAT). Se siguió un esquema de hipofraccionamiento moderado, administrando 70 Gy en 28 sesiones a la próstata. El fraccionamiento, adicionalmente, es de 56 Gy (2 Gy/fr) en vesículas seminales y de 50.4 Gy (1.8 Gy/fr) en ganglios pélvicos. Se analizaron 25 pacientes tratados con esta técnica. Se emplean dos modelos en la determinación de NTCP: Lyman-Kutcher-Burman y Niemierko, este último basado en la dosis equivalente uniforme (EUD). Dichos modelos se aplicaron a recto, vejiga y cabezas femorales, tomándolos valores de los distintos parámetros del trabajo de Burman et al. La diferencia más notable entre ambos modelos se observa en el caso del recto (inferior al 3%, en promedio), mientras que en el resto de los órganos de riesgo analizados, éstas se encuentran por debajo del 0.1%, en promedio. Existe una amplia variabilidad de parámetros y de modelos, de tal manera que la elección de los mismos influye drásticamente en el resultado final del cálculo para NTCP. Los resultados obtenidos son compatibles con modelos de NTCP para órganos de riesgo en tratamientos de próstata publicados previamente. Las discrepancias entre ambos modelos son, como se ha visto, pequeñas.

## DOC-72 A COMPARISON BETWEEN VOLUMETRIC MODULATED ARC THERAPY AND CONVENTIONAL RADIOTHERAPY IN PAROTID GLAND PLANNING

MARTÍNEZ COBO, R. (1); MARTÍNEZ LUNA, R. J. (1); OTERO ROMERO, A. (2); ROLDÁN ARJONA, J.M. (1)

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO REINA SOFÍA DE CÓRDOBA; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA VICTORIA DE MÁLAGA

Para un mismo grupo de cinco pacientes, con tumor en la glándula parótida, se realizan dos planificaciones de radioterapia diferentes. La primera, con un planificador 3D convencional, con tres campos conformados con multiláminas y cálculo collapsed cone. La segunda, con un planificador con técnica VMAT y cálculo Monte Carlo. Aun con prescripciones diferentes cada paciente, los resultados se han normalizado a la dosis prescrita en cada caso. Se comparan los resultados de los dos planificadores en lo que a cobertura de los dos PTV a tratar (D98%, D95%, D2%) y la dosis promedio en la glándula parótida sana se refiere. En ambos casos, el cálculo Monte Carlo mejora los resultados obtenidos por el planificador 3D convencional.

## DOC-73 ANÁLISIS DOSIMÉTRICO DE TRATAMIENTOS COMPLEJOS DE ORL PLANIFICADOS CON RADIOTERAPIA DE INTENSIDAD MODULADA (IMRT) VS CONFORMACIONAL

JIMÉNEZ DOMÍNGUEZ, M.; ORELLANA SALAS, A.; MELGAR PÉREZ, J.

HOSPITAL PUNTA DE EUROPA

**OBJETIVOS:** Comparar la eficacia de los tratamientos de radioterapia de intensidad modulada dinámica en casos de tumores de cabeza y cuello complejos, en cuanto a cobertura de PTV y reducción de dosis en tejido sano, frente a los tratamientos de radioterapia 3D. **MATERIAL/MÉTODOS:** Se han considerado 9 casos de ORL complejos planificados en dos fases de 50 y 70 Gy, respectivamente, constituidos por tumores de supraglotis e hipofaringes, donde la médula se encuentra rodeada por los volúmenes a tratar en las dos fases de la planificación. Para el tratamiento en 3DCRT se empleó el TPS PCRT v6.0, combinando varios haces de 6MV en incidencia lateral, oblicuo-posterior y postero-anterior. Se utilizaron cuñas y MLC's para mejorar la homogeneidad de la distribución. La Planificación en IMRT se diseñó con Eclipse V.8.9. con técnica de optimización inversa y segmentación "sliding window", y siempre formada por 9 haces de 6MV, espaciados 40° y comenzando en 0°. Se evaluó: Dmedia y máxima en Médula, Dmedia y V25 en parótidas, Índice de conformación e Índice de Homogeneidad para el tumor y D5, D95, D2 y D98. **RESULTADOS/DISCUSIÓN:** los resultados se resumen en dos tablas anexas en la plantilla. **CONCLUSIONES:** La técnica de IMRT ofrece una mejor conformación del volumen blanco en todos los pacientes analizados, ya que el índice IC está más próximo al valor 1. En el caso más desfavorable podemos encontrar entre una y otra técnica una diferencia de hasta el 10%. También se observa una marcada disminución de dosis a órganos sanos. Respecto a la homogeneidad de la dosis prescrita, se observan diferencias con una y otra técnica, que son más notables si la comparación se lleva a cabo con el índice IH propuesto en el ICRU 83. En cualquier caso, la distribución de la dosis alrededor del volumen blanco es menos homogénea para la 3D convencional, apareciendo mayor número de puntos calientes.

## DOC-74 ANÁLISIS DOSIMÉTRICO DEL CTV POR LA INCERTIDUMBRE EN EL POSICIONAMIENTO PACIENTE

MARTÍNEZ VALDIVIA, J.; RODRÍGUEZ LÓPEZ, B.; SINTES GARRIGA, M.; ARIÑO GIL, A.; ROMERO SILLERO, F.

HOSPITAL UNIVERSITARIO SON ESPASES

En este estudio se pretende evaluar en cuanto afecta un error de posicionamiento sistemático en la colocación del paciente, sobre la mesa del acelerador, en los márgenes dados al CTV/GTV para contorneo del PTV. Se analizan

tres muestras de datos, una de 5pacientes con cáncer de próstata en la cual la técnica dosimétrica es una 3D-CRT, otra de 5 pacientes con cáncer de pulmón en la cual la técnica dosimétrica es una 3D-CRT y otra de 4 con cáncer de cabeza y cuello (ORL) realizados con IMRT. Se puede observar que para errores en el posicionamiento de 5 mm el margen es aceptable, ya que las coberturas del CTV/GTV no disminuyen en exceso. Para errores de posicionamiento de 10 mm sí se observan cambios importantes, aun así, se tratan de errores de posicionamiento muy grandes e improbables, por lo tanto no es recomendable ampliar el margen del PTV, ya que conllevaría una más alta dosis a órganos de riesgo.

## **DOC-75 ANGIOGRAFÍA Y ANGIORESONANCIA, NUEVAS HERRAMIENTAS PARA LA PLANIFICACIÓN DE RADIOCIRUGÍA DE MAV**

**MANZANO MARTINEZ, F. (1); NUÑO RODRIGUEZ, C. (2); RIOS POZO, B. (2); ROMANCE GARCIA, A. (3); GONGORA ARIZA, F. (4); VELASCO ROMAN, J. (4)**

(1) SERVICIO DE PROTECCION RADIOLOGICA Y FISICA MEDICA VITHAS XANIT INTERNACIONAL; (2) INSTITUTO ONCOLOGICO VITHAS XANIT INTERNACIONAL; (3) NEURORADIOLOGIA INTERVENCIONISTA; (4) CLINICA XANIT LIMONAR

La precisión en los tratamientos con Radiocirugía, depende de la precisión de todos y cada uno de los pasos que componen la cadena de tratamiento. La precisión del equipo de tratamiento así como la de los sistemas de fijación han sido largamente tratada lo largo de la historia y para el proceso de contorno del área de tratamiento se dispone de herramientas cada vez más útiles como los métodos de fusión multimodal (TAC, RM, PET) automáticos. Una de las complicaciones más comunes en el contorno de malformaciones arteriovenosas es la dificultad de definir con certeza los volúmenes, tanto por la complicada definición de su forma, como por su localización en imágenes radiográficas de simulación, algunas altamente artefactadas como el TAC cerebral de pacientes previamente embolizados. Este trabajo sugiere un método para la utilización de las imágenes de angiografía o angioresonancia nuclear no ya como un sistema de referencia visual sino como un sistema vivo en el planificador de radioterapia, que permita contornear circuitos arteriales y venosos utilizando las herramientas del sistema, así como, a la vez ser capaz de presentar visualmente el movimiento del acelerador y laminas sobre la reconstrucción tridimensional del mapa venoso y arterial. El método requiere de Angiógrafo digital, un equipo de resonancia magnética de alto campo y sistemas de referencia trasladables para la verificación de los procedimientos utilizados. El resultado final son imágenes fusionadas en el planificador que permiten tanto aloncólogo radioterápico como al neurorradiólogo definir exactamente la zona de tratamiento y en ultimo termino alcanzar a ver la superficie de dosis ablativa sobre el mapa cerebral arterial y venoso, como si de una cirugía o de una embolización guiada se tratase.

## **DOC-76 FORZADO DE LOS NÚMEROS TC Y SU INFLUENCIA EN LA DISTRIBUCIÓN DE DOSIS EN UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE RADIOTERAPIA EXTERNA**

**TATO DE LAS CUEVAS, F.; HERNÁNDEZ-ARMAS, J.; DOMINGO FERNÁNDEZ, P.I.**

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE CANARIAS

Se han comparado la dosis calculada en 38 puntos del volumen blanco en un paciente con prótesis metálica tratado con Radoterapia Externa (RE) convencional para tres casos; 1) Forzando las DER de las estructuras artefactadas a los valores reales (caso considerado como cálculo más preciso), 2) forzando la DER de todo el cuerpo a  $DER=1$  y 3) sin forzar la DER. Se han obtenido unas diferencias de dosis entre el caso 1 y 2 de un 1,2 % y entre el 1 y el 3 de un 0,7 %. Se concluye que de no realizar un forzado selectivo de estructuras es más recomendable el no forzar la densidad electrónica que el realizarlo en todo el volumen.

## **DOC-77 IMPACTO DOSIMÉTRICO DE LA VARIACIÓN DE LA TABLA DE CONVERSIÓN DE UNIDADES HOUNSFIELD A DENSIDAD ELECTRÓNICA EN LA SIMULACIÓN POR EL MÉTODO DE MONTE CARLO DE UN TRATAMIENTO DE RADIOTERAPIA**

**JIMÉNEZ ALBERICIO, F.J. (1); PUIMEDÓN SANTOLARIA, J.M. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO "MIGUEL SERVET"; (2) FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Se ha analizado el impacto en la dosimetría clínica calculada por el método de Monte Carlo de la variación de la tabla de conversión de números Hounsfield a densidad electrónica. Se han llevado a cabo variaciones sobre la función de conversión que permite obtener las densidades electrónicas a partir de las unidades Hounsfield (UH). A continuación se han llevado a cabo simulaciones Monte Carlo sobre dos maniqués geométricos virtuales formados por elementos regulares de varios materiales (agua, aire, pulmón, hueso). Si las características del equipo de tomografía computarizada utilizado como simulador en radioterapia se mantienen dentro de las tolerancias recomendadas el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico, las variaciones en la dosimetría clínica se mantienen dentro del 2%.

## **DOC-78 IMPACTO DOSIMÉTRICO DE LA VARIACIÓN DE LOS MATERIALES ASIGNADOS EN LA SIMULACIÓN POR EL MÉTODO DE MONTE CARLO DE UN TRATAMIENTO DE RADIOTERAPIA**

**JIMÉNEZ ALBERICIO, F.J. (1); PUIMEDÓN SANTOLARIA, J.M. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO "MIGUEL SERVET"; (2) FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

La simulación de tratamientos de radioterapia externa por el método de Monte Carlo tiene una singularidad respecto a otros métodos de cálculo, y es que a cada vóxel no sólo le corresponde una densidad electrónica, sino que además tiene asignado un material. La asignación se hace en función de la densidad electrónica de cada vóxel y no es biunívoca, sino que a una misma densidad electrónica le pueden corresponder varios materiales de diferente

composición. De modo que la asignación no es fija y existen diferentes posibilidades. En este trabajo estudiamos la repercusión en la dosimetría que puede llegar a tener la asignación de materiales.

### **DOC-80 IMPACTO DOSIMÉTRICO DEL ALGORITMO ACUROS XB EN LOS TRATAMIENTOS DE CÁNCER DE PULMÓN USANDO RAPIDARC**

**NÚÑEZ MARTÍNEZ, L.M.R.; SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J.; CAUDEPÓN MORENO, F.; PIZARRO TRIGO, F.; MORILLAS RUIZ, J.; PALOMO LLINARES, R.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BURGOS

La aparición del algoritmo Acuros XB (AXB), basado en una solución determinista a la ecuación de transporte lineal de Boltzmann, y con resultados equiparables a los algoritmos de MonteCarlo para fotones, permite afinar los cálculos realizados en localizaciones con una fuerte presencia de heterogeneidades. El pulmón es la localización por excelencia que reúne estas condiciones. El presente trabajo trata de analizar los resultados obtenidos con este algoritmo y con un algoritmo "tradicional" basado en la superposición-convolución. Con objeto de ilustrar las diferencias entre ambos algoritmos en el cálculo de dosis ante heterogeneidades en función del tamaño de campo se ha llevado a cabo un estudio en maniqués virtuales. Como resultado se ha obtenido que el algoritmo de convolución-superposición (AAA) presenta diferencias en el PDD frente al AXB de un 10% para campos de 1cmx1cm y de un 5% para campos de 3cmx3cm. Esta diferencia en campos pequeños es fundamental en cálculos de VMAT donde entran en juego múltiples campos de bajo tamaño. Posteriormente se han realizado planificaciones en pacientes reales de pulmón mediante el algoritmo Progressive Resolution Optimizer (PRO) y se han realizado los cálculos con ambos algoritmos. Se han analizado los resultados en base al V5 y V20 para la suma de ambos pulmones y la Dosis Media y D98 para el PTV. Los resultados presentan diferencias mayores al 2% que es superior a lo establecido y recomendado por el Task Group 65 de la AAPM. Como conclusión se recomienda el uso de algoritmos de cálculo preciso en heterogeneidades como el AXB para planificaciones de tratamientos de intensidad modulada (VMAT) en zonas con alta heterogeneidad como pueden ser los pulmones.

### **DOC-81 IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE RADIOTERAPIA HOLOCRAEAL CON PROTECCIÓN DE HIPOCAMPO**

**DORADO RODRÍGUEZ, P.; FERNÁNDEZ FORNOS, L.; ESPOSITO, R.D.; PLANES MESEGUER, D.; MIRANDA LABAJOS, S.**

SERVICIO DE RADIOTERAPIA ONCOLÓGICA. HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE ELCHE – ERESA

La lesión en las células madre localizadas en el hipocampo durante la radioterapia holocraneal puede jugar un importante papel en la disminución de la memoria, por lo que la preservación del hipocampo en estos tratamientos puede retrasar o reducir la frecuencia y severidad del deterioro cognitivo de los pacientes así tratados. Se presentan los datos preliminares derivados de la implementación de la técnica de irradiación holocraneal con protección de hipocampo (hippocampal sparing whole brain radiotherapy, HS-WBRT) en nuestro centro. Los resultados obtenidos para la primera serie de once pacientes tratados son comparables con los resultados publicados, ajustándose a las recomendaciones de la guía RTOG 0933.

### **DOC-82 IMRT EN LA CLÍNICA ONCOSUR DE GRANADA. ESTADÍSTICA DE 5 AÑOS**

**ARREGUI CASTILLO, G. (1); BARBOSA CHAVES, A. (2); ÁLVAREZ MATEOS, D. (3)**

(1) ONCOSUR GRANADA-CÓRDOBA; (2) ONCOSUR CÓRDOBA; (3) ONCOJEREZ-RADON

Introducción: El tratamiento con IMRT nos proporciona una dosimetría conveniente en aquellas localizaciones con órganos de riesgo muy cercanos o dentro del PTV. Desde abril de 2010 se han tratado en nuestro servicio más de 500 pacientes con técnicas de IMRT (Step and Shoot, VMAT), de los que se ha registrado una serie de parámetros tales como tipo de técnica, patologías, dosis impartida, tiempo de tratamiento, cobertura y resultados del control de calidad, entre otros. Objetivo: Presentación de la estadística de parámetros clínicos y dosimétricos para 500 pacientes tratados con técnica de IMRT en nuestra clínica de Granada Método: Las dosimetrías clínicas de los pacientes tratados con IMRT en la clínica Oncosur de Granada han sido calculadas con un planificador Mónico de Elekta. Para cada dosimetría se han recogido los siguientes parámetros: patología, técnica (S&S, VMAT), nº de lesiones por isocentro, dosis a los PTVs, nº de fracciones, dosis máxima por sesión, tiempo de tratamiento por sesión, V100, D98, D2, D50, D95, IH (índice de homogeneidad), Dmedia, IC (índice de conformidad), energía, nº de campos, nº de segmentos, UMs, grados de giro (VMAT), UM/grado, rejilla de cálculo, varianza MC, parámetros de segmentación y resultados del control de calidad con maniqué Delta4 de Scanditronix, gx,y (porcentaje en la que la función gamma es menor de uno para unos límites de porcentaje de dosis y de distancia a la dosis dados) Resultados: Se muestran las gráficas para distintos parámetros. Conclusión: Los tratamientos con IMRT pueden ser aplicados a varias patologías con diferentes fraccionamientos. La exigencia en cuanto a cobertura del PTV y exclusión de los órganos de riesgo se adapta en cada caso al mejor resultado posible.

### **DOC-83 INFLUENCIA DEL FILTRO DE RECONSTRUCCIÓN EN LOS NÚMEROS HOUNSFIELD DE UN EQUIPO DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA PARA RADIOTERAPIA**

**ROLDÁN ARJONA, J.M.; MIÑANO HERRERO, J.A.; MARTÍNEZ LUNA, R.J.; MARTÍNEZ COBO, R.**

HOSPITAL U. REINA SOFÍA

Análisis de la influencia de tres de los filtros de reconstrucción, de un equipo de tomografía computarizada, en la curva de conversión de unidades Hounsfield a densidad electrónica relativa y su repercusión en el cálculo de dosis



en medios heterogéneos. Equipo de CT Toshiba Aquilion LB. Filtros de reconstrucción analizados: FC03, FC10 y FC25. Planificador Oncentra MasterPlan V4.1 SP3 Maniquí para medida de las curvas de unidades Hounsfield a densidad electrónica relativa (CTtoED): CIRS 062. Conclusión: el filtro que mejor se adapta a la curva CTtoED es el FC10. Los valores obtenidos para este filtro quedan dentro de tolerancia en todo el rango de densidades definidas en la curva utilizada por MasterPlan. Los filtros FC03 y FC25 se desvían de la curva de MasterPlan y dan valores de RED fuera de tolerancia para materiales de densidad superior a la de "dense bone" del maniquí utilizado para la medida. Las tolerancias utilizadas en el estudio son las descritas en el Booklet no. 7 de ESTRO

## **DOC-84 INFLUENCIA DEL USO DE TAC ULTRALENTO Y TAC 4D EN TRATAMIENTOS DE SBRT DE PULMÓN CON VMAT**

**MATA COLODRO, J.F.; SERNA BERNA, A.; PUCHADES PUCHADES, V.; RAMOS AMORES, D.; GÓMEZ APARICIO, M.A.; JIMÉNEZ MARTÍNEZ, A.; MENÁRGUEZ LÓPEZ, E.; MATEOS GIMÉNEZ, J.**

HOSPITAL SANTA LUCIA

El uso del TAC 4D (4DCT) para la delimitación del Volumen Interno de Planificación (ITV), es una herramienta que permite disminuir, de forma segura, los márgenes necesarios para tener en cuenta el movimiento asociado a la respiración en los tratamientos con Radioterapia Extereaotóxica Fraccionada (SBRT) de pulmón. En el presente trabajo se presenta una comparación dosimétrica entre los resultados obtenidos en la planificación sobre un TAC ultralento y el cálculo de este plan sobre los TACs que componen el 4DCT. Se seleccionaron 7 planes de tratamiento con un movimiento apreciable del Volumen Tumor Macroscópico (GTV). La técnica de tratamiento fue Arco Terapia Volumétrica Modulada (VMAT). Los planes consistieron en dos o cuatro arcos parciales con isocentrosituado en el centro geométrico del ITV y giro de colimador de 30° y 330°. Para ello se recalculó el plan de tratamiento original (PT) en los 8 estudios que integran el 4DCT, generando 8 planes (P4D). En cada uno de estos planes un radioterapeuta contorneo el GTV, analizándose los histogramas promedio de los P4D. Los resultados obtenidos muestran que la dosis que cubre el 98% y 99% del volumen de ITV (para planes PT) y de GTV (para planes P4D) es generalmente menor en los planes P4D. La heterogeneidad dosimétrica y el uso del TAC ultralento para planificación, pueden explicar esta discrepancia.

## **DOC-85 INTENSIDAD MODULADA PARA LA IRRADIACIÓN TOTAL DE LA MAMA\_COMPARACIÓN DE 4 TÉCNICAS DE PLANIFICACIÓN**

**SINTES GARRIGA, M.; MARÍ PALACIOS, A.; RODRÍGUEZ LÓPEZ, B.; MARTÍNEZ VALDIVIA, J.; FONT GELABERT, J.C.**

HOSPITAL UNIVERSITARI SON ESPASES

La irradiación total de la mama, es uno de los tratamientos más frecuentes en los servicios de radioterapia, consumiendo una gran cantidad de recursos humanos y materiales. Además de la terapia convencional con 3DCRT, actualmente en los servicios de radioterapia, se dispone de una amplia variedad de técnicas para abordar la irradiación de la mama: VMAT, IMRT inversa e IMRT directa. Si bien, no se ha impuesto ninguna de ellas como "gold standard" bien definido en la literatura. El objetivo de este trabajo es realizar una comparación de estas técnicas tanto desde el punto de vista dosimétrico, como de los recursos humanos y materiales. Las técnicas tangenciales ofrecen una buena cobertura del PTV y baja toxicidad, con un riesgo menor de cáncer radioinducido, además de consumir menos recursos humanos y materiales, con respecto a las no-tangenciales. Por lo que a priori parten con ventaja para imponerse como "gold standard", reservando el uso de la VMAT y IMRT inversa para casos más complejos como mamas muy grandes, mamas con supra o boost, donde se necesite un gran capacidad de conformación. La 3DCRT es ligeramente superior a la IMRT directa, desde el punto de vista dosimétrico, pero no en el tiempo de planificación. Después de este estudio previo, con una pequeña muestra de pacientes, se hace necesario aumentar la muestra, para llegar a resultados más concluyentes.

## **DOC-86 IS STEREOTACTIC ABLATIVE RADIOTHERAPY A SAFE TREATMENT FOR INOPERABLE PATIENTS WITH MALIGNANT LUNG NODULES?**

**VEIRAS, M.; FANDIÑO, J.M.; DÍAZ, I.; SOTO, M.; CANDAL, A.; IZQUIERDO, P.; TRIANA, G.; GESTO, C.; PONCET, M.L.; FERNÁNDEZ, C.; LOSADA, C.; MARIÑO, A.**

FUNDACIÓN CENTRO ONCOLÓGICO DE GALICIA

**PURPOSE:** Treatment for lung nodules is mainly surgical but many patients are rejected for surgery because of age, concurrent pathologies or lung function. Stereotactic ablative radiotherapy (SABR) has emerged as a treatment option for early stage non-small cell lung cancer (NSCLC) and metastasis in patients unfit for surgery. The purpose of this review is to evaluate toxicity after SABR. **MATERIAL AND METHODS:** - Between august 2012 and january 2015, 34 patients (36 CTV) previously rejected for surgery, were treated with SABR to a total dose of 60Gy in 3, 5 or 8 fractions, depending on tumor size and location. - 32 lung cancer, 2 metastasis. - Malignant histology: 18; 18FDG PET positive: 11, suggestive CT scan: 5 - SABR technique: No external rigid immobilization (arm and knee support); no active motion management or respiratory gating; CBCT before and after each SABR fraction; RapidArcTM; 2-3 fractions/week; dose prescribed to 80-90 isodose (95% PTV covered if possible). - CTV between 1.2- 125 cm3 (media 22.75 cm3) - Patients typically had post-treatment follow-up visits and CT scans every 4-5 months after SABR. - Toxicity (CTCAE v4.03) were retrospectively scored. **RESULTS:** - 32 patients with a median follow-up of 7 months (range 28-1 months). - 2 patients died before follow up (1 esophageal perforation scored as grade 5 toxicity and 1 no tumor-related death). - No other > grade 2 toxicity recorded. 2 patients grade 2 atelectasis, 2 patients grade 2 cough and 1 patient grade 2 pneumonitis. - Local control docu-

mented in 26 patients (81.25%). 4 patients do not have CT scan performed yet. CONCLUSIONS: Risk-adapted SABR schedule is feasible for treating malignant lung nodules in patients not suitable for surgery. Early experience suggests that toxicity is low and local control is good. Longer follow-up will help to define local control, survival and cause of death.

### DOC-88 MEDIDA DE LA ATENUACIÓN DEL HAZ PRODUCIDA POR LA MESA PARA RADIOTERAPIA ESTEREOTÁXICA DE BRAINLAB

NAVARRO GUIRADO, F. (1); FERRERIRA TAPIA, A. (2); MORENO SÁIZ, C. (1); GARCÍA PAREJA, S. (1); CASADO VILLALÓN, F.J. (1); BODINEAU GIL, C. (1)

(1) H.R.U. MÁLAGA; (2) UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

En el presente documento se muestran los resultados de la medida de la atenuación producida por la mesa para radioterapia estereotáxica del fabricante BrainLAB para haces que inciden a través de sus distintos componentes. Además se validan los cálculos para los mismos realizados por el sistema de planificación iPlan del mismo fabricante. El refuerzo central en la dirección del eje longitudinal de la plancha para pacientes de BrainLAB, cuando se eligen incidencias con giro de gantry con valores comprendidos entre 170° y 190°, puede provocar atenuaciones sobre el haz con valores del orden del 11%. Esta atenuación no la tiene en cuenta el planificador iPlan al no incluir el refuerzo central en la región de cálculo.

### DOC-89 NUEVO INDICADOR PARA LA COMPARACIÓN ENTRE DOSIMETRÍAS DE SBRT

AGRAMUNT CHALER, S.; ROMERA MARTÍNEZ, I.; JURADO BRUGGEMAN, D.; MUÑOZ MONTPLET, C.;

ICO-GIRONA

En tratamientos de SBRT en pulmón se suele exigir que la distancia entre el PTV y la isodosis del 50% de la prescripción sea siempre inferior a 2 cm. Se propone en este trabajo un nuevo indicador que estime dicha distancia y permita su comparación entre dosimetrías. Se estimó el indicador en 37 pacientes de nuestro servicio obteniendo distancias en promedio de 1.7 cm (rango entre 1.1 y 2.5 cm). Se estableció un volumen mínimo de referencia para el PTV (65 cc) a partir del cual es probable que se superen los 2 cm de distancia isodosis 50% - PTV y, por lo tanto, se debería reconsiderar la técnica dosimétrica.

### DOC-90 OPTIMIZACIÓN BIOLÓGICA Y CONTROL DE CALIDAD DOSIMÉTRICO EN TRATAMIENTOS DE CÁNCER DE PRÓSTATA CON VMAT

FERRER GRACIA, C.; MAS MUÑOZ, I.; CORREDOIRA SILVA, E.; HUERGA CABRERIZO, C.; HUERTAS MARTÍNEZ, C.; KOREN FERNÁNDEZ, C.; SÁNCHEZ MUÑOZ, F.; SERRADA HIERRO, A.

H.U. LA PAZ

En este trabajo se describe la experiencia en nuestro centro en el tratamiento de tumores de próstata con VMAT, utilizando el sistema planificador de tratamientos Monaco de Elekta (Elekta, Inc, Stockholm, Suecia), basado en optimización biológica y cálculo Monte Carlo (MC). Se describe el proceso y se presentan los resultados del control de calidad de la planificación. Estos tumores se trataban en nuestro centro previamente con la técnica de Radioterapia conformada 3D (RTC3D), de ahí la necesidad de realizar un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos, comprobándose una clara relación dosis respuesta independiente del grupo de riesgo (con factores estándar) y un beneficio significativo en disminución de la morbilidad a largo plazo, sobre todo rectal, en tratamientos de VMAT respecto a la RTC3D.

### DOC-91 PARAMETROS DOSIS-VOLUMEN ACUMULADOS EN ORGANOS CRITICOS EN SEGUNDOS TRATAMIENTOS TRAS RECAIDA O SEGUNDOS TUMORES

BARTRES SALIDO, A. (1); CRISPIN CONTRERAS, V. (1); GONZALEZ PEREZ, V. (1); DE LOS DOLORES ALEMANY, V. (1); CAMPOS SANMARTIN, V. (1); GUARDINO DE LA FLOR, C. (1); DIEZ DOMINGO, S. (2); SANTOS SIERRA, A. (3); BONAQUE ALANDI, J. (3)

(1) FUNDACION IVO. VALENCIA; (2) HOSPITAL CLINICO. VALENCIA; (3) CONSORCIO HOSPITAL PROVINCIAL CASTELLON

Objetivo: Evaluar la dosis absorbida acumulada después de irradiación nuevamente de tumores de cabeza y cuello, pulmón, linfoma y sarcoma. Material y métodos: Se incluyen cuatro pacientes con diferente tumor y localización. Han recibido tratamiento previo con intención curativa. La distribución de dosis acumulada se calcula usando registro rígido de los volúmenes de irradiación previo y posterior. Los pacientes se trataron con SBRT, IMRT y Braquiterapia según el caso. La planificación dosimétrica se realizó con Xio (versión 4.64.00, Elekta, Stockholm, Sweden). Las distribuciones se calcularon usando el algoritmo de superposición-convolución. La planificación se realiza con TC. Se hicieron tres escaneros TC y con tomografía de haz cónico de megavoltaje si el caso lo requiera. Dos de los pacientes considerados recibieron el tratamiento inicial en otro centro. Todas las distribuciones de dosis se convirtieron a dosis equivalente biológica de 2 Gy por fracción. Resultados: El V20  $\geq$  25% para el pulmón. La dosis acumulada en arteria, corazón, paquete intestinal y mandíbula menor o igual a 70 Gy3. El esófago menor o igual a 100 Gy3. Ningún grado de toxicidad superior a grado 3 o 5. Conclusión: La obtención de los parámetros dosis-volumen acumulados de los órganos críticos en diferentes TC requiere un sistema de registro caso de volver a irradiar nuevamente en el mismo sitio o en las proximidades. Si el registro utilizado es rígido puede conducir a resultados no satisfactorios. Sin embargo, métodos basados en registro deformable pueden presentar también inexactitudes anatómicas sobre todo más significativas en la región del PTV primario. Sin embargo, para la valoración de la toxicidad ambos métodos pueden ser útiles ya que las inexactitudes en los órganos de riesgo pueden

ser menos acusadas. Por otra parte, mientras no dispongamos de sistemas de registro deformable suficientemente validados, el registro rígido es una herramienta imprescindible en estos casos.

## **DOC-92 PLANIFICACIÓN DE IMRT DE MAMA CON ÁREAS**

**LOZANO FLORES, FRANCISCO J.; PUÉRTOLAS HERNANDEZ, J.R.; IRIONDO IGUERABIDE, U.; PINO LEÓN, C.; LARRETxea ETXARRI, R.**

*H.U. DONOSTIA*

La puesta en marcha de los tratamientos de IMRT para mama, hizo necesario la creación de un procedimiento para planificar de manera rápida y segura este tipo de tratamientos. La metodología inicial, hacía que se generaran segmentos "disparados al aire". Esto resulta peligroso, e imponía que se tuvieran que eliminar a mano. La utilización de un volumen auxiliar de planificación junto con una condición que no parece tener mucho sentido (condición espúrea), impuesta en el módulo de optimización, da como resultado un plan de tratamiento con segmentos que no resultan peligrosos en cuanto a la dependencia con el posicionamiento exacto del paciente.

## **DOC-93 PLANIFICACIÓN DOSIMÉTRICA DE ESÓFAGO CERVICAL EN RADIOTERAPIA CONFORMADA 3D: A PROPOSITO DE UN CASO**

**ROMERO SILLERO, F.; JIMÉNEZ JIMÉNEZ, E.; ROMERO PÉREZ, J.; SINTES GARRIGA, M.; MARTÍNEZ VALDIVIA, J.; RODRÍGUEZ LÓPEZ, B.**

*HOSPITAL UNIVERSITARI SON ESPASES*

En este trabajo se describe un caso en concreto de planificación dosimétrica conformada 3D de esófago cervical que responde al lema de "divide y vencerás". Al ser el PTV tan largo y cruzar zonas anatómicas de muy diferente espesor se propone dividirlo en 3 partes pero definiendo un solo isocentro y dos uniones de campo. Esto permite emplear diferente número de haces, angulaciones, energías y fluencias para cada parte en que se ha dividido el PTV, de modo que se consigue una conformación aceptable de la dosis prescrita al volumen tumoral, respetando al mismo tiempo las restricciones de dosis de los órganos de riesgo.

## **DOC-95 VÍAS CLÍNICAS EN ARIA 11: DEL PAPEL AL SOPORTE DIGITAL.**

**FERRANDO SÁNCHEZ, A.; CABELLO MURILLO, E.; PÉREZ-REGADERA, J.F.; DÍAZ FUENTES, R.; FERNÁNDEZ BEDOYA, V.**

*H.U. 12 DE OCTUBRE*

Las enormes posibilidades de acceso, manejo y explotación de datos de los sistemas integrados de información hacen de la informatización de servicios una prioridad en los planes de gestión hospitalaria. Presentamos nuestro diseño, implementación y experiencia con flujos de trabajo dentro del sistema oncológico de información ARIA® como hospital en tránsito del soporte material al medio digital. Las vías clínicas, diagramas de flujo de actividades a realizar siguiendo una línea temporal (a partir de la versión 11 de ARIA®) son una herramienta de gestión que permite controlar el flujo de trabajo de un servicio de radioterapia con la suficiente garantía como para prescindir del tradicional papel en la historia y procedimientos del paciente de forma progresiva y segura. El uso añadido de documentos dinámicos digitales y de elementos electrónicos portátiles en consultas o unidades de tratamiento, constituye el siguiente paso hacia un servicio de radioterapia plenamente informatizado. Una inicial inversión económica, curva de aprendizaje e implicación de la plantilla del servicio y personal dedicado a su desarrollo y control son condiciones necesarias para su logro.

## **IMR-01 ANÁLISIS CON PELÍCULA RADIOCRÓMICA Y MANIQUÍ OCTAVIUS DE LAS RECOMENDACIONES TG-119 PARA ASEGURAR LA CALIDAD DE LA TÉCNICA DE IMRT**

**JIMÉNEZ DOMÍNGUEZ, M.; MELGAR PÉREZ, J.; ORELLANA SALAS, A.**

*HOSPITAL PUNTA DE EUROPA*

**OBJETIVOS:** En este trabajo se comparan los resultados obtenidos en nuestro centro con los del estudio TG119 de la AAPM, a fin de valorar las herramientas disponibles en nuestro Sistema de Planificación (TPS) y la próxima puesta en marcha de esta técnica de IMRT en nuestro centro. **MATERIAL Y METODOS:** El documento TG119 propone la realización de siete tratamientos, cada uno de ellos con sus volúmenes blanco y órganos de riesgo asociados. Se planificaron utilizando Eclipse v.8.9. con técnica de planificación IMRT inversa y segmentación con sliding window, empleando un algoritmo AAA. La unidad de radiación fue un acelerador Varian Clinac 2100C. Los tratamientos se irradiaron sobre el maniquí OCTAVIUS Phantom (PTW) y el detector matricial PTW Seven29 2D-Array. Se colocó también una película radiocrómica EBT2 justo encima del array. Las distribuciones de dosis exportadas se compararon con las imágenes obtenidas tanto de las cámaras como de la película, utilizando el software Verisoft (PTW) y Omnipro. Los resultados se analizaron empleando un criterio gamma 3%-3mm, excluyendo aquellas zonas que recibían una dosis inferior al 10% del máximo. El conjunto Octavius-Matriz se irradió en dos planos perpendiculares. **RESULTADOS y DISCUSIÓN:** En el TG-119 se considera aceptable un tratamiento que cumpla el criterio gamma 3%-3mm en más del 88% de los puntos, y según nuestra experiencia todos los tratamientos irradiados se encuentran dentro de esa tolerancia. Comprobamos que el porcentaje de puntos que cumplen el criterio gamma es mayor cuando la matriz de detectores se coloca verticalmente, debido a que en esta posición es menor el número de haces laterales que inciden sobre el array, siendo éstos los que sufren mayor atenuación. **CONCLUSIONES:** A partir de los resultados que hemos obtenido, afirmamos que nuestros tratamientos cumplen adecuadamente con los criterios de calidad necesarios para la implantación de la técnica de IMRT en nuestro centro.

## IMR-02 ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DEL VALOR DE LA FUNCIÓN GAMMA EN TRATAMIENTOS DE IMRT DE CABEZA Y CUELLO Y PRÓSTATA

UREÑA LLINARES, A.; IBORRA OQUENDO, M.A.; ANGULO PAIN, E.

H.U. PUERTA DEL MAR

Este trabajo compara el valor de la función gamma en función de la variación de los parámetros distancia y dosis en tratamientos de próstata y cabeza y cuello y la correlación existente entre ellos. Para ello se analizan 105 casos de controles de calidad de tratamientos de IMRT step and shot mediante la función gamma 3 mm 3% y 2 mm 2%. La media de la función gamma 3 mm 3% para los controles de calidad de tumores de cabeza y cuello fue del 97,9% mientras que para la gamma 2 mm 2% fue de 92,2%. Respectivamente, para la próstata fue del 99,7% y 97,4%. En ambos casos no podemos establecer una correlación directa entre las funciones gamma ya que pasamos de 102 casos en los que el número de puntos analizados pasa el umbral del 95% para la función gamma 3 mm 3% a 7 casos en los que es menor del 85% para un criterio 2mm 2%. Como conclusión puede establecerse que el uso de la función gamma 2 mm 2% puede ayudarnos a determinar errores con relevancia clínica en la distribución de dosis. Sin embargo, debido a las limitaciones en el modelado del acelerador, a la resolución espacial del detector y al mayor error de la dosis en la aceptación de campos excéntricos por el sistema de planificación podemos obtener resultados desfavorables. Es necesaria una inspección visual de qué zonas presentan dichos fallos para comprobar si tienen relevancia clínica o no. Proponemos pues las medidas a realizar en el caso de que el análisis de la función gamma sea desfavorable mediante el aumento de la resolución espacial en las medidas del control de calidad, el aumento del tamaño de los segmentos y el análisis con el Oncólogo Radioterápico de las zonas que presentan un valor gamma inaceptable.

## IMR-04 ANÁLISIS DEL TIEMPO DE TRATAMIENTO DE PACIENTES DE PRÓSTATA TRATADOS MEDIANTE ARCOTERAPIA VOLUMÉTRICA MODULADA

CLEMENTE GUTIÉRREZ, F.; PÉREZ VARA, C.

HOSPITAL CENTRAL DE LA DEFENSA "GÓMEZ ULLA"

El cáncer de próstata se encuentra entre las patologías malignas más comunes tratadas con radioterapia. Las características de respuesta biológica del tejido prostático lo hacen susceptible a la aplicación de esquemas hipofraccionados y técnicas de boost integrado. Para disminuir la toxicidad, al combinar esta situación con la escalada de dosis, es común aplicar técnicas moduladas a tales tratamientos, lo que redundaría en la extensión de los tiempos de tratamiento. La introducción de la arcoterapia volumétrica modulada (VMAT) conduce a una clara disminución de tales tiempos. El presente estudio analiza los tiempos de tratamiento aplicados a los distintos estadios de la enfermedad prostática. En el peor de los casos, los tratamientos no superan los 8 minutos (alto riesgo), estando entorno a los 3-4 minutos en la mayor parte de ellos. Esta mejora de los tiempos permite introducir técnicas de radioterapia guiada por imagen de forma masiva en la administración de tales tratamientos, lo que supone una clara mejora en la calidad de los mismos.

## IMR-05 APLICACIÓN DEL TG-119 DE LA AAPM AL COMISIONADO DE SISTEMAS DE VERIFICACIÓN 3D PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE TÉCNICAS VOLUMÉTRICAS

CLEMENTE GUTIÉRREZ, F.; PÉREZ VARA, C.

HOSPITAL CENTRAL DE LA DEFENSA "GÓMEZ ULLA"

La arcoterapia volumétrica modulada (VMAT) requiere de técnicas de verificación pre-tratamiento. La implicación que poseen las técnicas habituales de control de calidad individualizado a la hora de predecir errores dosimétricos clínicamente relevantes sobre el paciente no está establecida. Recientemente han surgido sistemas que permiten estimar errores en la administración de dosis a paciente, a partir de cálculos 3D sobre la anatomía del mismo. Este estudio evalúa la aplicación de los conjuntos de estructuras de prueba definidas en el Task Group 119 (TG-119) de la AAPM al comisionado de dos sistemas de verificación 3D, Mobius3D y COMPASS. Mobius3D consiste en un software que proporciona un motor de cálculo de dosis independiente a partir de la información DICOM generada por el sistema de planificación (TPS). COMPASS permite, al igual que Mobius3D, un cálculo redundante de los tratamientos. Además, permite reconstruir la dosis sobre la anatomía del paciente a partir de las medidas tomadas con una matriz bidimensional de cámaras de ionización. El TG-119 sugiere cuatro casos con conjuntos de estructuras de prueba: blancos múltiples cilíndricos, próstata, cabeza y cuello y estructura con forma en "C". Se generaron planes de prueba VMAT aplicados a cada conjunto de estructuras, que se verificaron posteriormente con Mobius3D (M3D) y COMPASS (CC y CR). Las diferencias promedio totales para las dosis calculadas por ambos sistemas y reconstruidas por COMPASS fueron 3.3%, 0.4% y 2.8% para M3D, CC y CR, respectivamente. Los sistemas Mobius3D y COMPASS han sido comisionados con planes de evaluación diseñados empleando los conjuntos de estructuras de prueba para la evaluación de las técnicas de intensidad modulada descritos en el documento TG-119. Los resultados son compatibles con experiencias previas y permiten apoyar la implementación clínica de ambos sistemas.

## IMR-06 CÁLCULO INDEPENDIENTE DE DISTRIBUCIONES DE DOSIS EN VALOR ABSOLUTO EN HACES SIN FILTRO APLANADOR

AZCONA ARMENDÁRIZ, J.D. (1); BARBÉS FERNÁNDEZ, B. (1); BURGUETE MAS, J. (2)

(1) CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA; (2) FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD DE NAVARRA

Objetivos: Obtener experimentalmente los núcleos ("kernel") de convolución "pencil beam" que caracterizan un haz terapéutico de megavoltaje generado en un acelerador lineal sin filtro aplanador, y aplicarlos para el cálculo inde-

pendiente de la dosis en campos modulados. Material y método: Se irradió un conjunto de placas radiográficas EDR2 (Kodak) con un haz de fotones de 10 MV sin filtro aplanador, en un acelerador Varian True Beam (Varian Medical Systems, Palo Alto, California), a las profundidades de 5, 10, 15, y 20 cm en poliestireno (maniquí RW3 equivalente a agua de PTW Freiburg, Alemania). Se empleó un campo circular de 50 mm de diámetro colimado con plomo. Se caracterizó el núcleo suponiendo que la fluencia energética proveniente del cabezal de acelerador se originó en una fuente puntual. El núcleo se obtuvo por deconvolución empleando la transformada de Hankel, en cada una de las profundidades de medida. Se realizó una corrección en la parte de dosis baja del núcleo para reproducir con exactitud la curva experimental de factores de campo. Los núcleos de convolución resultantes se emplearon para calcular distribuciones de dosis en seis campos modulados, que fueron comparadas con las correspondientes distribuciones de dosis medidas en valor absoluto con placa radiográfica EDR2 en el maniquí RW3. Resultados: Los núcleos resultantes caracterizan adecuadamente la penumbra global (geométrica y física) del haz. Con la corrección basada en la curva experimental de factores de campo globales, el porcentaje de puntos que superan el criterio gamma (3%, 3 mm) en campos modulados fue igual o superior al 99,6% del número total de puntos. Conclusión: Se ha desarrollado un sistema de cálculo independientes de la dosis en haces sin filtro aplanador. Se ha demostrado la capacidad de los núcleos de convolución obtenidos para calcular distribuciones de dosis en valor absoluto en medios homogéneos.

### **IMR-07 COMPARACIÓN DE LOS PLANES DOSIMÉTRICOS DE IMRT ESTÁTICA DE PRÓSTATA ENTRE LOS SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN XIO Y MONACO.**

**VÁZQUEZ VARELA, P.; PORTAS FERRADÁS, B.C.; PARRA OSORIO, V.; NIEBLA PIÑERO, A.; MERINO GESTOSO, J.A.; HUSILLOS GONZÁLEZ, F.; CHAPEL GÓMEZ, M.L.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO NTRA. SEÑORA DE CANDELARIA

La IMRT estática sigue siendo una de las modalidades habituales en el tratamiento del carcinoma de próstata debido a sus buenos resultados en la práctica clínica. Se hace una comparativa entre los planes dosimétricos de distintos pacientes reales tratados con esta técnica entre dos sistemas de planificación diferentes: CMS-XiO y Monaco. Ambos sistemas logran una buena cobertura al volumen blanco, si bien Monaco consigue una reducción óptima del porcentaje de volumen de recto a altas dosis, además de unos mejores resultados en la comparación entre datos planificados y medidos. XiO obtiene una ligera reducción en el número de segmentos y unidades monitor, lo cual disminuye la radiación de fuga y dispersa y los tiempos de tratamiento.

### **IMR-08 COMPARACIÓN DE TÉCNICA HÍBRIDA DE IMRT VS IMRT DIRECTA EN TRATAMIENTOS DE MAMA**

**GARCÍA LEDESMA, J.; MARTÍN RINCÓN, C.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; GARCÍA REPISO, S.; CONS PÉREZ, N.; GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; DIEZ GALLEGO, M. A.; SÁEZ BELTRÁN, M.; DE SENA ESPINEL, E.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA

Los tratamientos de mama en nuestro centro hospitalario se realizan mediante IMRT planificada de forma directa mediante segmentos de MLC estáticos, aunque debido a las nuevas posibilidades que brindan los aceleradores disponibles en este momento para este tipo de tratamientos, es posible realizar técnicas de IMRT planificada de forma directa pero con MLC dinámico mediante irradiaciones de tipo Step and Shoot, e incluso planificaciones de IMRT híbrida, planificada de forma inversa con MLC dinámico mediante irradiaciones Sliding Window. Este trabajo pretende comparar las dosimetrías de la técnica de IMRT directa con segmentos estáticos y la técnica de IMRT híbrida y además valorar como afectan las incertidumbres en estos tipos de técnicas, en el planificador Eclipse V10.0.28.

### **IMR-09 COMPARACIÓN DOSIMÉTRICA ENTRE PLANIFICACIONES DE CÁNCER DE ESÓFAGO DESARROLLADAS CON IMRT Y 3D CONFORMADA.**

**GALLARDO, N.; OLASOLO, J.; GRACIA, M.; MAÑERU, F.; BRAGADO, L.; LOZARES, S.; PELLEJERO, S.; MARTÍN, M.L.; MIQUELEZ, S.; FUENTEMILLA, N.**

CHN

Hemos comparado la dosimetría de nueve tratamientos de cáncer de esófago del mismo tipo y para los cuales la dosis de tratamiento prescrita era la misma, 54 Gy. Estos tratamientos han sido planificados con dos técnicas, una de ellas mediante una planificación 3D conformada y la otra mediante una IMRT (Radioterapia de Intensidad Modulada). El objetivo de este trabajo se haya en conocer cuál de estas dos técnicas resulta más favorable dosimétricamente tanto a nivel de cobertura de su CTV como en las dosis obtenidas en los órganos de riesgo más relevantes. Para estos tratamientos hemos procedido del mismo modo, esto es, hemos utilizado los mismos campos y las mismas angulaciones y hemos fijado como objetivo de nuestras planificaciones que el V95% del PTV sea del 95%. En vista de los datos obtenidos observamos que la IMRT proporciona una mejora considerable tanto en la cobertura del CTV como en las dosis recibidas en los órganos de riesgo de pulmones y corazón.

### **IMR-10 COMPARACION OCTAVIUS 1000SRS Y OCTAVIUS 729 CON CAMARA DE IONIZACION PINPOINT.**

**CAUDEPON MORENO, F.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BURGOS

Para verificar los tratamientos de VMAT las recomendaciones internacionales indican que se deben comprobar la dosis absoluta en un punto, la dosis relativa en distintos planos o en el volumen completo y los mapas de fluencia.

Se precisa mucho tiempo de máquina para realizar todas estas medidas para cada paciente. En este trabajo pretendemos comparar, sobre una muestra de 15 pacientes, los resultados de realizar la medida de dosis absoluta con una cámara de ionización 3DPinPoint y con la cámara central de las dos matrices de detectores de los que disponemos en el Servicio de Radiofísica del Hospital Universitario de Burgos, el Octavius 729 de PTW y el Octavius 1000 SRS de PTW. Obtenemos una desviación promedio de -0.24% con una desviación estándar de 1.20% al comparar la dosis absoluta en el isocentro que nos da el planificador Eclipse con la que obtenemos al medir con la cámara de ionización 3D\_PinPoint de PTW. Obtenemos una desviación promedio de -0.77% con una desviación estándar de 0.94% al comparar la dosis absoluta en el isocentro que obtenemos del planificador Eclipse con la que obtenemos al medir con la cámara central de la matriz de detectores Octavius 1000 SRS de PTW. Sobre los mismos pacientes, obtenemos una desviación promedio de -0.13% con una desviación estándar de 1.17% al comparar la dosis absoluta en el isocentro que obtenemos del planificador Eclipse con la que obtenemos al medir con la cámara central de la matriz de detectores Octavius 729 de PTW. Con estos resultados podemos eliminar la prueba de verificación con cámara de ionización PinPoint y medir el valor de dosis absoluta en un punto con la cámara central de cualquiera de los dos array. De este modo ahorramos un tiempo de medida y de máquina.

### IMR-13 DISEÑO DE UN ALGORITMO DE SEGMENTACIÓN DINÁMICA PARTIENDO DE UN ALGORITMO DE SEGMENTACIÓN ESTÁTICA UNIDIRECCIONAL.

**OLASOLO ALONSO, J. (1); SANJUÁN ALMERÍA, J. (2); PELLEJERO PELLEJERO, S. (1); GRACIA OCHOA, M. (1); GALLARDO RODRÍGUEZ, N. (1); MARTÍN ALBINA, M.L. (1); MAÑERU CÁMARA, F. (1); BRAGADO ÁLVAREZ, L. (1); LOZARES CORDERO, S. (1); MIQUELEZ ALONSO, S. (1); RUBIO ARRÓNIZ, A. (1)**

(1) COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA; (2) UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

**Objetivo:** El objetivo del trabajo es desarrollar un algoritmo de segmentación dinámica partiendo de un algoritmo de segmentación estática unidireccional. La idea es interpretar los segmentos estáticos como puntos de control del tratamiento dinámico. **Material y métodos:** El algoritmo se diseña a partir de un algoritmo de segmentación estática unidireccional basado en el algoritmo de Siochi. A este algoritmo se le imponen las restricciones del problema dinámico y se incluyen efectos dosimétricos como dosimetric leaf gap y el factor de transmisión de las láminas. El algoritmo se desarrolla en Matlab (Mathworks, Natick, MA). Para minimizar el efecto del machi-hembrado del MLC, se completa con una rutina de sincronización de las láminas. Para evaluar el algoritmo, se compara con el algoritmo LMC (Leaf Motion Calculator) de Eclipse. Se calculan los movimientos de láminas para 42 campos correspondientes a 5 planes de tratamientos reales. Ambos algoritmos se comparan en términos de fluencias reales y tiempos de tratamiento. **Resultados:** Las fluencias reales calculadas con ambos algoritmos de segmentación se comparan entre sí con el análisis del índice gamma. Con un criterio de comparación 1 mm, 1% el número de puntos que cumplen dicho criterio son al menos el 85% y en promedio el 92%. Las UM calculadas con el algoritmo implementado son en promedio un 7,7 % superiores. **Discusión:** Aunque el algoritmo propuesto genera fluencias similares y movimientos factibles, los movimientos de las láminas originan aceleraciones y frenos bruscos en las transiciones entre segmentos. **Conclusiones:** Se ha desarrollado un algoritmo que cumple con las restricciones físicas del MLC generando fluencias reales similares y con un UM no muy superiores al algoritmo LMC. Sin embargo los movimientos de láminas generados son muy restrictivos, con continuas aceleraciones y frenos de las láminas que forzarán los motores del MLC y provocarían peores resultados en la administración del tratamiento.

### IMR-14 EFECTO DE LA GRAVEDAD EN LA VELOCIDAD MÁXIMA DE LÁMINA EN TRATAMIENTOS DE IMRT DINÁMICA

**OLASOLO ALONSO, J. (1); PELLEJERO PELLEJERO, S. (1); ARTACHO TERRER, J.M. (2); GRACIA OCHOA, M. (1); GALLARDO RODRÍGUEZ, N. (1); MARTÍN ALBINA, M.L. (1); LOZARES CORDERO, S. (1); MAÑERU CÁMARA, F. (1); BRAGADO ÁLVAREZ, L. (1); MIQUELEZ ALONSO, S. (1); RUBIO ARRÓNIZ, A. (1)**

(1) COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA; (2) UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

**Objetivo:** Recientemente se ha diseñado en nuestro centro un algoritmo de segmentación dinámica. El objetivo es reducir los tiempos de tratamiento con este algoritmo, estudiando la viabilidad de utilizar diferentes velocidades máximas en función del giro de brazo y del tipo de lámina (fina o gruesa). Para ello se ha realizado un estudio del efecto de la gravedad en el MLC mediante análisis de ficheros dynalogs. **Material y métodos:** Se estudian los errores de posicionamiento de las láminas en función del giro de brazo y de su velocidad en el MLC Millennium 120 (Varian). Para ello se diseña un test en el que todas las láminas se mueven de forma síncrona, a la misma velocidad y dejando una distancia de 1 cm entre láminas opuestas. El test se implementa para 18 velocidades: 0.25-0.5-0.75-1-1.25-1.5-1.75-2-2.1-2.2-2.3-2.4-2.5-2.6-2.7-2.8-2.9-3.0cm/s; y para 8 giros de brazo: 0-45-90-135-180-225-270-315. El giro de colimador se fija a 2°, utilizado en la mayoría de tratamientos IMRT en nuestro centro. La tolerancia dinámica es 2mm. Se analizan los dynalogs de 10 repeticiones del test con un software propio desarrollado en Matlab, calculándose el error RMS y percentil 95. Varian recomienda una velocidad máxima en su algoritmo de segmentación de 2.5 cm/s. Para nuestro algoritmo asumimos ésta en el caso más restrictivo, brazo 270° y lámina gruesa. Manteniendo la diferencia entre el percentil 95 y la tolerancia dinámica se calculan las velocidades máximas para el resto de casos. De esta forma no aumenta la probabilidad de beam-off. **Resultados:** Se han calculado las velocidades máximas por octantes para ambos tipos de láminas. Para las láminas finas son: 2.9-2.9-2.9-2.9-2.7-2.6-2.6-2.7cm/s. Para las láminas gruesas son: 2.7-2.7-2.7-2.7-2.6-2.5-2.5-2.6cm/s. **Conclusión:** Se ha estudiado el efecto de la gravedad en el posicionamiento del MLC. Se han calculado velocidades máximas en función del tipo de lámina y del giro de brazo, que reducen el tiempo de tratamiento.

## **IMR-17 EVALUACIÓN DE LOS DYNALOG COMO HERRAMIENTA DE CONTROL DE CALIDAD DIARIO PARA EL SISTEMA MULTILÁMINAS DE UN ACCELERADOR LINEAL**

**NAVARRO GUIRADO, F. (1); GARCÍA PAREJA, S. (1); PACHECHO AHUMADA, F. (2); MORENO ANAYA, E. (1); CANTERO CARRILLO, M. (1); BODINEAU GIL, C. (1)**

(1) HRU MÁLAGA; (2) UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

En este documento se evalúan los archivos de registro dinámico (Dynalog) como herramienta de control de calidad diario para el sistema de colimación multilaminas en aceleradores lineales de uso clínico. A la vista de los resultados, para un desplazamiento a velocidad constante de 4 cm/s se puede establecer un valor de 1 mm como tolerancia. En caso de apreciar valores en el ECM por encima del mm de forma repetida se puede considerar como funcionamiento anormal y se aconseja la revisión del sistema multilaminas antes de comenzar a impartir tratamientos. Parte del error medido se debe al retardo en la ejecución del movimiento de la lámina. Puesto que la medición se realiza cada 50 ms no se puede despreciar el retardo que redundará en un desfase espacial entre la posición prevista y la medida. A la vista de los resultados, para un desplazamiento a velocidad constante de 4 cm/s se puede establecer un valor de 1 mm como tolerancia. En caso de apreciar valores en el ECM por encima del mm de forma repetida se puede considerar como funcionamiento anormal y se aconseja la revisión del sistema multilaminas antes de comenzar a impartir tratamientos. Parte del error medido se debe al retardo en la ejecución del movimiento de la lámina. Puesto que la medición se realizaba cada 50 ms no se puede despreciar el retardo que redundará en un desfase espacial entre la posición prevista y la medida.

## **IMR-19 IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO DE SEGMENTACIÓN DINÁMICA EN IMRT SLIDING WINDOWS**

**OLASOLO ALONSO, J. (1); ARTACHO TERRER, J. M. (2); PELLEJERO PELLEJERO, S. (1); GRACIA OCHOA, M. (1); GALLARDO RODRÍGUEZ, N. (1); LOZARES CORDERO, S. (1); MAÑERU CÁMARA, F. (1); MARTÍN ALBINA, M.L. (1); BRAGADO ÁLVAREZ, L. (1); MIQUELEZ ALONSO, S. (1); RUBIO ARRÓNIZ, A. (1)**

(1) COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA; (2) UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Objetivo: La correcta administración de un tratamiento de IMRT Sliding Windows depende en gran medida de la bondad del algoritmo de segmentación. El objetivo del trabajo es desarrollar un algoritmo de segmentación que genere movimientos compatibles y poco restrictivos para el MLC y con un tiempo de tratamiento mínimo. Material y métodos: El algoritmo se ha diseñado según la metodología de Spirou y Chui, incluyendo efectos dosimétricos como el dosimetric leaf gap y el factor de transmisión de las láminas. Se ha elegido la solución que minimiza el tiempo de tratamiento. El algoritmo se ha desarrollado en Matlab (Mathworks). Para evaluarlo se compara con el algoritmo LMC (Leaf Motion Calculator) de la versión 11 de Eclipse. Se han calculado los movimientos de láminas de 63 campos correspondientes a 8 planes de tratamiento para ambos algoritmos. De cada campo se ha realizado una verificación dosimétrica con detector portal (Trilogy con detector As1000, Varian) y con maniquí (Octavius, PTW) y array de detectores (Octavius 729, PTW). Se han comparado los tiempos de tratamiento y los resultados de las evaluaciones dosimétricas de ambos algoritmos. Resultados: Los resultados de ambas verificaciones dosimétricas se han evaluado con el análisis del índice gamma con un criterio 2 mm, 2%. En la verificación con Portal, en promedio de los 63 campos, el número de puntos que cumplen son 97,7% (LMC) y 96,4% (propio). En la verificación con maniquí, en promedio, el número de puntos que cumplen son 96,4% (LMC) y 96,1% (propio). Las UM calculadas con el algoritmo implementado son en promedio un 5 % inferiores. Discusión: Ambos algoritmos generan movimientos de láminas similares, suaves y continuos. Conclusiones: Se ha desarrollado un algoritmo que cumple con las restricciones físicas del MLC, que presenta un menor número de UM y genera movimientos de lámina suaves y continuos que permiten la adecuada administración del tratamiento.

## **IMR-20 LOGICOM: HERRAMIENTA PARA EL REGISTRO DE FICHEROS LOG EN TIEMPO REAL EN ACCELERADORES ELEKTA**

**LINARES DOBLADO, R. (1); BAEZA, J.A. (2); MARTÍN NAVARRO, C. D. (1); PERUCHA ORTEGA, M. (1)**

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA. HOSPITAL INFANTA LUISA; (2) DPTO. FISIOLÓGICA MÉDICA Y BIOFÍSICA. UNIVERSIDAD DE SEVILLA.

Uno de los métodos empleados para la verificación de tratamientos radioterápicos complejos (IMRT, VMAT), así como para el chequeo del funcionamiento del colimador multilaminas (MLC), es el análisis de los ficheros log registrados por el sistema de control del acelerador. Estos ficheros guardan la información de los valores que van tomando los distintos parámetros de la máquina: ángulo de gantry, de colimador, tasa, posiciones de las láminas, etc, durante la irradiación. En el caso de aceleradores Varian (ficheros dynalog), estos datos son directamente accesibles para el usuario, lo que posibilita una evaluación rápida. En el caso de Elekta, esta información no está directamente al alcance del usuario en modo clínico, por lo que, distintos autores, han elaborado su propio software para adquirir estos datos. No obstante, en ninguno de estas referencias se dan detalles sobre la implementación del sistema, ni se pone la aplicación a disposición del público. En otros casos, la solución presentada solo es posible en modo servicio. Este trabajo presenta una aplicación para la escritura en tiempo real (4 Hz) de ficheros log de aceleradores Elekta, mediante el uso del protocolo iCOM. La herramienta no interfiere con el sistema de control del acelerador, con lo que puede ser empleada en modo clínico, durante un tratamiento real.

## **IMR-22 PICKET FENCE Y CONTINUOUS STRIPES**

**GODOY, J.I.; MORERA, A.; MELIÁN, M.; GORUN, C.; MACÍAS, D.; TORNERO, A.; MADAN, C.; MARTÍN, R.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. DR. NEGRÍN

La modulación de la fluencia en un tratamiento de IMRT se consigue con la posición y la velocidad de las láminas, por tanto, para la implementación correcta de esta técnica es necesario tener controlada estas dos variables. El

protocolo AAPM TG-142 recomienda una precisión en las láminas de  $\pm 1$  mm. En este artículo explicamos cómo analizar, con el sistema de imagen portal, el "Picket Fence" (PF) y el "Continuous Stripes" (CS), que son dos procedimientos que sugiere un fabricante del MLC para evaluar las variables anteriores. Este procedimiento es una forma rápida para valorar el PF y CS considerando la correcta calibración del detector de imagen.

### **IMR-23 PUESTA EN MARCHA DE LA ARCOTERAPIA VOLUMÉTRICA EN UN ACELERADOR EQUIPADO CON HACES CON Y SIN FILTRO APLANADOR**

**AZCONA ARMENDÁRIZ, J. D. (1); BARBÉS FERNÁNDEZ, B. (1); RAMOS GARCÍA, L. I. (1); ARISTU MENDIÓROZ, J. J. (1); MORENO JIMÉNEZ, M. (1); BURGUETE MAS, J. (2)**

(1) CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA; (2) FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD DE NAVARRA

**Objetivos:** Describir las pruebas realizadas para la puesta a punto de la arcoterapia volumétrica y sus resultados en un acelerador capaz de administrar tratamientos sin filtro. Se hizo una revisión general de pruebas propuestas, adaptándose las pruebas diseñadas para otros aceleradores. **Material y método:** En un acelerador Elekta Versa evaluamos: a) nivelado y simetría del haz (estático y arco) variando la tasa de dosis; b) comportamiento del colimador multiláminas en distintos campos dinámicos; c) comparación entre la dosis calculada y administrada mediante campos con velocidad de láminas variable; d) sincronización entre la velocidad del gantry y láminas para distintas tasas de dosis; e) verificación de casos clínicos con el Delta4; f) posicionamiento del multiláminas en gantry variable; g) dosis administrada por arcos fijos con distinta tasa de dosis y; h) dosis administrada por arcos con velocidad y tasa de dosis variable. **Resultados:** En el haz de 10 MV, los valores de nivelado y simetría varían del orden del 1% para tasas entre 400 y 25 UM/min. Los campos dinámicos son modelados con exactitud por el planificador. La exactitud en la posición en que la dirección de movimiento se invierte está dentro de  $\pm 1$  mm. La dosis absoluta calculada difirió de la medida en torno a un 2%. La sincronización de velocidades de gantry y láminas tuvo una variación de dosis local en la periferia inferior al 10% (similar al recogido en la literatura). La verificación con el Delta4 e índice gamma (3%,3mm) fue superior al 98,7%. El resultado de las pruebas de exactitud en el posicionamiento del multiláminas fue de  $\pm 0,5$  mm; la diferencia en la dosis inferior al 1% para los tests g) y h). **Conclusión:** La puesta en marcha de la arcoterapia volumétrica dinámica ha sido evaluada con resultados que justifican el tratamiento de pacientes con seguridad.

### **IMR-24 RADIOTERAPIA ESTEREOTÁCTICA PULMONAR Y HEPÁTICA (SBRT) CON TOMOTERAPIA HELICOIDAL (HT): DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE NUESTRA METODOLOGÍA**

**ERZILBENGOA, M.; MORAL SANCHEZ, S.; PASTOR SANCHIS, V.; GUIASOLA BERASATEGUI, A.**

ONKOLOGIKOA

Hemos implementado la técnica de SBRT en lesiones hepáticas y pulmonares en la unidad de Tomoterapia Helicoidal por su alta precisión mecánica y la calidad dosimétrica obtenida, impartiendo 1 Gy por minuto para lesiones inferiores a 5 cm optimizando los aspectos mecánicos del tratamiento (periodo de gantry, velocidad de mesa, apertura de láminas). Desde junio 2012 hasta enero 2015, se han tratado 62 pacientes todos inmovilizados mediante una compresión diafragmática, administrando fraccionamientos 3x20 Gy, 3x18 Gy o 8x 7,5 Gy y definiendo el volumen tumoral interno (ITV) como la suma de los GTVs definidos con 4 series de KV-CT o mediante el volumen tumoral metabólico (MTV) adquirido en el PET-CT. Para alcanzar un compromiso entre calidad dosimétrica, tiempo de tratamiento, parámetros mecánicos de la máquina y control intra-fracción del paciente, se realizan distintas combinaciones de pitch ( $0.123 < P < 0.172$ ), factor de modulación ( $1.2 < FM < 1.7$ ) y tamaño de campo (2.5 o 1 cm). El promedio de los índices de homogeneidad y de conformidad que hemos obtenido es de 1.02 y 1.12 respectivamente en total acuerdo con los valores publicados. Durante el tratamiento realizamos un control intra y post fracción de cada sesión mediante el uso del detector de MVCT del que dispone la unidad. Las imágenes adquiridas serán analizadas dosimétricamente mediante planificación adaptativa. Reportamos para las lesiones pulmonares centrales y hepáticas desplazamientos en x, y e z  $< 1$  mm, e inapreciables para lesiones del lóbulo superior lo que nos permite afianzar el control del movimiento del paciente debido a su respiración. Una de las conclusiones preliminares es la propuesta de una reducción de márgenes entre el PTV y el ITV como consecuencia de la valoración en curso de los datos obtenidos de los MVCT de los pacientes.

### **IMR-25 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA IMRT**

**ARIÑO, A.; MARÍ, A.; MARTÍNEZ, J.; RODRÍGUEZ, B.; SINTES, M.; FONT, J.C.**

HOSPITAL UNIVERSITARI SON ESPASES

Los tratamientos de radioterapia con modulación de la intensidad (IMRT) debido a su mayor complejidad requieren una verificación individualizada previa al inicio de la primera sesión. Existen diversos métodos y equipos de medida utilizados con tal fin. Por ejemplo, las películas radiocrómicas, los 2D arrays (de cámara de ionización o diodos), los EPID (electronic portal image device). Éstos permiten evaluar el grado de acuerdo de la distribución de dosis calculada por el planificador en un plano (usualmente el plano coronal) y la distribución de dosis medida y/o registrada por estos equipos posicionados a tal efecto y de tal manera que el elemento detector (o detectores) se encuentre situado en el mismo plano. Habitualmente se utiliza el criterio gamma introducido por Low et al [1] para valorar dicha coincidencia, con una tolerancia que puede variar según el centro, pero que de forma bastante extendida suele ser de 3%,3mm para el 95 % de los píxeles que conforman las dos imágenes a comparar. El objetivo de este trabajo es presentar y analizar el resultado de las verificaciones de los primeros 50 tratamientos realizados en nuestro centro con tres métodos de medida. La conclusión a la que se llega es que los tres métodos de verificación



de los tratamientos de IMRT, dan lugar a resultados similares o comparables. Asimismo constituye un buen método de corroboración de las verificaciones de tratamiento, especialmente en los casos en los que uno o alguno de los procedimientos de medida exhibe resultados que muestran un grado de acuerdo entre lo planificado y lo medido inferior a la tolerancia que se haya establecido.

### **IMR-26 SOLUCIÓN TIPO PARA PACIENTES CON PRÓTESIS DENTALES EN TRATAMIENTOS DE RADIOTERAPIA DE CABEZA-CUELLO CON ARCOTERAPIA VOLUMÉTRICA MODULADA: ESTUDIO PRELIMINAR.**

**PÉREZ FERNÁNDEZ, M. (1); LÓPEZ SÁNCHEZ, M. (1); ARTIGUES PEDROLA, M. (1); HERNÁNDEZ MASGRAU, V. (1); VERA SÁNCHEZ, J.A. (1); GÓNZALEZ LEYBA, M. (1); WILLIART TORRES, A. (2); ANTORANZ CALLEJO, J.C. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARI SANT JOAN DE REUS; (2) UNED

**Objetivos** Una planificación convencional en presencia de empastes, implantes y prótesis dentales de alta densidad, en la trayectoria de los haces de radioterapia, puede dar lugar a regiones subdosificadas en la zona a tratar. Se muestra una manera más adecuada de diseñar planificaciones de Arcoterapia Volumétrica Modulada (VMAT acrónimo inglés) en pacientes con cáncer de cabeza-cuello que evita/minimiza la subdosificación sin disminuir la calidad. **Material y Métodos** Sistema de planificación Eclipse con algoritmo de optimización para VMAT RapidArc "Progressive Resolution Optimizer" versión 10.0.28 y algoritmo de cálculo de dosis "Anisotropic Analytical Algorithm" versión 10.0.28. Acelerador lineal Trilogy TX con multiláminas de láminas de 2,5mm de espesor HD 120 MLC. Todo de Varian Medical Systems, Palo Alto, CA. Maniqués de geometría simple con volúmenes contorneados. Se diseñan tres planificaciones sobre estos maniqués con la prescripción del apéndice B del Report 83 del ICRU: a) Referencia: planificación con dos arcos completos ignorando las prótesis. b) Dos arcos no completos, con sectores evitando la entrada a través de las prótesis. c) Dos arcos completos con penalización muy fuerte en el optimizador a la estructura prótesis. **Resultados** El diseño b) es superior al c) en cobertura, conformación y preservación de órganos de riesgo, acercándose al diseño de referencia a). **Conclusiones** En este estudio se ha observado, hasta ahora, que el diseño más adecuado para evitar subdosificaciones debidas a las prótesis dentales es con sectores de arco evitando la entrada a través de las prótesis. En próximos estudios, se pretende ampliar el estudio para diferentes configuraciones geométricas de las prótesis, otros diseños de planificación VMAT, comparación con técnicas de IMRT y aplicación a imágenes contorneadas de pacientes reales.

### **IMR-28 VMAT VS 3D EN CÁNCER DE PULMÓN: COBERTURA DEL TARGET Y DOSIS EN PULMÓN**

**RINCÓN PÉREZ, M.; LUNA TIRADO, J.; GÓMEZ-TEJEDOR ALONSO, S.; GARCÍA CASTEJÓN, M.A.; PENEDO COBOS, J.M.; PÉREZ CASAS, A.M.**

FUNDACIÓN JIMÉNEZ DÍAZ

**Objetivo:** Comparar la dosimetría de dos técnicas diferentes del tratamiento radioterápico del cáncer de pulmón: un 3D convencional y una IMRT con arcoterapia volumétrica (VMAT). **Material y método:** Se calcularon dos diferentes planes de tratamiento para 14 pacientes. El plan 3D se calculó con el planificador XIO 4.80 (algoritmo de superposición) y consistió en 3-5 haces de fotones de 6MV isocéntricos. El plan con VMAT se hizo con MONACO 3.30.01 (algoritmo de Monte Carlo) y constaba de 2 arcos de 360°, uno en sentido horario y otro antihorario. Se prescribió 60 Gy al target en 30 sesiones de 2 Gy/sesión. Para la comparación de la cobertura del target se usaron los índices de conformidad y de gradiente de Paddick y los índices de homogeneidad propuestos por la ICRU81 y por MONACO respectivamente. Para el análisis de las dosis en pulmón sano se compararon los coeficientes V5 y V20 de pulmón sano y dosis media. **Resultados:** Los planes con VMAT tuvieron una mejor conformidad del target, una mejor homogeneidad y una menor irradiación de tejido que los calculados con 3D convencional. Las dosis medias del pulmón sano fueron menores con VMAT que con 3D, al igual que los V20 mientras que los V5 fueron mayores. **Conclusiones:** Los tratamientos con VMAT son una buena opción para los casos de cáncer de pulmón en los que con 3D no se cumplan restricciones en pulmón sano.

### **IMR-29 VMAT VS. ARCOTERAPIA DINÁMICA CONFORMADA EN RADIOCIRUGÍA. COMPARACIÓN DE LA DOSIS ABSORBIDA EN EL TEJIDO CEREBRAL SANO.**

**GARCIA CASTEJON, M.A.; PENEDO COBOS, J.M.; RINCON PEREZ, M.; GOMEZ-TEJEDOR ALONSO, S.; PEREZ CASAS, A.M.; OLIVERA VEGAS, J.; GONZALEZ ABAD, R.**

FUNDACION JIMENEZ DIAZ

**Objetivos:** Determinar si la elección de una determinada técnica de tratamiento de IMRT influye en la dosis absorbida del tejido cerebral sano de pacientes con metástasis cerebrales tratados con radiocirugía. **Material y método:** Se utilizó el sistema de planificación MONACO (versión 3.30.01) de Elekta con algoritmo Monte Carlo. Se realizaron para 14 pacientes dos tratamientos: uno con la técnica de Arcoterapia Dinámica Conformada (DCA) y otro con Arcoterapia Volumétrica Modulada (VMAT). Se comparó en cada paciente con las dos técnicas de tratamiento las dosis biológicas equivalentes: V(5BED) y V(10BED) en el tejido cerebral sano, los índices de conformidad y heterogeneidad, así como las dosis máximas absorbidas por los órganos de riesgo. También se compararon el número de arcos, las unidades de monitor (UM) y el tiempo de tratamiento (DTT). **Resultados:** los volúmenes de tejido cerebral sano irradiados a dosis equivalentes de 5 y 10 Gy fueron menores en los tratamientos calculados con VMAT que en los realizados con DCA. Los VMAT también consiguieron unos mejores índices de conformidad y heterogeneidad con un menor tiempo de tratamiento. No se observó variación de la dosis absorbida por los órganos de riesgo entre ambas técnicas. **Conclusiones:** La técnica de tratamiento VMAT consigue mejores distribuciones de dosis con una menor irradiación de tejido cerebral sano y permite la administración de tratamiento de una forma más rápida.

## MIS-01 APLICACIÓN DE LA LUZ ESTRUCTURADA EN EL TENIS

**PRIEGO QUESADA, J.I. (1); SALVADOR PALMER, R. (1); MÍNGUEZ REY, M.F. (2); PINO ALMERO, L. (2); CARPES, F.P. (3); KUNZLER, M.R. (3); GONZÁLEZ-PEÑA, R. (1); CIBRIÁN ORTIZ DE ANDA, R.M. (1); JIMÉNEZ PÉREZ, I. (1); DALMASES MONCAYO, F. (1)**

(1) UNIDAD DE BIOFÍSICA MÉDICA, DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGIA, UNIVERSIDAD DE VALENCIA; (2) HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO. VALENCIA; (3) APPLIED NEUROMECHANICS GROUP, FEDERAL UNIVERSITY OF PAMPA, URUGUAIANA, RS, BRAZIL;

El tenis es un deporte que por su dominancia lateral puede producir asimetrías en la columna vertebral y en la musculatura del tronco. Debido a esto, puede ser interesante el uso en los mismos clubs deportivos de técnicas de valoración de la morfología de la espalda que sean inocuas, para hacer la práctica deportiva más saludable. El objetivo de este estudio fue analizar la aplicabilidad de la determinación de la topografía de la espalda mediante luz estructurada para el análisis de las posibles asimetrías asociadas con la práctica asidua del tenis. La muestra estuvo integrada por 18 tenistas. Se les realizó una anamnesis, una exploración clínica y una imagen topográfica de la espalda mediante la técnica de la luz estructurada. De los 18 participantes, 6 indicaron que tenían dolor en el tronco, 2 que se les había diagnosticado escoliosis, 6 presentaron restricciones en la movilidad, 1 presentó un resultado positivo en el Test de Adams y 3 presentaron disimetrías en miembros inferiores. Los valores de las variables medidas en la topografía, POTSI (medida de la asimetría en el plano frontal), DOPHI (medida de la asimetría en el plano axial) y PC (medida del plano sagital), fueron  $15 \pm 6\%$ ,  $4 \pm 3\%$ , y  $38 \pm 8^\circ$ , respectivamente, las dos primeras por encima de la mediana de la población normal. Tanto la exploración clínica, la anamnesis, como el estudio topográfico mostraron una proporción elevada de tenistas con espaldas asimétricas. Sin embargo, es necesario realizar futuros estudios en clubs de tenis para objetivar dichos resultados. En conclusión, la luz estructurada es una técnica no invasiva que permite cuantificar las asimetrías producidas en la espalda por el ejercicio.

## MIS-02 ESTIMACIÓN DE SECCIONES BRONQUIALES MEDIANTE ALGORITMOS DE DIFUSIÓN FRACTAL

**ALPUENTE HERMOSILLA, J. (1); BELTRÁN MARTINEZ, F.J. (1); GARCÍA CARREÑO, P. (1); MARTÍNEZ ROJAS, J.A. (1); SÁNCHEZ MONTERO, R. (1); GONZÁLEZ HERNANDO, C. (2); LÓPEZ VIÑA, A. (3); NUÑEZ MARTÍN, L. (4)**

(1) ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. UNIVERSIDAD DE ALCALÁ; (2) SERVICIO DE RADIODIAGNOSTICO, HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO DE MAJADAHONDA; (3) SERVICIO DE NEUMOLOGÍA, HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO DE MAJADAHONDA; (4) SERVICIO DE RADIOFÍSICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO DE MAJADAHONDA

El asma es una de las enfermedades respiratorias más extendidas entre la población mundial con gran repercusión económico-social. El estudio de la eficacia de los tratamientos para esta enfermedad pasa por comprobar sus efectos sobre las paredes bronquiales. Por tanto, una de las fases más importantes de este estudio será la estimación en las dimensiones de las paredes bronquiales en ramificaciones de generaciones lo más elevadas posible. El objetivo de este trabajo es estimar las dimensiones de la pared bronquial para ramificaciones por encima de la cuarta generación, a partir de imágenes tomográficas de tórax con un espesor de 1 mm y separación entre cortes de 1 ó 5 mm. A dichas imágenes se les aplican técnicas de procesamiento de imagen basadas en difusión fractal que permiten ampliar las zonas de interés hasta 16 veces, conservando las propiedades estadísticas de la imagen original. Para poder establecer una comparación entre el estado del bronquio en diferentes fases del tratamiento se utilizan operadores de simetría rotacional sobre la zona ampliada, resaltando las diferentes estructuras del bronquio y ajustando su sección a la forma geométrica ideal. Los resultados obtenidos para imágenes tomográficas permiten estimar los parámetros en la sección transversal de los bronquios hasta la sexta generación y obtener medidas relativas del área de la pared bronquial, que pueden compararse a lo largo del tratamiento de la enfermedad. Estos resultados mejoran los obtenidos en la literatura, en la que las estimaciones llegan hasta una quinta generación con errores sustancialmente mayores, planteándose en un futuro la valoración precisa de la eficacia de los tratamientos contra el asma.

## MIS-05 MODELO PROGRAMABLE DEL SISTEMA ARTERIAL HUMANO BASADO EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS CON PARÁMETROS CONCENTRADOS

**UTRILLA MANSO, M. (1); MARTÍNEZ ROJAS, J.A. (1); LÓPEZ ESPÍ, P.L. (1); JIMÉNEZ ORTÍZ, C. (2); NUÑEZ MARTÍN, L. (2)**

(1) UNIVERSIDAD DE ALCALÁ; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO DE MAJADAHONDA

La simulación del sistema arterial humano mediante modelos matemáticos ha sido cuestión de estudio desde hace tiempo, por el uso potencial como ayuda clínica. Este trabajo se centra en el modelado mediante circuitos eléctricos con parámetros concentrados. Estos modelos, aunque normalmente se han utilizado como carga total que simula todo el sistema arterial o bien como impedancia terminal, en este trabajo se utilizan para simular todas las secciones arteriales consideradas. Se han utilizado 128 secciones basadas en el modelo presentado por Avolio en 1980 y reutilizado posteriormente y cada sección se ha representado por los parámetros de transmisión de una red de dos puertos. De esta forma y mediante un análisis en frecuencia se puede obtener en menos de un segundo un análisis completo del sistema. El trabajo presenta la forma de trabajar: para la obtención de todas las impedancias de entrada y salida de las secciones se parte desde las impedancias terminales hacia la aorta y, con después, mediante un análisis hacia las terminales se obtienen las distintas funciones de transferencia de las secciones. Esto permitirá la obtención de todas las tensiones (presión) y/o corrientes (flujo) de forma sencilla, teniendo como entrada al sistema la señal del flujo de entrada a la aorta (corriente de entrada a la primera sección). El estudio ha revelado que la mayor influencia en la precisión respecto a la realidad es la obtención de las impedancias terminales. Sin embargo el modelo es muy versátil y constituye un base o marco de trabajo para futuras investigaciones, que se deberán orientar principalmente en la obtención de impedancias terminales lo más realistas posibles, modelos 1D eléctricos o fusionados con información de otros modelos mecánicos así como una programación "hacia atrás" para adaptar los parámetros del modelo a cada paciente.

## MIS-06 PENGEOJAR: UNA INTERFAZ GRÁFICA PARA PENGEOM

ALMANSA LÓPEZ, J. (1); SALVAT-PUJOL, F. (2); LALLENNA, A. (3); SALVAT, F. (4)

(1) HOSPITAL VIRGEN DE LAS NIEVES; (2) INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK, GOETHE-UNIVERSITÄT; (3) DEPARTAMENTO DE FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR. UNIV. GRANADA; (4) FACULTAT DE FÍSICA, UNIVERSITAT DE BARCELONA

La definición de geometrías válidas para la realización de simulaciones Monte Carlo utilizando PENELOPE es un proceso laborioso que implica la definición mediante superficies cuadráticas de los distintos objetos que conforman la geometría. La forma en que se definen dichas superficies, como se utilizan para la creación de cuerpos y módulos y la utilización de los programas GVIEW2D y GVIEW3D para la visualización y depuración de las geometrías construidas se encuentra ampliamente descrito en el propio manual de Penelope. Esta nueva interfaz gráfica multiplataforma tiene como objetivo integrar las funcionalidades de los dos visores existentes GVIEW2D, y GVIEW3D en un flujo de trabajo más dinámico, en el cual el propio programa permite la edición del archivo de geometría (con hojas de introducción de datos para cada tipo de elemento que compone la geometría), la depuración de errores en dicho fichero previa a su visualización en 2D y en 3D sin que exista en ningún momento la necesidad de reintroducir datos o utilizar herramientas externas. Asimismo incluye interesantes novedades en varios ámbitos, algunas de las cuales son: aumento de la velocidad de renderizado en 3D, posibilidad de tratar como transparentes distintos materiales, indicación por parte del programa del material y el cuerpo que señalamos en la interfaz gráfica.

## RDD-02 MONITORIZACIÓN DE UN PROTOCOLO DE TC MEDIANTE DOSEWATCH

MARTI ASENJO, J.

HM SANCHINARRO

El objetivo de este trabajo es el análisis pormenorizado del estudio de TC (tomografía computarizada) más habitual en nuestro hospital y que representa aproximadamente el 20% del total. Un correcto ajuste de los protocolos más utilizados y una práctica clínica habitual óptima permiten disminuir drásticamente la dosis a paciente. El equipo de TC del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital HM Sanchinarro tiene una carga anual de trabajo en torno a los 12000 estudios, de los cuales aproximadamente el 20% corresponden a la localización denominada TAP (tórax-abdomen-pelvis). A partir de los resultados obtenidos en DoseWatch podemos calcular los valores promedio y percentil 75 para los índices de dosis más utilizados y los parámetros más influyentes en la calidad dosimétrica del estudio. Además podemos estudiar la distribución de los índices de dosis y los valores de corriente así como estudiar su relación con parámetros como el índice de masa corporal (IMC). La distribución de los índices de dosis parece seguir una distribución tipo log-normal, habitual para el parámetro IMC. Al tratarse de un protocolo donde la corriente viene modulada, los índices de dosis, especialmente el CTDIvol están muy condicionados por el espesor del paciente. Se ha encontrado un número alto de estudios que alcanzan el valor máximo de corriente establecido en el TC y que por tanto no consiguen la calidad de imagen adecuada. Estos estudios corresponden en su mayoría a pacientes con sobrepeso (IMC < 25), indicando la necesidad de un reajuste del protocolo o la creación de un protocolo adecuado a pacientes de estas características.

## RDD-03 NIVELES DE DOSIS DE REFERENCIA EN CINCO ESTUDIOS DE TC

MARTI ASENJO, J.

HM SANCHINARRO

El uso de la imagen TC es uno de los procedimientos radiológicos más extendidos y generalizados. El uso de esta técnica ha crecido sustancialmente durante los últimos años y es por ello que contribuye de manera importante a la dosis colectiva por exposiciones médicas. El artículo 4(2) de la directiva para exposiciones médicas (MED) (97/43/Euratom) promueve el uso de niveles de referencia en radiodiagnóstico en los países miembros. Datos de 3097 estudios, correspondientes a 5 localizaciones diferentes se han registrado durante un periodo de un año mediante la herramienta para el registro de dosis DoseWatch de General Electric. Mediante este programa se han registrado tanto valores de índices de dosis (CTDIVOL, DLP) como los parámetros propios de cada estudio (kilovoltaje, corriente, pitch...). La comparación del CTDIw es un buen indicador de la bondad de la configuración del protocolo. Los datos analizados nos han permitido detectar protocolos y prácticas que puedan ser optimizados para disminuir la dosis al paciente. El análisis para las 5 localizaciones muestran una buena correlación con los DRLs de la comisión europea en el caso de la mediana y el percentil 75 para el CTDIw. En los valores de mediana y percentil 75 correspondientes al DLP encontramos valores ligeramente superiores los recomendados en general y los estudios de pelvis muy por encima de los valores de referencia. La longitud de los estudios más habituales no concuerda con los valores estimados de referencia, aumentando considerablemente el DLP y por tanto la dosis efectiva al paciente. Los niveles de referencia de la comisión Europea parecen una buena guía y pueden permitir detectar protocolos que puedan ser, en principio, optimizados y mejorados para una mejor práctica.

## RDD-04 NIVELES DE RADIACIÓN EN SALAS DE TC: SOBREESTIMACIÓN DE DOSIS EN PUESTOS DE TRABAJO

DÍEZ GALLEGO, M.A.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; CONS PÉREZ, N.; GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; GARCÍA REPISO, S.; GARCÍA LEDEMA, J.; GÓMEZ LLORENTE, P.L.; MONTES FUENTES, C.

H. UNIVERSITARIO DE SALAMANCA

Evaluación y cálculo de la sobreestimación que se produce en la medida de niveles de radiación de los equipos de Tomografía Computarizada (TC) durante el control de calidad anual. Para ello se han realizado medidas en un TC con distintos maniqués y distintas colimaciones. También se ha realizado un estudio de los procedimientos que se llevan a cabo semanalmente en un TC, para tener en cuenta su carga de trabajo real y compararla con lo que

aparece tabulado en la bibliografía. De esta forma, se puede obtener la sobreestimación en la dosis acumulada que recibe un operador asociada a los métodos habituales de medida y evaluar si las cargas de trabajo tabuladas y las estimaciones de dosis realizadas son correctas.

### **RDD-06 OPTIMIZACIÓN DE LA DOSIS EN UN EQUIPO DE NEURORRADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA**

**MORENO CANO, R.; FERNANDEZ, A.; LAGO, D.; BUADES, M.; TOBARRA, B.**

ARRIXACA

En el Servicio Murciano de Salud (SMS) se dispone de un sistema de registro de dosis a paciente, DoseWatch de GE, que permite monitorizar la dosis de cada intervención radiológica. Tras detectar un número elevado de casos que superan los niveles de alertarecomendados por la Sociedad Internacional de Radiología Intervencionista (SIR) en un equipo de Neurorradiología de nuestro hospital, se ha realizado una intervención coordinada con el Servicio de Neurorradiología y el servicio técnico del equipo para disminuir la dosis asociada a la configuración del equipo. Se ha conseguido una reducción de dosis a paciente del 65% en Kair y 55% en PDA como resultado de generar modos de adquisición de imagen optimizados. Puesto que la dosis en este tipo de procedimientos es elevada, se trata de una reducción importante que merece el esfuerzo de los agentes implicados. Por otra parte, es fundamental contar con la colaboración del servicio de radiología, además de validar la capacidad diagnóstica de las imágenes, se le hace conscientes del problema y repercute en un efecto concienciación que ayuda a la reducción de la dosis total.

### **RDD-07 PROCEDIMIENTO DE DOSIMETRÍA EN CRISTALINO A PROFESIONALES EXPUESTOS MEDIANTE DOSÍMETROS DE TERMOLUMINISCENCIA. PRIMERAS CONCLUSIONES**

**PRIETO MORÁN, D.; MARTÍNEZ ALBALADEJO, M.; GARCÍA FUENTES, J.D.; ESTEVE SÁNCHEZ, S.; DE ANDRÉS GARCÍA, J.C.; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, I.; FERRER GARCÍA, N.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL

Se ha desarrollado un procedimiento de medida de dosis equivalente en cristalino para trabajadores fomentado por los cambios en la normativa europea en tales límites de dosis, pasando de un valor umbral para la aparición de opacidades detectables de 5 Sv en exposiciones crónicas y de 0.5-2 Sv para agudas. Se emplean dosímetros de termoluminiscencia (TLD) para medida sobre paciente. Se coloca el TLD dentro de una funda de plástico transparente sujeta a los gorros quirúrgicos con un imperdible, situándose en el centro de la frente. Se ha seleccionado un grupo de trabajadores potencialmente susceptibles a recibir mayores dosis en cristalino (servicios de Hemodinámica y Radiología Vascular). Estas lecturas no tienen en cuenta la protección de las gafas plomadas, que para cuantificar su protección, se han efectuado las medidas de atenuación. Se verifica que el personal más expuesto son los facultativos que trabajan en la cercanía del tubo. Estas medidas se continuaran en el tiempo a fin de reunir una mejor estadística. Con el empleo de gafas plomadas los profesionales más expuestos evaluados reciben dosis por debajo de los nuevos límites establecidos en la nueva directiva europea.

### **RDD-08 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO A PACIENTES CON RIESGO DE DESARROLLAR LESIONES EN PIEL: APLICACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE REGISTRO DE DOSIS**

**PINTO MONEDERO, M.; MARTÍ ASENJO, J.; FERNÁNDEZ LETÓN, P.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO MADRID SANCHINARRO

Las dosis impartidas a pacientes en intervencionismo llegan a ser elevadas en procedimientos complejos, superando los umbrales de aparición de efectos deterministas en piel. Éstos son de aparición tardía, por lo que, si el paciente no ha sido advertido acerca de este efecto, puede no ser asociado al procedimiento intervencionista y el tratamiento recibido no ser el adecuado. Además de informar al paciente sobre estos efectos, diversas sociedades y organismos recomiendan realizar un seguimiento a aquellos pacientes con mayor riesgo de desarrollar lesiones en piel. Este trabajo presenta la puesta en marcha de un programa de detección y seguimiento de pacientes con riesgo de sufrir lesiones en piel, basándose en un sistema automático de registro y gestión de dosis a paciente. Se ha utilizado un sistema comercial de registro automático de dosis a paciente en pruebas diagnósticas, que registra de la cabecera DICOM de todos los estudios realizados la información más relevante: datos del paciente, del estudio e indicadores dosimétricos. Se ha implementado un sistema de alertas automáticas vía correo electrónico al servicio de Radiofísica en base a los siguientes umbrales: KA > 5 Gy y PDA > 500 Gy cm<sup>2</sup>. Se realiza un informe remitido al médico responsable para realizar un seguimiento al paciente en las 2-3 semanas posteriores. Desde la puesta en marcha del sistema en octubre de 2014, se han realizado un total de 796 pacientes. Se recibieron 14 alertas de procedimientos que superaron alguno de los umbrales. Finalmente, tras revisar la distribución angular de las imágenes adquiridas, 5 pacientes se han introducido en el programa de seguimiento. Los sistemas de registro automático de dosis son una herramienta de gran utilidad para obtener información de forma sistemática de todos los procedimientos realizados. Mediante el sistema de alertas, es posible detectar los pacientes con mayor riesgo de desarrollar lesiones en piel para realizarles un seguimiento adecuado.

### **RDD-09 PROGRAMA IMPLEMENTADO EN IMAGEJ PARA LA REALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE INFORMES DE EQUIPOS TAC CON CATPHAN 500-600**

**OJEDA LÓPEZ, ANTONIO E.; GARCÍA GRANADOS ALAYÓN, J.J.**

COMPL. HOSP. UNIV. INSULAR MATERNO INFANTIL

Se presenta en este trabajo pluging para la aplicación imagej, creado con el fin de la valoración automática de las imágenes obtenidas con el fantomas Catphan 500-600. La aplicación evalúa el espesor efectivo del corte, la

exactitud de las distancias, contraste de acrilicos centrales, valores medios de CT, ruido, uniformidad de imagen, resolución de objetos, MTF de imagen de punto y patrones de barras. Los resultados de cada una de las pruebas se presentan en diferentes tablas e gráficas, así como una tabla global que se copia a hoja Excel que por medio de la herramienta combinación de correspondencia se implementa en una plantilla Word del informe final agilizando y facilitando el trabajo. A destacar en el código la valoración del MTF de la imagen del punto ya que dicha herramienta resulta útil en otras aplicaciones, por ejemplo la resolución espacial en gammacámaras, ilustrando como la herramienta de interpolación del imagej nos puede ayudar en diversas aplicaciones.

## **RDD-10 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA AL PACIENTE EN ATENCIÓN PRIMARIA**

**ANGULO PAÍN, E. (1); IBORRA OQUENDO, A. (1); UREÑA, A. (1); BALLESTA, M. (2); BIENVENIDO, M. (2); QUIÑONES, L. (3); CASTRO, I. (3)**

(1) HOSPITAL U. PUERTA DEL MAR DE CÁDIZ; (2) DISTRITO SANITARIO BAHIA DE CÁDIZ-LA JANDA; (3) HOSPITAL U. PUERTA DEL MAR DE CÁDIZ

El objetivo del trabajo ha sido evaluar los conocimientos en Protección Radiológica (PR) y el uso efectivo de guías de indicación clínica de pruebas radiológicas en Atención Primaria (AP). Comprobar la disponibilidad de información de PR al profesional y al paciente. Evaluar los procedimientos de trabajo y comunicación efectiva con las Unidades de Radiodiagnóstico de referencia. Para ello se realizó un estudio observacional dirigido a médicos prescriptores de pruebas radiológicas de un Distrito Sanitario, a partir de una encuesta, diseñada según directrices europeas de auditorías clínicas en dicha práctica. Los resultados nos muestran que existe un desconocimiento generalizado de los efectos de las RRIL, de los niveles de dosis recibidas por los pacientes en técnicas habituales en radiodiagnóstico y medicina nuclear y de la legislación sobre justificación del uso de RRIL. No usan nunca las guías de indicación de pruebas radiológicas. No siempre se solicita informe radiológico a las pruebas, las cuales son visualizadas en terminales sin características adecuadas para el diagnóstico. Los pacientes, exigen casi siempre las pruebas, sin disponer de información a cerca de ellas. Aun existiendo normativas, recomendaciones y formación a todos los niveles sobre Protección Radiológica al colectivo médico y que en las publicaciones se refleje el uso de guías, la realidad es que en nuestro ámbito las desconocen o no las usan, olvidándose en muchos casos del principio de justificación y de los posibles efectos de las RRIL. Por ello, es necesaria una intervención encaminada a la formación/información de estos profesionales en PR, proporcionar acceso a las guías de indicación para facilitar la justificación y evitar pruebas innecesarias. Así mismo es necesario mejorarla comunicación entre Atención Primaria y las Unidades de Diagnóstico o bien asegurar la existencia de herramientas de visualización adecuadas, que mantenga la calidad de la imagen para un correcto diagnóstico.

## **RDD-11 PROTOCOLO DE ACTUACIÓN EN TRATAMIENTOS HEPÁTICOS CON Y-90**

**PRIETO MORÁN, D.; GARCÍA FUENTES, J.D.; ESTEVE SÁNCHEZ, S.; MARTÍNEZ ALBALADEJO, M.; DE ANDRÉS GARCÍA, J.C.; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, I.; FERRER GARCÍA, N.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL

Se emplea el radiofármaco TheraSphere suministrado por la empresa BTG, para el tratamiento de tumores hepáticos. Se trata de microesferas de vidrio marcadas con Y-90 de un tamaño entre 20-30µm y una actividad específica de 3.6g/dL. El Y-90 es un emisor beta con una energía media de 0.93 MeV con un periodo de semidesintegración de 64 horas. Debido a la utilización de un isótopo radiactivo en una sala intervencionista del servicio de radiodiagnóstico, se ha desarrollado un protocolo de actuación y formación a todos los profesionales que se ven expuestos con el fin de minimizar la exposición y evitar posibles contaminaciones. Se incluye la adecuación de la sala para que pueda utilizarse una fuente radiactiva, medidas del fondo ambiental antes y después de la intervención, recepción del Y-90, gestión de los residuos, medición y normas para el paciente. Con la implantación del protocolo, el 87% de las intervenciones se desarrollan sin incidentes radiológicos. Los tratamientos con Y-90 el riesgo de contaminación es muy bajo, gracias al sistema de inyección.

## **RDD-12 REDUCCIÓN DE DOSIS A PACIENTE EN TC DE TÓRAX MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS CLÍNICOS Y TÉCNICOS**

**LAGO MARTÍN, J.D.; MORENO CANO, R.; FERNÁNDEZ LARA, A.A.; BUADES, M.J.; TOBARRA GONZÁLEZ, B.M.**

H.C.U. VIRGEN DE LA ARRIXACA

Se creó un grupo de trabajo formado por radiofísicos, radiólogos y técnicos para trabajar en la optimización de protocolos de tórax en tomografía computarizada. En este trabajo presentamos la forma en que abordamos el problema de optimización, el procesoseguido para conseguirla y los resultados obtenidos. También se compara el nivel de optimización alcanzable en TC con métodos de reconstrucción iterativos respecto a los que usan el sistema clásico de retroproyección filtrada (FBP). La optimización se realiza sobre dos TC del servicio de radiodiagnóstico y sobre los protocolos de tórax más usados. En total son 4 protocolos para un TC y 5 para el otro. En conjunto representan un 42,5% sobre el total de estudios de TC y el 86,7% sobre el total de estudios de tórax. En el TC con métodos iterativos de reconstrucción la reducción de los parámetros de dosis se sitúa en torno al 50% tanto en CTDIvol como en DLP (-51,2% ± 6,4% para CTDIvol y -48,6% ± 7,2% para DLP). El TC con FBP muestra un bajada menor (-18,1% ± 4,9% para CTDIvol y 3,4% ± 7,6% para DLP). Comparando los resultados de ambos TC puede verse como los algoritmos iterativos permiten un mayor aumento del ruido sin afectar a la calidad de la imagen frente a los algoritmos FBP. También se constata la importancia de mantener constante la concienciación de los radiólogos pues ante un aumento del ruido en las imágenes tienen a pedir técnicas con más dosis. Hemos comprobado como es posible conseguir una bajada de dosis a paciente importante mediante la colaboración de todos los estamentos implicados en el proceso de radiodiagnóstico y protección radiológica.

### **RDD-13 REVISIÓN DE PROTOCOLOS TC PARA LA REDUCCIÓN DE DOSIS EN CRISTALINO Y MAMA DURANTE EL TOPOGRAMA**

**PRIETO MORÁN, D.; GARCÍA FUENTES, J.D.; ESTEVE SÁNCHEZ, S.; MARTÍNEZ ALBALADEJO, M.; DE ANDRÉS GARCÍA, J.C.; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, I.; FERRER GARCÍA, N.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL

Se ha evaluado la contribución a la dosis superficial, del posicionamiento del tubo de rayos X en un TC durante el topograma previo al estudio, centrando este trabajo en la dosis en cristalino y mama por ser órganos superficiales especialmente radiosensibles. Se realizan las medidas empleando dos maniqués de metacrilato, uno de cabeza y otro de cuerpo, centrándose acorde a la situación real de un paciente. Sobre ellos se coloca el detector de semiconductor dirigido a la posición del tubo. Se toman lecturas de dosis para las posiciones a 0° (tubo arriba) y para las posiciones a 180° (tubo abajo), para cada uno de los maniqués, representando medidas para cristalino y mama. Con el fin de valorar la contribución del topograma al estudio completo se evalúa la dosis recibida durante la serie axial más habitual para cráneo, inclinando ligeramente el TC, como los técnicos tienen protocolizado, protegiendo así el cristalino sin perder la información diagnóstica buscada. La dosis superficial de entrada recibida en los órganos superficiales de cristalino y mama, se ve claramente reducida con la colocación del tubo de rayos X a 180° durante el topograma

### **RDD-14 SENSIBILIDAD DE LA CUÑA ESCALONADA DE GRISES DEL MANIQUI TORMAX PARA DETECTAR CAMBIOS EN LA TENSIÓN DEL TUBO EN UN EQUIPO DE MAMOGRAFÍA DIGITAL LORAD SELENIA**

**MARTÍN GONZÁLEZ, T.; RUIZ POMAR, J.; GARCÍA LOBATO, F.E.; LOPE LOPE, R.; SÁNCHEZ MERINO, G.; CORTÉS RODICIO, J.; GARCÍA FIDALGO, M.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA

El maniqué TORMAX de Leeds se utiliza para controles de la calidad de la imagen en mamografía. En este trabajo se estudia otro posible uso de la imagen obtenida. Se definen en la imagen de la cuña de grises de diez escalones contenida en el objeto de testeo índices de contraste y se estudia su sensibilidad para detectar desviaciones de la tensión del tubo del orden de  $\pm 1$  kV, la tolerancia en la exactitud de la tensión según el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico. Los resultados preliminares son negativos, el índice de contraste solo no es sensible para detectar cambios en el kilovoltaje del tubo de este orden.

### **RDD-15 SKIN ENTRANCE DOSE RATE AND EFFECTIVE DOSE ESTIMATION IN FLUOROSCOPICALLY GUIDED PROCEDURES PERFORMED AT OPERATING THEATRES WITH MOBILE C-ARM UNITS**

**CHAMORRO SERRANO, P.; GARCÍA CASTAÑÓN, P.; POZO RODRÍGUEZ, G.; VEGA ROMÁN, C.; ESPAÑA LÓPEZ, M.L.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PRINCESA

Over the last years, there has been marked growth in the number of fluoroscopically guided procedures performed with mobile C-arm units in our hospital. Monitoring patient exposure has become an important issue, in order to establish the potential benefit-risk ratio for these procedures as well as dose reference levels. Nevertheless, in operating theatres there are many mobile C-arm unit models which do not include exposure measurement devices. In this study, a method to estimate Skin Entrance Dose Rate (SEDR) and Effective Dose (ED) has been proposed and applied to four different procedures. Patient EDs are very low for the most common procedures, however some urology procedures should be considered as high level dose procedures.

### **RDD-16 SOBRE EL USO DEL ALGORITMO DE SUPERPOSICIÓN EN DOSIMETRÍA DE PACIENTES EN RADIOLOGÍA**

**MIÑANO HERRERO, J.A. (1); ROLDAN ARJONA, J.M. (1); MARÍNEZ LUNA, R.J. (1); SARSA RUBIO, A.J. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO REINA SOFÍA; (2) UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

En este trabajo se muestran algunos de los aspectos sobre el uso del algoritmo de superposición en el cálculo de dosis a pacientes en radiología. Los núcleos de convolución para el agua en las energías 60, 100 y 135 keV se simularon utilizando el código Geant4 de Monte Carlo (MC). Los núcleos de convolución son validados comparando sus fracciones de energía primaria y retrodispersión con los valores de estas cantidades encontrados en la literatura. Un programa en C++ fue desarrollado para producir por superposición curvas de dosis en profundidad y sus incertidumbres expandidas en agua y pulmón en un maniqué homogéneo de 30x30x30 cm<sup>3</sup>. Las curvas en pulmón se calcularon mediante escalado de los núcleos de convolución del agua. Las curvas también se calcularon mediante MC como referencia. La diferencia promedio entre ambos métodos de cálculo es de un 3%. Los valores se encuentran por debajo del 7% de exactitud recomendado en el documento ICRU 74 de dosimetría de pacientes en radiología lo que indican la validez del algoritmo de superposición en estos cálculos.

### **RDD-18 USO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE REGISTRO DE DOSIS (DOSEWATCH) EN UN EQUIPO DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA**

**SANTOS RUBIO, A.; LUIS SIMON, F.J.; FAJARDO CASCOS, M.; SANCHEZ CARMONA, G.; MERCHANT GARCIA, E.; CUEVAS RODRIGUEZ, P.; RODRIGUEZ ROMERO, R.; HERRADOR CORDOBA, M.**

HOSPITAL VIRGEN DEL ROCIO

El conocimiento de las dosis impartidas a la población por el uso de la tomografía computarizada se hace cada vez más necesario dado el importante incremento del número de estos estudios en los últimos años y la elevada

dosis que imparten. Recientemente se ha adquirido en nuestro centro un sistema automático de registro de dosis que se ha conectado a un TC dedicado en gran parte a estudios pediátricos. En este trabajo presentamos los primeros resultados obtenidos del sistema de registro automático de dosis, determinamos nuestros niveles de dosis que comparamos con niveles de referencia nacionales e internacionales, y analizamos la evolución temporal del producto dosis-longitud (DLP) promedio para detectar posibles errores o áreas de mejora. Todo ello paracada tipo de estudio y grupos de edad (0, 1,2,3-5,6-11,12-18 y adultos). Evaluamos la validez del sistema de registro automático de dosis a paciente contrastándolo con medidas ionométricas del Índice de dosis volumétrico (CTDIvol) y del producto dosis-longitud (DLP). Todo ello para cada tipo de estudio y grupos de edad (0, 1,2,3-5,6-11,12-18 y adultos) Los valores obtenidos en este trabajo están de acuerdo a los niveles de referencia publicados. Detectamos un aumento considerable de la dosis total en estudios de abdomen en los últimos dos trimestres; sin embargo una vez realizado el análisis más detallado se vio que ello no era debido a un cambio en los procedimientos o al aumento de la dosis por estudio realizado, sino que había aumentado significativamente el número de exploraciones en adultos, que contribuyen más a la dosis total impartida. Se concluye que el sistema de registro automático de dosis a paciente es de gran utilidad para la optimización de los procedimientos, facilitando la detección de problemas.

## **RDD-19 VERIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE CALIDAD DE IMAGEN DEL PROTOCOLO ESPAÑOL DE CONTROL DE CALIDAD EN RADIODIAGNÓSTICO UTILIZANDO UN MANIQUÍ ALTERNATIVO**

**SÁNCHEZ NORIEGA, K.; CORPAS RIVERA, L.; SANMARTÍN SÁNCHEZ, S.**

GESTISA

Las tolerancias de algunas pruebas del Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico 2011 (PEC-CR) están expresadas en términos de espesor de disco de oro, en alusión directa al maniquí CDMAM. En este trabajo se emplea el maniquí mam/digi EPQC, comercializado por QUART, como una alternativa para realizar dichas pruebas y se correlacionan los resultados con las tolerancias actuales del PECCR. La puntuación del maniquí mam/digi EPQC se basa en la visualización de anillos de Landolt de aluminio de dimensiones submilimétricas. Para la correlación de esta puntuación con el espesor umbral del disco de oro de 0,1 mm de diámetro se utilizan los resultados del artículo publicado por Hugo de las Heras et al. (Phys. Med. Biol. Vol. 58 2013 L17-L30). Dicho artículo comparte la filosofía que se siguió en su día para establecer el espesor umbral del disco de oro: la correspondencia de los valores promediados sobre una muestra de resultados. Estos resultados, obtenidos para un mamógrafo digital de tipo CR, forman parte del Estado de Referencia Inicial del equipo, realizado por GESTISA y que se ha adjuntado al Programa de Garantía de Calidad presentado por el titular ante la Dirección General de Ordenación e Inspección de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid. Los resultados de las pruebas realizadas con el maniquí mam/digi EPQC han sido aceptados positivamente por la misma, como parte del proceso de evaluación de dicho Programa de Garantía de Calidad.

## **RDD-21 COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE IMAGEN Y LA DOSIS DE DOS EQUIPOS DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (TC)**

**MOLINA LÓPEZ, M.Y.; CASTRO NOVAIS, J.; PARDO PÉREZ, E.; RUIZ MAQUEDA, S.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN MADRID (S<sup>o</sup> RADIOFÍSICA Y PR)

Se compara la calidad de imagen y la dosis de dos equipos de Tomografía Computarizada (TC), para ello se realizan diferentes estudios de TC utilizando el maniquí de calidad de imagen Catphan. Se compararon las técnicas de los protocolos Cráneo Adulto axial de ambos equipos, con el objetivo de verificar que la calidad de imagen y la dosis son similares. Los dos equipos que se comparan tienen características diferentes en lo que respecta a matriz de detectores, selección de la colimación, kV, mAs, entre otros, lo que complica su comparación. Tras el análisis se concluye que para un mismo índice de dosis en TC (CTDIvol), ambos equipos proporcionan una calidad de imagen diagnóstica comparable.

## **RDD-23 CONTRASTE DE FASE "IN-LINE": SIMULACIÓN DE LAS CONDICIONES EXPERIMENTALES**

**GARCÍA PINTO, D.; CHEVALIER, M.**

FÍSICA MÉDICA, DPTO. DE RADIOLOGÍA, FACULTAD DE MEDICINA. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

La modalidad de obtención de imágenes por contraste de fase ha experimentado un avance muy importante en los últimos años. En la actualidad existen varias alternativas para obtener imágenes en esta modalidad. Una de ellas es la denominada contraste de fase "in-line" (PCI) que se caracteriza por su mayor simplicidad y facilidad para ser implementada. Su principal aplicación son los objetos que presentan una baja atenuación del haz de rayos X como son muchas de las estructuras y/o tejidos biológicos. El dispositivo experimental analizado en este trabajo consta de una fuente de rayos X microfoco con un tamaño del foco que varía entre 20  $\mu\text{m}$  y 130  $\mu\text{m}$  en función de la potencia (kVxI) a la que esté operando el tubo. El material del ánodo es tungsteno (W) y la ventana de salida es de berilio (200  $\mu\text{m}$ ). Se dispone de varios filtros de aluminio (Al) y un filtro de plata (Ag) que pueden colocarse en la ventana de salida del tubo. El detector de la imagen es del tipo CMOS con un tamaño de pixel de 50  $\mu\text{m}$ . El tubo de rayos X y el detector están montados sobre plataformas que permiten variar la distancia entre ellos. La simulación realizada se basa en un formalismo matemático desarrollado en trabajos previos de los autores en el que la distribución de intensidad en el plano imagen se obtiene por difracción de Fresnel. Este formalismo ha sido ampliado para tener en cuenta los haces de radiación polienergéticos emitidos por el tubo microfoco de este trabajo cuyos espectros han sido también simulados. Se concluye que la distancia fuente-objeto es el parámetro con

mayor impacto en el realce de bordes siendo mejor utilizar factores de magnificación del orden de 2. Asimismo, los haces generados con 30 kV y 0,1 mm de Al son los que proporcionan una mayor realce.

### **RDD-26 DOSIMETRÍA ONLINE APLICADA A TC. ESTABLECIMIENTO DE NIVELES DE DOSIS DE REFERENCIA.**

**GARCÍA CASTAÑÓN, P.; CHAMORRO SERRANO, P.; POZO RODRÍGUEZ, G.; ESPAÑA LÓPEZ, M.L.**

SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, H.UNIVERSITARIO LA PRINCESA, MADRID

Los procedimientos de TC se consideran como estudios de alta dosis, por lo que el establecer niveles de dosis de referencia diagnósticos (NRD) a nivel local es una acción prioritaria para la justificación y optimización de los mismos. El estudio se ha realizado en dos equipos de TC, uno de ellos ubicado en el Servicio de Urgencias, en un hospital universitario, sobre una muestra de 17000 pacientes registrados durante un año. Se han seleccionado los seis procedimientos más habituales en cada equipo, siendo el más frecuente el TC cerebral en los dos equipos considerados. Para la explotación de los datos dosimétricos se ha utilizado la herramienta de gestión dosimétrica DoseWatch. Se han calculado el promedio y tercer cuartil del producto dosis longitud (DLP) para cada tipo de estudio, como base para establecer los NRD. Así mismo se ha analizado el porcentaje de dosis anómalas registradas, encontrando el doble de alertas en el equipo de urgencias (6%). Los NRD obtenidos se han comparado con los propuestos en otros países, aunque para algunos procedimientos, como abdomen, aún siendo muy frecuentes, no se ha podido establecer un NRD por la gran variedad de procedimientos realizados bajo esa misma descripción.

### **RDD-28 DOSIS DE RADIACIÓN EN PROCEDIMIENTOS DE RADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA**

**LARRETxea ETXARRI, R.; IRIONDO IGERABIDE, U.; PUÉRTOLAS HERNÁNDEZ, J.R.; LOZANO FLORES, F.J.; PINO LEÓN, C.; LARREA PEÑA, J.A.**

H.U. DONOSTIA

El objetivo de este estudio es estimar las dosis impartidas a los pacientes sometidos a dos pruebas rutinarias y frecuentes de radiología intervencionista (RI) realizadas en el Hospital Universitario Donostia (HUD), y a medio plazo establecer los adecuados niveles de referencia locales (NRD), que nos permitan compararnos con otros centros similares. Las dos exploraciones seleccionadas son: Angiografía cerebral de diagnóstico (AC) y Quimioembolización hepática como terapia (QH). En total se han recogido datos de 114 casos en AC y 34 para la QH. Los datos recogidos han sido: tiempo de fluoroscopia (T), número de exposiciones (N), Kerma en aire en el punto intervencionista (KA) y el producto Kerma-Area (PKA).

### **RDD-30 DOSIS GLANDULAR PROMEDIO EN MAMOGRAFÍA: COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE IMAGEN.**

**DÍEZ GALLEGU, M.A. (1); HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J. (1); GÓMEZ GONZÁLEZ, N. (1); GARCÍA REPISO, S. (1); CONS PÉREZ, N. (1); GARCÍA LEDESMA, J. (1); MONTES FUENTES, C. (1); GÓMEZ LLORENTE, P.L. (1); NOSTI RUEDA, B. (2)**

(1) H. UNIVERSITARIO DE SALAMANCA; (2) UTPR MANUEL NOSTI, S.L.

Evaluación y comparación de la Dosis Glandular Promedio (DGM) en diferentes mamógrafos digitales directos (DR) y de radiografía computarizada (CR). Se compara la dosis calculada para diferentes espesores de Polimetilmetacrilato (PMMA) de 7 mamógrafos digitales directos y 13 de CR. Se observa que para espesores de mama pequeños la Dosis Glandular Promedio en mamógrafos digitales directos es superior a los de CR, mientras que para espesores mayores ocurre lo contrario. Asimismo, se compara la Dosis Glandular Promedio en mamógrafos digitales directos de distintos ánodos (W y Mo) y también se intercomparan distintas casas comerciales en aquéllos con sistema de imagen de radiografía computerizada.

### **RDD-31 DOSIS IMPARTIDAS A PACIENTES EN EL SERVICIO DE LITOTRICIA DEL HUA**

**MARTÍN GONZÁLEZ, T.; RUIZ POMAR, J.; LOPE LOPE, R.; SÁNCHEZ MERINO, G.; CORTÉS RODICIO, J.; GARCÍA FIDALGO, M.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA

La litotricia extracorpórea por ondas de choque es un tratamiento no-invasivo que utiliza ondas de sonido para fragmentar los cálculos en el riñón, la vejiga o el uréter. Para localizar la piedra y dirigir allí las ondas de choque se puede utilizar un tubo de rayos X que nos permitirá colocar la piedra en el punto focal del equipo. En este trabajo determinamos unos niveles de referencia de dosis, en forma de producto dosis-área, a partir de datos recogidos en más de 100 pacientes que se sometieron a litotricia en el Servicio de Urología del HUA durante más de tres meses. Estos datos se pueden tomar como valores de referencia para futuras comparaciones.

### **RDD-34 ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES DETECTORES PLANOS DE USO CLÍNICO**

**NIEBLA PIÑERO, A.; VÁZQUEZ VARELA, P.; ESPINOSA LÓPEZ, D.; JIMÉNEZ ALARCÓN, J.I.; HUSILLOS GONZÁLEZ, F.; CHAPEL GÓMEZ, M.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO NUESTRA SEÑORA DE CANDELARIA

El objetivo del estudio es comparar diferentes detectores planos de uso clínico. Para ello, hemos optado por la calidad de imagen como factor diferencial, siendo la Eficiencia de Detección Cuántica (DQE) el mejor parámetro para su caracterización. Su cálculo, y propiedades, será el centro de la realización del trabajo. Para su obtención, se trabajó bajo las condiciones de la norma de la IEC 62220-1. Durante el estudio, hemos trabajado con tres diferentes



detectores planos de tres casas comerciales distintas: GE, Phillips y Siemens. Lo que nos permitió poder comparar equipos con diversas características. Además, se hizo un estudio pormenorizado del espectro de Wiener para cada panel, tanto en función de la frecuencia espacial, como de la dosis recibida en el panel.

### **RDD-36 ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD ANUAL DE CAE FRENTE A LA CALIDAD DE IMAGEN EN MAMOGRAFÍA.**

**RAMOS, D.; PUCHADES, V.; SERNA, A.; MATA, J.F.; EGEA, L.; AGÜERA, J.**

SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE SANTA LUCÍA, CARTAGENA

En este estudio se analizan los resultados obtenidos durante los controles semanales esenciales que marca el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico, realizados durante el año de 2014. Se busca obtener una tendencia global anual para el deterioro que podría sufrir la calidad de imagen cuando en CAE se mantiene constante, y cuantificar de alguna forma este deterioro. Se observa que el KASE es prácticamente constante a lo largo del año y la RSR tiende a sufrir un ligero descenso con el paso de las semanas y su consecuente uso. Esto nos permite tener una relación predictiva del límite máximo de uso del detector para nuestra carga de trabajo.

### **RDD-37 ESTUDIO DE LOS INDICADORES DE DOSIS AL PACIENTE EN RADIOLOGÍA MEDIANTE LA HERRAMIENTA DOSEWATCH**

**RODRIGUEZ LOPEZ, B.; SINTES GARRIGA, M.; MARTINEZ VALDIVIA, J.; FONT GELABERT, J.; ARIÑO GIL, A.**

HOSPITAL SON ESPASES

Se analizan los indicadores de dosis obtenidos de almacenar durante 3 años datos de las modalidades de TC, angiografía, radiografía convencional y mamografía utilizando la herramienta de General Electric DoseWatch. La herramienta DoseWatch de General Electric (GE) es un software a modo de web en el que se registran las dosis recibidas por los pacientes de manera individualizada. Los equipos conectados a DoseWatch, emiten un informe cada vez que se termina una exploración con la información DICOM de la adquisición, en la que se encuentra entre otros datos la técnica utilizada y la dosis estimada por el equipo. Se realiza un análisis estadístico de los datos recogidos hasta Febrero de 2015, estudiándose un total de: - TC: 16837 pacientes adultos + 2292 pacientes pediátricos -Angiografía: 2292 pacientes -Radiografía convencional: 14223 pacientes adultos + 9804 pacientes pediátricos -Mamografías: 16663 pacientes Los indicadores de dosis calculados para las distintas modalidades se encuentran por debajo de los de referencias publicadas en la bibliografía. Desgraciadamente para la modalidad de angiografía los protocolos no son almacenados aún por DoseWatch por lo que resulta complicado realizar un análisis estadístico. DoseWatch resulta ser una herramienta muy útil para el control y optimización de la dosis recibida por los pacientes en Radiología. Puede ser mejorada mediante una especialización a la hora de definir y analizar protocolos.

### **RDD-38 ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LA DOSIS Y LA CALIDAD DE IMAGEN EN SALAS DE RAYOS X DE USO GENERAL**

**GIL CONDE, M.; ORTIZ LORA, A.; FERNÁNDEZ MOLINA, D.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN MACARENA

Este estudio analiza las técnicas radiográficas que se emplean en estudios de abdomen AP en distintas salas de rayos X de una misma área hospitalaria. Para ello, se ha evaluado la dosis en superficie de entrada a paciente y la calidad de la imagen obtenida con las técnicas radiográficas habituales en cada sala, ya sean manuales o mediante control automático de exposición. A su vez, se ha realizado un análisis similar con las técnicas automáticas programadas en los equipos. Las magnitudes utilizadas para este análisis han sido la dosis en superficie de entrada a paciente y el índice de calidad IQFin obtenido a partir de las curvas contraste-tamaño del detalle.

### **RDD-40 EVALUACIÓN DE LA ATENUACIÓN DE UN VISOR DE PROTECCIÓN FRENTE A RADIACIÓN DISPERSA EN FLUOROSCOPIA**

**ANTÓN GARCÍA, D.; AGULLA OTERO, M.; TORRES CABRERA, R.; ANDRÉS RODRÍGUEZ, C.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO RÍO HORTEGA

La protección del cristalino de los trabajadores profesionalmente expuestos a radiaciones ionizantes ha cobrado especial importancia. En este trabajo se evalúa en condiciones comparables a las de trabajo habitual en fluoroscopia la atenuación de una máscara de protección consistente en un visor plástico con una atenuación equivalente a 0.1 mm Pb que cubre la mayor parte de la cara. Para reproducir las condiciones clínicas se empleó un equipo multifunción Philips OmniDiagnost Eleva sobre un maniquí de PMMA que hizo de elemento dispersor. Se utilizó la configuración y la técnica habitual en intervencionismo. La cabeza del profesional se simuló con un maniquí cilíndrico de cráneo de PMMA colocado a 1 m del centro dispersor. Se eligieron tres orientaciones de incidencia de la radiación dispersa hacia el maniquí de cráneo: 0°, 45° y 90°. Para cada una se efectuaron exposiciones fluoroscópicas sobre el maniquí de cráneo, con y sin visor. En cada exposición se colocó un TLD de LiF sobre el maniquí de cráneo en la posición aproximada del cristalino. Cada TLD fue recogido una vez finalizada cada exposición y posteriormente leído. A partir de las lecturas de los TLD se obtuvieron los siguientes factores de atenuación: 63% para 0°, 60% para 45° y 55% para 90°. La protección que ofrece este modelo de visor en exposición frontal es menor que la que ofrecen la mayoría de modelos de gafas que cuentan con atenuaciones equivalentes superiores, sin embargo es comparable en las orientaciones oblicuas que se dan en la práctica clínica.

## RDD-41 ¿LA PRUEBA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MODULACIÓN DE CORRIENTE DEL PECCR ES SUFICIENTE?

**PÉREZ ÁLVAREZ, M.E.; TORRES DONAIRE, J.; CARRASCOSA FERNÁNDEZ, C.B.; GIL AGUDO, A.; ARJONA GUTIÉRREZ, J.; ZAPATA JIMÉNEZ, J.C.; ÁVILA GRAJALES, M.L.;**

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE CIUDAD REAL

Objetivos Determinar si "TC019.- Funcionamiento del sistema de modulación de corriente", es suficiente para un control de calidad óptimo. Material y método Se realiza la prueba TC019 con el equipo DISCOVERY STE de GE con sistema de modulación SmartmA. A. Metodología recomendada por el PECCR Con los maniqués dosimétricos de cabeza y cuerpo colocados de forma contigua y centrados en el isocentro, comprobar que los valores de intensidad mostrados por el equipo en cada rotación deberán ser distintos entre los cortes que afectan al maniquí de cuerpo y los que afectan al de cabeza. B. Metodología alternativa a la del PECCR Con un maniquí de láminas de agua sólida colocadas en escalera, comprobar que los valores de intensidad en cada rotación difieren entre los cortes correspondientes a distintos espesores. Con el maniquí de GE de calidad de imagen, comprobar que el nivel de ruido escogido en el estudio es consistente con el que aparece en las imágenes. Resultados A. Metodología recomendada por el PECCR La prueba confirma que el sistema de modulación de dosis funciona de forma adecuada según los parámetros exigidos por el PECCR. B. Metodología alternativa a la del PECCR Se comprueba que el sistema de modulación de dosis no está funcionando como se esperaba para espesores inferiores a 5cm y superiores a 18cm. El nivel de ruido varía inversamente proporcional a la intensidad al cuadrado. Conclusión En este equipo no salta ningún aviso si el equipo no es capaz de llegar al nivel de ruido exigido. Simplemente satura el parámetro intensidad haciendo que la modulación de dosis no funcione correctamente. Para asegurarse un correcto funcionamiento de este tipo de sistemas de modulación de dosis es muy importante, al menos con una frecuencia inicial, seguir un protocolo de control de calidad más exhaustivo que el del PECCR.

## RDD-43 ALERTAS Y MAPAS DE DOSIS EN TRATAMIENTOS DE RADIOLOGÍA VASCULAR

**TOBARRA GONZALEZ, B.; RUIZ MORALES, C.; BUADES FORNER, M.J.**

H.C.U. VIRGEN ARRIXACA

La información que proporcionan los sistemas de registro de dosis en procedimientos vasculares complejos de la dosis piel pico, con la inclusión de alertas cuando se superan parámetros umbrales, permite anticipar la aparición de efectos en piel y es una ayuda para optimizar la técnica usada por el radiólogo. Se comparan dos casos de embolización uterina, uno de ellos con radiodermatitis. Se generó una alerta con un valor de Kair de 9872 mGy y un valor de DAP de 1.645.101 mGy.cm<sup>2</sup>, (tiempo de fluoroscopia 2838s y 164 series). En el mapa de incidencia se observa una región con Kair > 7,2 Gy en RAO 35°, correspondiente a la incidencia sobre la nalga izquierda de la paciente. En el caso B, la alerta era por un valor de Kair de 5327 mGy y un DAP de 1.290.449 mGy.cm<sup>2</sup> (tiempo de fluoroscopia 3096s y 201 series). Se observa en el mapa de incidencia que la radiación se reparte uniformemente en dos regiones, ninguna de las cuales supera los 3 Gy. Se constata la eficiencia del programa de gestión y se comprueba la relevancia de los mapas de incidencia de dosis. Sólo deberían establecerse alertas para umbrales de pico de dosis piel. Estos resultados han involucrado y concienciado a los radiólogos intervencionistas de los efectos de la radiación y la importancia de la distribución superficial de ésta.

## RDD-44 ANÁLISIS DE DOSIS Y PROPUESTA DE NUEVOS PROTOCOLOS DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN PEDIATRÍA.

**MOLINA LÓPEZ, M.Y. (1); CASTRO NOVAIS, J. (1); PARDO PÉREZ, E. (1); JIMÉNEZ DE LA PEÑA, M.M. (2); RUIZ MAQUEDA, S. (1)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN MADRID [S<sup>o</sup> RADIOFÍSICA Y PR]; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN MADRID [S<sup>o</sup> DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN]

Se analizan las dosis en Tomografía Computarizada (TC) para los estudios de cráneo en pacientes pediátricos. Tras su evaluación, se propone como objetivo la elaboración de protocolos pediátricos, con el fin de optimizar las dosis, siempre que la calidad de imagen diagnóstica lo permita. Se recogen los datos para el análisis de la dosis en pacientes pediátricos de unos 150 pacientes, 80 de ellos con protocolo cráneo. Tras el análisis de los estudios nos centramos en el análisis del protocolo cráneo por ser el más utilizado y el que más diferencias de dosis presenta entre los diferentes turnos de trabajo. Para la optimización se usa el método propuesto por el artículo de C.J. Kotre, en el que se usa el protocolo adulto para la optimización del protocolo pediátrico, manteniendo constante la relación señal ruido. Tras la verificación del método, se elaboran nuevos protocolos pediátricos, teniendo en cuenta el perímetro cefálico del niño, con el fin de optimizar las dosis sin perder calidad de imagen diagnóstica.

## RDD-45 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE IMÁGENES 4DCT ADQUIRIDAS EN MODO HELICOIDAL RETROSPECTIVO

**CASTRO TEJERO, P. (1); MARTÍNEZ ORTEGA, J. (1); RODRÍGUEZ ROMERO, R. (1); GARAYOA ROCA, J. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA; (2) HOSPITAL FUNDACIÓN JIMÉNEZ DÍAZ

INTRODUCCIÓN La adquisición con sincronización respiratoria 4DCT mediante técnica retrospectiva helicoidal de bajo pitch permite la reconstrucción de múltiples CT en diferentes fases del ciclo respiratorio. El objetivo del presente trabajo es evaluar la calidad de las imágenes 4DCT obtenidas en distintos momentos del ciclo respiratorio comparándola con la obtenida en condiciones de reposo, 3DCT, aplicando una técnica de igual dosis. MATERIAL Y MÉTODOS Se realiza una adquisición 4DCT con el equipo TC multicorte Aquilion LB y el sistema de sincroniza-

ción respiratoria RPM de Varian, sobre el maniquí Catphan 500 colocado sobre una plataforma plana que realiza un movimiento armónico simple de 15 respiraciones por minuto y una amplitud de movimiento de 20 mm. Se reconstruyen 4 fases del ciclo respiratorio: 0%, 25%, 50% y 75% (siendo 0% y 50% las fases extremas del ciclo y 25% y 75% fases intermedias). Se realiza otra adquisición con el maniquí en reposo, 3DCT, y en condiciones de igual dosis. Los parámetros analizados son: relación densidad-UH, linealidad espacial, PSF, SSP, uniformidad, efecto cupping y ruido. RESULTADOS Y DISCUSIÓN No se observan discrepancias apreciables entre los distintos momentos del ciclo respiratorio, ni en relación a los resultados obtenidos en reposo para los parámetros analizados excepto el SSP y el ruido. La resolución en el eje longitudinal es menor en las fases intermedias, probablemente relacionado con la mayor velocidad de movimiento en dichos momentos. Por otro lado, existen diferencias apreciables entre 3DCT y 4DCT al comparar los índices de ruido, presentando un notable aumento de ruido los estudios 4DCT en cualquiera de las fases, debido principalmente al menor muestreo de proyecciones de dicha técnica. CONCLUSIÓN La calidad de las imágenes obtenidas mediante 4DCT presenta una clara deficiencia respecto al ruido comparada con las obtenidas en reposo aplicando una técnica de igual dosis.

## **RDD-46 ANÁLISIS DE LAS DOSIS IMPARTIDAS EN ESTUDIOS DE MAMOGRAFÍA Y COMPARACIÓN CON LOS INDICADORES DE DOSIS DEL EQUIPO**

**EUGUI, R.; GARCÍA-ACILU, P.; MARTÍNEZ, L.C.; ROT, M.J.; GILARRANZ, R.; DELGADO, J.M.**

*H.U. 12 DE OCTUBRE*

Este trabajo consiste en analizar la dosis en la superficie de entrada (DSE) y dosis glandular media (DGM) impartidas a una serie de pacientes en estudios convencionales de mamografía digital y compararla con los indicadores de dosis proporcionados por el equipo. Se han obtenido del PACS estudios de mamografía realizados con un mamógrafo digital Siemens Mammomat Inspiration (un total de 904 proyecciones, correspondientes a 224 pacientes). A partir de los valores de rendimiento y de capa hemirreductora medidos para este mamógrafo, se han calculado la DSE y la DGM. Observamos que las dosis administradas por este mamógrafo son aceptables, y están muy por debajo de los límites establecidos por las guías europeas (en un maniquí de PMMA). Obtenemos, tal y como se ve en Fig.3 y Fig.4 diferencias de entre el 20% y el 30% para la DSE, siendo el valor indicado por el equipo menor que el real y diferencias del orden de 15% para la DGM siendo la indicada mayor que la medida para espesores pequeños y menor para espesores grandes. Las diferencias observadas en la DSE nos llevan a pensar que el equipo está utilizando para los cálculos una tabla de rendimientos que no se corresponde con la real y que debería ser actualizada según los valores de rendimiento medidos.

## **RDD-47 APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA 2013/59 EURATOM EN RADIOLOGÍA CONVENCIONAL DIGITAL PEDIÁTRICA.**

**PLAZA NÚÑEZ, R.; ALEJO LUQUE, L.; CORREDOIRA SILVA, E.; SERRADA HIERRO, A.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PAZ*

RESUMEN La nueva Directiva 2013/59 Euratom requiere el registro de las dosis individuales recibidas por los pacientes en exploraciones de radiodiagnóstico. En aplicación de dicha directiva, se ha utilizado un software de gestión de dosis (DoseWatch®, General Electric) y se han obtenido los Niveles de Referencia Diagnósticos (NRD) en las exploraciones más habituales de una sala de radiología digital convencional pediátrica, para diferentes rangos de edad. Con este sistema ha podido detectarse un problema de Protección Radiológica en la exploración Tórax PA/AP para niños menores de 1 año, con dosis típicas mayores que las recomendadas por la Comisión Europea (1996). Esta situación había pasado desapercibida aplicando la legislación vigente, RD 1976/1999, donde la verificación de dosis impartidas a pacientes en salas dedicadas a exploraciones simples se determina eligiendo la exploración más frecuente, tomando como mínimo una muestra de diez estimaciones. En aplicación del criterio ALARA es exigible por tanto actuar sobre el proceso global de adquisición de imágenes radiográficas en dicha exploración, analizando las causas del problema e iniciando a continuación el correspondiente proceso de optimización. Para la realización de dicho proceso y aplicación de la nueva Directiva 2013/59 Euratom, es imprescindible la utilización de un sistema automático de gestión de dosis como DoseWatch® que permita el registro y manipulación estadística tanto de los datos dosimétricos generados por el equipo como de los datos demográficos de los pacientes, incluyendo la edad y el peso. Por otro lado, es esencial que dichos programas permitan la aplicación de factores de corrección a la dosis obtenidos experimentalmente.

## **RDD-48 APLICACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE REGISTRO DE DOSIS EN LA OPTIMIZACIÓN DE DOSIS A PACIENTE EN CT**

**PINTO MONEDERO, M.; MARTÍ ASENJO, J.; FERNÁNDEZ LETÓN, P.; PÉREZ DUEÑAS, V.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO MADRID SANCHINARRO*

La dosis impartida a pacientes en pruebas de TC es una preocupación presente dada la evolución creciente del número de estudios TC y su contribución a la dosis colectiva. En consecuencia, disminuir las dosis a los pacientes sin perder el valor diagnóstico de imagen, es una prioridad en muchos centros. El objeto de este estudio es demostrar la utilidad de un sistema automático de registro y gestión de dosis a paciente en la reducción de dosis mediante la optimización de los protocolos de TC. Se ha utilizado un sistema de registro automático de dosis a paciente en pruebas diagnósticas, que adquiere de la cabecera DICOM la información más relevante de los estudios. En uno de los TC se procedió a optimizar el protocolo destinado a hacer estudios cerebrales, ya que la media de la distribución del DLP se hallaba por encima del DRL europeo. La optimización se produjo en dos pasos: primero,

cambiando el valor del pitch desde 0.64 a 0.83, y segundo, cambiando los mA desde 300 a 200. Se analizó el impacto en los indicadores de dosis mediante el sistema de registro de dosis. Se realizaron 3090 estudios con el protocolo "Cerebral". Inicialmente se cambió del valor del pitch desde 0.64 a 0.83. Analizando todos los estudios previos y posteriores al cambio, se observó una disminución en el DLP promedio de 1451.6 a 1163.2 mGy.cm. En el cambio posterior, se ajustaron los mA desde 300 a 200 mA, reduciéndose el promedio del DLP hasta 803.1 mGy.cm. La variación de parámetros de adquisición (pitch, mA) ha supuesto una disminución del 45% del DLP para las exploraciones craneales. El sistema de registro de dosis ha permitido evaluar estadísticamente el impacto de los cambios en el protocolo. En conclusión, los sistemas de registro de dosis se presentan como una potente herramienta para optimizar y reducir las dosis al paciente.

### **RDD-49 APLICACIÓN DEL PROTOCOLO EFOMP DE MAMOGRAFÍA DIGITAL A DISTINTOS EQUIPOS DIGITALES**

**GARCÍA-ACILU, P.; EUGUI, R.; MARTÍNEZ, L.C.; ROT, M.J.; GILARRANZ, R.; DELGADO, J.M.**

*H.U. 12 DE OCTUBRE*

En el año 2014 la EFOMP publica, para su revisión, un protocolo de control de calidad para mamografía digital. En este trabajo se aplica dicho protocolo a dos mamógrafos digitales (DR) de distintas marcas (Mammomat Inspiration de Siemens y Senographe de General Electric), analizando las diferencias entre ellos y los problemas y dificultades que puede encontrarse un radiofísico durante su aplicación. Las medidas de kerma se realizaron con cámara de ionización (10x5-60, RadCal Corporation) y con detector de estado sólido (Barracuda MPD, RTI) para comprobar si los resultados obtenidos con ambos eran similares y evaluar si la utilización de cualquiera de ellos es igualmente válida. Para la calidad de imagen se utilizó el maniquí CDMAM 3.4 (Artinis Medical Systems). En el apartado de caracterización del tubo (rendimiento y capa hemirreductora, HVL) encontramos resultados muy similares con ambos detectores, siendo la diferencia máxima un 7% en los rendimientos y un 5% en HVL. Sin embargo en la determinación de la HVL con el MPD no fue posible seguir estrictamente las indicaciones del protocolo, debido a su dependencia energética, siendo necesario recurrir al software propio del dispositivo (Ocean v.2010). En la evaluación del CAE no encontramos ninguna dificultad reseñable, estando los dos mamógrafos dentro de las tolerancias recomendadas, excepto el modo de optimización de contraste del Senographe que proporcionaba una Dosis Glandular Media superior en espesores de mama pequeños. La linealidad de la función respuesta y predominancia de ruido cuántico se corroboraron sin dificultad en ambos mamógrafos, no así la uniformidad en la cual encontramos algunos problemas en el manejo del plugin COQ de ImageJ recomendado para su análisis. No obstante ambos detectores cumplen las tolerancias establecidas. Finalmente las imágenes del CDMAM se analizaron con el programa CDMAM Analyser v12.5.5, encontrando que las curvas contraste-detalle estimadas para el observador estaban dentro de los límites aceptables.

### **RDD-50 COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE IMAGEN EN DIFERENTES SISTEMAS DE IMAGEN DIGITAL CON USO DE AEC**

**ORTIZ LORA, A.; GIL CONDE, M.; FERNÁNDEZ MOLINA, D.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN MACARENA*

Se ha realizado un estudio en el que se comparan sistemas de imagen digital que son utilizados con control automático de exposición (AEC), tanto de CR como de DR, de distintas casas comerciales. En él se evalúa la calidad de imagen que proporcionan los distintos sistemas (cuantificada a través del índice IQF<sub>inv</sub> obtenido a partir de las curvas de contraste - tamaño del detalle) mediante el uso del maniquí CDRAD y la dosis que exigen los detectores de imagen para obtener esa calidad. Como resultado, se ha observado la diferente respuesta dosis - calidad de imagen entre los distintos sistemas analizados.

### **RDD-52 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE IMAGEN DE EQUIPOS DE MAMOGRAFÍA FFDM MEDIANTE EL MANIQUÍ MAN/DIGI EPQC**

**FERREIROS VÁZQUEZ, N.; MONTEJO ARTECHE, A.; GOMEZ ENRIQUEZ, F.; ALONSO DIAZ, M.; CASTAÑEDA ARRONTE, M<sup>o</sup> J.**

*HUMV*

En la presente comunicación se evalúa la calidad de imagen de cinco unidades de mamografía FFDM con distintas tecnologías de imagen: DR directos, DR indirecto y CR; la evaluación se realiza haciendo uso del novedoso maniquí de imagen man/digi EPQC de la casa QUART. Los criterios empleados son: la relación contraste ruido con láminas de Ti, la función de transferencia de la modulación y el umbral de contraste por observación directa. Se confirma que la medida del umbral de contraste constituye el indicador más completo y se concluye que los equipos DR directos presentan la mejor calidad de imagen para resolver objetos de pequeño tamaño.

### **RDD-53 EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO WRPAC COMO ESTIMADOR DE LA DOSIS MÁXIMA EN PIEL EN PROCEDIMIENTOS DE NEURORRADIOLOGÍA Y RADIOLOGÍA VASCULAR PERIFÉRICA.**

**POZO RODRIGUEZ, G.; GARCIA CASTAÑÓN, P.; CHAMORRO SERRANO, P.; ESPAÑA LOPEZ, M.**

*H.U. LA PRINCESA*

Mediante la herramienta de gestión dosimétrica DoseWatch y los mapas de dosis de radiación que proporciona para los procedimientos Neurorradiológicos y Radiológicos Vasculares Periféricos de nuestro hospital, este estudio trata de evaluar la bondad del parámetro WRPAC (Worst Reference Point Air Kerma) como estimador de la dosis

máxima en piel. A partir del análisis de 655 pacientes durante el periodo de funcionamiento de la herramienta, se observó la existencia de una buena coherencia con estudios anteriores. También se han relacionado los distintos parámetros dosimétricos entre sí, hallando una aceptable correlación entre WRPak y Kerma en Aire acumulado en el punto de referencia intervencionista. Además, comparaciones con estudios anteriores sugieren que el parámetro WRPak es un buen estimador de la dosis máxima en piel.

### **RDD-54 EXTRACCIÓN DE LOS VALORES DE CORRIENTE DEL TUBO EN EXPLORACIONES DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CON MODULACIÓN DE CORRIENTE. APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LAS DOSIS EFECTIVAS EN PACIENTES**

**MARTÍN GONZÁLEZ, T.; RUIZ POMAR, J.; LOPE LOPE, R.; SÁNCHEZ MERINO, G.; CORTÉS RODICIO, J.; GARCÍA FIDALGO, M.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA

Los programas de cálculo de dosis en exploraciones de tomografía computarizada, tales como ImPACT CTDosimetry, necesitan la corriente del tubo para estimar la dosis efectiva que recibe el paciente. En las exploraciones con modulación de corriente en el eje Z la corriente puede variar de un corte al siguiente, por lo que esta no se puede utilizar directamente para el cálculo. Una primera aproximación consiste en calcular la corriente media del estudio e introducir este valor en el software. Un estudio puede consistir en cientos de imágenes. Con el fin de evitar el tedioso trabajo de leer manualmente una por una las imágenes se ha desarrollado una macro en ImageJ que automatiza esta tarea y calcula el valor medio de la corriente.

### **RDD-57 MAMOGRAFÍA ESPECTRAL CON REALCE DE CONTRASTE: ANÁLISIS PRELIMINAR DE CALIDAD DE IMAGEN Y ASPECTOS DOSIMÉTRICOS**

**SÁNCHEZ NORIEGA, K.; CORDONES GUERRERO, J.J.**

H.U. PRÍNCIPE DE ASTURIAS

La mamografía espectral con realce de contraste es una técnica de reciente aplicación en el campo de la mamografía. El procedimiento que se debe seguir comienza inyectando un agente de contraste yodado a la paciente, el cual permite resaltar las zonas de angiogénesis. A continuación, se realizan proyecciones análogas a las de mamografía convencional, pero que incluyen una segunda adquisición con un espectro de energía mayor, especialmente sensible al borde K del yodo. Como resultado, además de la imagen mamográfica convencional, el radiólogo evalúa una imagen recombinada automáticamente que sustrae la estructura de la mamografía de la adquisición de alta energía dicha. En este trabajo se pretende ampliar el conocimiento sobre la calidad de la imagen de esta técnica, especialmente en lo que se refiere a la respuesta en función de la concentración de yodo. Para ello, se evalúan las imágenes obtenidas sobre un maniquí de fabricación propia que contiene distintas concentraciones de yodo. De esta manera, se analizan la dependencia de la relación contraste ruido y el valor de píxel en función de la concentración de yodo para distintos espesores simulados. Además, se estima la dosis que se produce en esta técnica, haciendo hincapié en el incremento de dosis que supone en comparación con una mamografía convencional. En la actualidad, los protocolos de control de calidad existentes carecen provisionalmente de pruebas específicas para la mamografía espectral con realce de contraste. Por tanto, se plantea como alternativa la realización de medidas similares a las presentadas en este trabajo para evaluar la calidad. La relación lineal observada, entre el valor de píxel de la imagen recombinada y la concentración de yodo, abre la posibilidad de que en el futuro se intente cuantificar la captación de contraste.

### **RDD-58 MEDIDA DEL RANGO NO PLANEADO EN TC HELICOIDAL MULTICORTE CON Y SIN COLIMACIÓN ADAPTATIVA**

**GARCÍA LEDESMA, J.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; DÍEZ GALLEGU, M. A.; GARCÍA REPISO, S.; CONS PÉREZ, N.; GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; MONTES FUENTES, C.; GÓMEZ LLORENTE, P. L.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA

Las longitudes irradiadas de los estudios en equipos de tomografía computarizada (TC) helicoidales no coinciden con las longitudes planeadas inicialmente, debido a dos efectos principales: (1) a que la longitud del estudio se define desde el centro del ancho de corte elegido en la adquisición y (2) a que para la reconstrucción del estudio se necesitan datos extras a los obtenidos en la longitud planeada. Ambos efectos producen un rango irradiado mayor al rango planeado. En este trabajo se miden los diferentes rangos extras de distintos equipos CT de nuestro centro hospitalario siguiendo la metodología [1], con diferentes parámetros de adquisición y de reconstrucción, estableciendo las diferencias en dosis efectivas al incluir este sobrerango en las estimaciones. Se comparará este efecto en los equipos CT que disponen de colimación adaptativa, para valorar cuanto consiguen disminuir este sobrerango y cuantificar la reducción de dosis al paciente asociada.

### **RDD-59 MEDIDA EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE MODULACIÓN EN UN EQUIPO TC**

**MONTES URUÉN, A.; CASTRO TEJERO, P.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO

La Función de transferencia de modulación (MTF) es una métrica utilizada habitualmente para describir las propiedades de resolución espacial de un sistema de imagen. Asumiendo que un escáner de Tomografía Computarizada (TC) puede aproximarse a un sistema lineal invariante, la aplicación directa de la Teoría de Sistemas Lineales nos

permite abordar la obtención de la MTF . En el presente trabajo se analizarán 3 métodos diferentes para la obtención de la MTF de un equipo TC. El estudio se basa en las imágenes obtenidas de un maniquí Catphan 600 y un maniquí compuesto de una lámina de Aluminio colocada entre planchas de metacrilato. La adquisición de imágenes se realiza en un TC simulador de 16 cortes Toshiba Aquilion LB. Se analizan los métodos antes mencionados comentando sus ventajas e inconvenientes, además, se expone y analiza un nuevo método basado en la utilización de insertos circulares. Se concluye que este nuevo método basado en insertos circulares, es válido para el estudio de la MTF y proporciona un método fiable y de baja incertidumbre.

### RDD-60 MESA DE BIOPSIA ESTEREOTÁXICA. CARACTERÍSTICAS Y CONTROL DE CALIDAD

**MORILLAS RUIZ, J.; PALOMO LLINARES, R.; CAUDEPON MORENO, F.; PIZARRO TRIGO, F.; NÚÑEZ MARTÍNEZ, L.; SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BURGOS

Existen dos sistemas de biopsia estereotáxica mediante rayos X. El más económico es empleando kits ajustables a mamógrafos estándar. La mayoría de fabricantes los producen para sus equipos. La otra opción es mediante equipos diseñados y dedicados exclusivamente para tal fin. Estos equipos cuyo funcionamiento requiere de la obtención de imágenes mamográficas, aunque no se trate de un mamógrafo estándar, no tienen una metodología de control de calidad definida en el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico (PECCR). El objetivo de este trabajo es analizar las características específicas del equipo de mesa de biopsia prono estereotáxica instalado en nuestro hospital marca Hologic modelo Lorad Multicare Platinum como sistema de imagen radiológico y comprobar hasta que punto es aplicable el control de calidad en mamografía definido en el PECCR para mamógrafos convencionales. La respuesta es múltiple: Hay pruebas que no son aplicables por las diferencias de diseño respecto a un mamógrafo, otras son aplicables pero es necesario redefinir las tolerancias y otras pruebas son aplicables en su integridad.

### RDD-61 MÉTODO DE AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE EXPOSICIÓN EN EQUIPOS DIGITALES

**OLASOLO ALONSO, J.; MIQUELEZ ALONSO, S.; GRACIA OCHOA, M.; GALLARDO RODRIGUEZ, N.; BRAGADO ÁLVAREZ, L.; MARTÍN ALBINA, M.L.; MAÑERU CÁMARA, F.; LOZARES CORDERO, S.; PELLEJERO PELLEJERO, S.; RUBIO ARRONIZ, A.**

COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA

Objetivo: Describir una metodología de ajuste del Control Automático de exposición, CAE, de 4 paneles planos (FP), compensando la dependencia de la respuesta de estos para diferentes calidades de haz. Material y métodos: Se calculan 20 ecuaciones de respuesta del sistema (ERS) para diferentes tensiones (40-120 kV) y diferentes espesores de PMMA (5-25 cm). El kerma en aire sin retrodispersión se mide en condiciones de calibración utilizando una cámara de ionización TM34069 (PTW) y un electrómetro Nomex (PTW). En estas mismas condiciones se obtienen las imágenes con los FP de la marca FujiFilm (modelos DR-ID-200 y DR-ID-611-SE). Resultados: Para cada FP, los coeficientes de la ERS ( $PV=a \cdot \ln(K)+b$ ) se ajustan a un polinomio de grado 3 en tensión y grado 2 en espesor. Tras un primer análisis se observa que basta con parametrizar el término independiente, dejando fijo el valor del término multiplicativo en 1800. El error cometido en la parametrización de los 4 FP es menor de 5% para todos las combinaciones espesor-kV con kermas superiores a 1 uGy. Una vez ajustado el CAE, se realiza una validación dosimétrica del mismo. Las dosis medidas se desvían de las teóricas del ajuste menos de un 10 % y en promedio un 3%. Conclusión: Se ha obtenido un método de ajuste del CAE que tiene en cuenta la respuesta del detector para diferentes calidades del haz. Se ha conseguido ajustar la respuesta promedio con errores de parametrización pequeños. Se ha verificado el correcto funcionamiento de los equipos ajustados para definirlos valores de Índice de Exposición objetivo de las proyecciones que configuran el menú anatómico.

**BRA** BRAQUITERAPIA  
**DMR** DETECCIÓN Y MEDIDA DE LA RADIACIONES  
**DOC** DOSIMETRÍA CLÍNICA  
**DOF** DOSIMETRÍA FÍSICA  
**EEM** EXPOSICIÓN EMERGENCIAS  
**EEX** EXPOSICIÓN EXISTENTE  
**EPL** EXPOSICIÓN PLANIFICADA  
**FAS** FORMACIÓN Y ASUNTOS SOCIALES  
**GRE** GESTIÓN DE RESIDUOS  
**IGR** IGRT-ART

**IMR** IMRT  
**MNU** MEDICINA NUCLEAR  
**MIS** MISCELÁNEA  
**PRA** PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE PÚBLICO Y DEL MEDIO AMBIENTE  
**RNI** RADIACIONES NO IONIZANTES  
**RDB** RADIOBIOLOGÍA  
**RDD** RADIODIAGNÓSTICO  
**REG** REGULACIÓN  
**STE** SIMPOSIO DE TÉCNICOS

### EXPUESTOS

Jueves 25 de junio a las 8 h.  
hasta el viernes 26 de junio a las 13 h

#### **DMR-01 ACTUACIÓN EN INCIDENTE DE CONTAMINACIÓN PO IR-1921 EN HDR EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANT JOAN DE REUS.**

**ARTIGUES PEDROLA, J. M. (1); PÉREZ FERNÁNDEZ, M. (1); GONZÁLEZ LEYBA, M. (1); VERA SÁNCHEZ, J. A. (1); LÓPEZ SÁNCHEZ, M. (1); HERNÁNDEZ MASGRAU, V. (1); DUCH GUILLEN, M. A. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANT JOAN DE REUS; (2) INSTITUTO DE TÉCNICAS ENERGÉTICAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA

En Junio de 2014 la firma Elekta detectó la presencia de contaminación en el equipo de braquiterapia de alta tasa de dosis (HDR) del Hospital Sant Joan de Reus. Inmediatamente dió parte al Jefe de Servicio de Física Médica y Protección Radiológica (SFMPR) del hospital. El Jefe del SFMPR paró los tratamientos clínicos y prohibió el acceso a la sala a operadores y pacientes. Dió parte del incidente al "Sevei de Coordinació d'Activitats Radioactives" (SCAR), órgano delegado del Consejo de Seguridad nuclear en Cataluña y al propio CSN. Informó al Servicio de Vigilancia de la Salud y al titular de la instalación. El SFMPR, observando las medidas de protección radiológica pertinentes, tomó otras muestras susceptibles de contaminación que fueron enviadas al Instituto de Técnicas Energéticas de la Universitat Politècnica de Catalunya (INTE), que con un detector de Germanio confirmó la contaminación por Iridio-192, siendo el máximo contaje registrado el de una muestra con 7,9 Bq, en superficie equivalente prueba y con una eficiencia de arrastre del 10% (79 Bq en la fuente). A petición del Jefe de SFMPR, Elekta informó de que se trataba de contaminación del exterior de la fuente por polvo de Iridio-192 en la cámara caliente de la empresa subcontratada para su fabricación. La contaminación se produjo tras el encapsulado y controles de encapsulado. Las siguientes tres semanas la sala permaneció sin actividad clínica y Elekta procedió a retirar la fuente y descontaminar la unidad HDR. Se retiraron y sustituyeron los elementos de difícil descontaminación o bajo coste. Se instaló una nueva fuente, el SFMPR realizó las comprobaciones pertinentes y se reanudaron los tratamientos. Conclusiones: Es recomendable realizar controles de contaminación en cada cambio de fuente, tanto de la entrante como de la retirada aun teniendo un certificado en origen.

#### **DMR-06 ESTABLECIMIENTO DE LA "ECUACIÓN DEL HAZ" Y ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRES EN LAS INSTALACIONES ACTUALES DEL CENTRO NACIONAL DE DOSIMETRÍA PARA SU FUENTE DE CS-137**

**MESTRE DE JUAN, V. (1); DE VICENTE Y OLIVA, J. (2); RUIZ PEÑALBA, F. (3); CORONEL GAVIRO, J. (4)**

(1) CENTRO NACIONAL DE DOSIMETRÍA. INGESA. MINISTERIO DE SANIDAD SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD; (2) DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. LAB. DE METROLOGÍA, UPM, MADRID; (3) UNIDAD DE DEFENSA NUCLEAR. ÁREA NIBQ Y M.INSTITUTO TECNOLÓGICO "LA MARAÑOSA", MADRID; (4) DOCTORANDO DE FÍSICA MÉDICA POR LA UNED, MADRID

Objetivo: Analizar la posibilidad de calibración con una fuente portátil de Cs-137 en las instalaciones actuales del CND. Determinar las dificultades futuras en una nueva sala de irradiación gamma, así como evaluar la idoneidad de la sala actual de calibración. Material: Fuente de Cs-137 de 7,4 GBq adquirida en 1996, proyector del haz, banco de calibración, conjunto electrómetro y cámara de referencia, termómetro, barómetro e higrotermógrafo, láseres de posicionamiento y cámara de televisión. Método: se ha establecido la ecuación del haz de radiación a lo largo del banco de calibración, analizando la radiación dispersa de la sala. Se han seguido en todo momento las guías nacionales e internacionales. Resultados: La incertidumbre obtenida en la determinación de la tasa de kerma en aire es inferior a la incertidumbre máxima permitida para la calibración de instrumentos. Discusión: Si bien este estudio ha permitido desarrollar el procedimiento de calibración con radiación gamma, ha demostrado que el laboratorio del CND podría en las condiciones actuales, realizando ligeras modificaciones, ampliar su acreditación y satisfacer la fuerte demanda de calibración de equipos en esta energía para las escalas más bajas utilizadas en protección radiológica. En estos momentos la máxima energía recogida en nuestro alcance de acreditación es de 250 keV (N-300). Conclusión: Del eventual traslado de laboratorio a otras instalaciones dependerá a corto y medio plazo implantar este procedimiento.

## DMR-10 ESTUDIO DE LA RESOLUCIÓN DE UN EQUIPO DE CR A DIFERENTES KILOVOLTAJES

JUSTE, B. (1); VEDÚ, G. (1); MAYO, P. (2)

(1) ISIRYM; (2) GDES

Asegurar la calidad de imagen para los sistemas médicos de radiografía computerizada (CR) es crucial para asegurar la correcta visualización y con ello, facilitar la realización de un diagnóstico correcto. Los fabricantes de los sistemas de radiografía computerizada y las organizaciones de física médica recomiendan los controles de calidad para asegurar el rendimiento de los equipos. El propósito de este trabajo es utilizar un conjunto de herramientas para la evaluación cuantitativa de la resolución espacial de un equipo CR de Agfa y comparar los resultados a diferentes configuraciones de voltaje y miliamperaje. Se han utilizado varios métodos para cuantificar la resolución, como son la función ESF (Edge Spread Function), la LSF (Line Spread Function) y el uso de un maniquí comercial de diagnóstico y evaluación de la constancia de la resolución espacial de la imagen (RACON). Se ha evaluado un dispositivo CR de Agfa ubicado en el gabinete médico de la Universidad Politécnica de Valencia. Las imágenes recogidas en formato DICOM fueron analizadas a diferentes voltajes. Las herramientas de procesamiento de imagen se desarrollaron en Matlab. Las medidas de LSF se han llevado a cabo utilizando una abertura de 0.1 mm de ancho utilizando dos láminas de plomo (1.5mm de espesor) colocadas sobre la pantalla del detector. Las medidas de ESF se han llevado a cabo utilizando un bloque de Uranio empobrecido de densidad 18.7 g/cm<sup>3</sup> colocadas sobre la pantalla del detector y centrado en el haz de radiación. El maniquí radiográfico RACON utilizado consiste en una placa plana de metacrilato que tiene distintas zonas de test implantadas, entre las cuales están la zona de alta resolución, la de bajo contraste, zona de grises y la de homogeneidad para análisis de rejilla. El patrón de prueba para la resolución consiste en una rejilla de que va de 0.6 lp/mm a 10 lp/mm. Analizando los resultados obtenidos, se observa que la resolución espacial es una función dependiente del voltaje.

## DMR-15 REQUISITOS PARA LA VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE ACTÍNIDOS EN MUESTRAS DE ORINA POR ESPECTROMETRÍA DE MASAS, EN EL MARCO DE LA NORMA ISO/IEC 17025

MARTÍN GARCÍA, R.; YLLERA DE LLANO, A.; BARRADO OLMEDO, A. I.

CIEMAT

El objetivo del trabajo es presentar los criterios generales que deben considerarse para llevar a cabo la validación de los métodos analíticos disponibles en el Laboratorio de Espectrometría de Masas del Servicio de Dosimetría de Radiaciones de CIEMAT, para la determinación de isótopos de Th, U y Pu en muestras de orina por ICP-SFMS, según los criterios de la norma ISO/IEC 17025. El Laboratorio de Espectrometría de Masas del SDR del Servicio de Dosimetría Interna, perteneciente al Servicio de Dosimetría de Radiaciones (SDR) de CIEMAT, realiza ensayos para la determinación de isótopos de Uranio (235U, 238U), Torio (230Th, 232Th) y Plutonio (239Pu) en muestras de orina para el control dosimétrico de trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, mediante Espectrometría de masas de alta resolución con fuente de plasma acoplado inductivamente, con sector magnético y doble enfoque (ICP-SFMS). El Laboratorio, que se ha incorporado al sistema de calidad basado en ISO/IEC 17025 implantado en el SDR, el cual está acreditado para la medida de dosis de radiación, está en proceso de implantación de los requisitos de calidad definidos por la norma. Uno de los requisitos establecidos en la citada norma, establece que los laboratorios deben demostrar que los métodos aplicados son válidos y adecuados al uso previsto y para ello se lleva a cabo el proceso de validación de los métodos de ensayo, que se define en la propia norma (apartado 5.4.5.1) como "la confirmación a través del examen y el aporte de evidencias objetivas de que se cumplen los requisitos particulares para un uso previsto". Este proceso de validación debe estar bien planificado y documentado.

## DMR-16 SEGUIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS LECTORES Y EVOLUCIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE LOS DOSÍMETROS EN EL SERVICIO DE DOSIMETRÍA PERSONAL EXTERNA DEL CIEMAT

BENAVENTE CUEVAS, J.F.; ROMERO GUTIÉRREZ, A.M.; RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, R.

CIEMAT

El Servicio de Dosimetría Externa del Ciemat (DPE) está autorizado por el CSN y acreditado por ENAC para la evaluación de la dosis equivalente personal mediante dosímetros termoluminiscentes. En el último año, se ha efectuado una acción de mejora encaminada a facilitar el seguimiento de dos aspectos fundamentales del sistema dosimétrico: los parámetros de control de calidad diario de los lectores y la sensibilidad de los dosímetros. Para ello se ha desarrollado una herramienta gráfica que muestra la evolución, tanto de los parámetros del control de calidad de los lectores, como de los Factores Individuales de Corrección de los dosímetros corporales y de extremidades.

## DMR-21 VIGILANCIA RADIOLÓGICA DURANTE LA RADIOEMBOLIZACIÓN HEPÁTICA DE TUMORES MALIGNOS MEDIANTE MICROESFERAS DE Y-90

IBÁÑEZ ROSELLÓ, B.; CAMPAYO ESTEBAN, J.M.; LÓPEZ MUÑOZ, N.; SABATER PEÑALVER, M.; VILLAESCUSA BLANCA, J.I.

H.U.P. LA FE

Se presenta un protocolo de actuación para la vigilancia radiológica durante la radioembolización hepática de tumores malignos mediante microesferas de Y-90. Se analizan los resultados de irradiación producida sobre el personal sanitario que participa en la intervención, con una muestra de siete pacientes tratados. Se concluye que la dosis debida a la irradiación recibida por los especialistas que participan en la radioembolización hepática



mediante microesferas de itrio es muy baja. El riesgo de contaminación radiológica es bajo pero se encuentra presente. Es necesario llevar a cabo una vigilancia radiológica en aquellas intervenciones en las que se utilicen fuentes no encapsuladas con la finalidad de garantizar la protección radiológica de los trabajadores.

### **DMR-22 A NEW GAMOS/GEANT4 CODE TO SIMULATE WITH PRECISION NEUTRON AND GAMMA PRODUCTION FROM PROTON INTERACTIONS**

**ARCE DUBOIS, P.; MORALEDA CHAVES, M.; LAGARES GONZÁLEZ, J.I.; SANSALONI FLORIT, F.; VELA MORALES, O.; GUERRERO ARAQUE, J.E.; MENDEZ VILLAFÁÑE, R.; PEREZ MORALES, J.M.; MENDOZA CEMBRANOS, E.**

CIEMAT

Several of the main radioisotopes needed for medical treatments are produced colliding protons of a few tens of MeV with different targets. These collisions also produce a big amount of neutron a gamma radiation, which has to be taken into account in the design of new accelerators. Geant4[1,2] has become during the recent years the most commonly used Monte Carlo Simulation code, thanks to its flexibility and open architecture. But the Geant4 physics models do not offer enough precision for the calculations of proton interactions. We have developed a new model in GAMOS[3,4], based on the use of evaluated nuclear databases and that is able to simulate these interactions with precision. The model has been validated by comparing it to the neutron spectrum produced at two different proton accelerators.

### **DMR-24 ARMONIZACION DE PRÁCTICAS DE MEDIDA CON LOS PÓRTICOS GAMMA**

**RODRÍGUEZ, M.A. (1); FELEZ, A. (2); CARMONA, J. (3); OBLANCA, J.L. (4); GUINEA, F. (5); GARCÍA VIDAL, P. (6); CASANOVA, J. (7); DE LA RUBIA, M.A. (8); MUÑOZ, R. (9)**

(1) GAS NATURAL FENOSA ENGINEERING; (2) C.N. GAROÑA; (3) C.N. VANDELLOS II; (4) C.N. TRILLO; (5) C.N. AIMARAZ; (6) C.N. COFRENTES; (7) C.N. ASCÓ; (8) CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR; (9) UNESA

Dentro de los procesos de homogenización de las actuaciones que se realizan en las centrales nucleares, se ha establecido un grupo de trabajo UNESA-CSN con el objeto de armonizar las prácticas relacionadas con las medidas efectuadas con los nuevos pórticos gamma instalados a la salida de los emplazamientos. Estos pórticos tienen como principal función disponer de un sistema para detectar la presencia inadvertida de contaminación radiactiva, y constituyen una barrera adicional que garantiza el control de la radiactividad. Los aspectos en los que se ha trabajado han sido: · Desarrollo de metodología para realizar las calibraciones de los pórticos, fijándose los parámetros necesarios (isótopo de calibración, distancia, geometría, tiempos de medida y de fondo, etc) · Establecimiento de un nivel de alarma común a todos los equipos con el nivel de confianza · Elaboración del protocolo de actuación en caso de alarma en un pórtico

### **DMR-26 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRES DE LOS MÉTODOS DE MEDIDA PARA LA DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD DE ACTÍNIDOS EN MUESTRAS DE ORINA EN EL LABORATORIO DE BIOELIMINACIÓN DEL CIEMAT**

**HERNANDEZ GONZALEZ, C.; SIERRA BERCEDO, I.**

CIEMAT

El Laboratorio de Bioeliminación, perteneciente al Servicio de Dosimetría de Radiaciones del CIEMAT y autorizado por el Consejo de Seguridad Nuclear para realizar controles de dosimetría interna mediante técnicas de bioensayo a trabajadores expuestos con riesgo de contaminación interna, está acreditado según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 desde abril de 2012 para la realización de ensayos de medida de dosis de radiación (acreditación nº 144/LE1836). El Laboratorio de Bioeliminación tiene acreditadas diferentes técnicas de medida (Espectrometría Alfa, Espectrometría de Centelleo en Fase Líquida y Fosforimetría Cinética Inducida por Láser), con las que se analizan y cuantifican de forma rutinaria radionucleidos emisores alfa y beta en muestras de orina y heces. Entre los requisitos técnicos de la norma ISO 17025 se establece la necesidad de realizar una correcta estimación de todas las fuentes de incertidumbre que puedan afectar al resultado analítico obtenido. En este trabajo se han identificado todas las fuentes de incertidumbre presentes en los procedimientos de determinación de actínidos en muestras de orina, que suponen la mayor parte de la actividad rutinaria del laboratorio. Se ha considerado tanto la técnica de Espectrometría Alfa, utilizada en la cuantificación de actividad de emisores alfa (isótopos de Pu, Am, Cm, U y Th) como la Fosforimetría Cinética Inducida por Láser (KPA), la cual se emplea en la cuantificación de la concentración de uranio natural. En el caso de la Espectrometría Alfa, la incertidumbre total expandida para un factor de cobertura  $k=2$  es del 17%, siendo fundamentalmente debida al error de contaje de la muestra. En el caso del KPA, la incertidumbre resultante es del 11% ( $k=2$ ), siendo las componentes más importantes la preparación de patrones y la propagación de la incertidumbre de medida (4% incertidumbre relativa, cada una).

### **DMR-27 CALCULO DE LA RESPUESTA DEL DETECTOR DE NEUTRONES 10B+ZNS(AG) CON EL CÓDIGO MCNPX**

**GUZMÁN GARCÍA, K. (1); VEGA CARRILLO, H.R. (2); GALLEGU DÍAZ, E. (1); LORENTE FILLOL, A. (1); GONZÁLEZ GONZÁLEZ, J.A. (3); IBÁÑEZ FERNANDEZ, S. (1)**

(1) DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA, E.T.S. ING. INDUSTRIALES, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID; (2) UNIDAD ACADÉMICA DE ESTUDIOS NUCLEARES, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS, MÉXICO; (3) LABORATORIO DE INGENIERÍA NUCLEAR, E.T.S. ING. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

La respuesta de un detector de neutrones complejo de centelleo ligado a 10B de alto enriquecimiento, de 10B+ZnS(Ag) se ha estimado mediante métodos Monte Carlo con el código MCNPX. Se calcularon las reacciones de

$^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$  en el 10B del detector para 29 fuentes monoenergéticas de neutrones de valores desde 10(-9) a 20 MeV. También se calcula la respuesta para dos fuentes de neutrones de  $^{241}\text{AmBe}$  y de  $^{252}\text{Cf}$ . Los cálculos se hicieron para el detector desnudo y moderado con dos espesores de polietileno de alta densidad, PEAD, de 12+24 mm de PEAD y 24+48 mm de PEAD, el moderador posterior de mayor espesor con la finalidad de reducir el fondo por neutrones. El detector se caracteriza por tener 5 capas activas de  $^{10}\text{B}+\text{ZnS}(\text{Ag})$  colocadas sobre guías de luz, PMMA de 8 mm de espesor. La respuesta calculada muestra alta eficiencia del detector.

### **DMR-30 CHARACTERIZATION OF THE STORAGE POOL OF THE NEUTRON STANDARDS LABORATORY OF CIEMAT, USING MONTE CARLO TECHNIQUES**

**CAMPO BLANCO, X. (1); MENDEZ VILLAFÁÑE, R. (1); EMBID SEGURA, M. (1); SANZ GOZALO, J. (2)**

(1) CIEMAT; (2) UNED

Neutron Standards Laboratory (LPN) of CIEMAT is a brand new irradiation facility, with  $^{241}\text{Am-Be}$  and  $^{252}\text{Cf}$  calibrated neutron sources which are stored in a water pool, from which an automated system is able to take them to the irradiation position. For calibration or irradiation purposes, detectors or materials can be placed on a bench or inside the pool for long time irradiations in thermal neutron fields. For this reason it is essential to characterize the pool in terms of neutron spectrum. Main features of this facility are presented and the characterization of the storage pool has been carried out using simulations with MCNPX-2.7.e code. The MCNPX-2.7.e model has been validated using experimental measurements outside the pool.

### **DMR-31 DESARROLLO DE DOS NUEVOS ESPECTRÓMETROS DE NEUTRONES BASADOS EN MÚLTIPLES DETECTORES ACTIVOS**

**GÓMEZ ROS, J.M. (1); BEDOGNI, R. (2); DOMINGO, C. (3); ESPOSITO, A. (2); MORALEDA, M. (1); POLA, A. (4); ROMERO, A.M. (1)**

(1) CIEMAT; (2) INFN; (3) UAB; (4) POLITECNICO DI MILANO

**OBJETIVOS:** Esta comunicación describe los resultados obtenidos en el marco del proyecto FIS2012-39104: "Dosimetría y espectrometría de neutrones en campos pulsados con detectores de estado sólido" (2013 – 2015) en cuanto al desarrollo de dos nuevos espectrómetros para neutrones basados en múltiples detectores activos situados dentro de un único moderador. **MATERIALES Y MÉTODOS:** El diseño de los espectrómetros se ha realizado mediante simulación Monte Carlo con MCNPX para optimizar las dimensiones y la disposición geométrica en términos de respuesta espectral, isotropía y comportamiento en campos realistas simulados. Las matrices respuesta correspondientes y su incertidumbre se han validado mediante exposición a campos monocromáticos de referencia y fuentes de calibración, tal como se indica en la sección siguiente. El espectro neutrónico, la fluencia total y las magnitudes dosimétricas correspondientes se han determinado utilizando el código de deconvolución FRUIT. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:** Se han desarrollado dos dispositivos: uno con geometría esférica y respuesta prácticamente isotrópica y otro con geometría cilíndrica que responde sólo a los neutrones incidentes desde una dirección determinada. Ambos tienen una respuesta espectral desde neutrones térmicos hasta 20 MeV, extensible hasta varios cientos de MeV utilizando plomo que actúa como multiplicador ( $n,\alpha$ ). **CONCLUSIÓN:** Las matrices respuesta de los dispositivos, calculada mediante simulación Monte Carlo con MCNPX, ha sido verificada mediante irradiaciones experimentales en campos de referencia con una incertidumbre del 3%. Así mismo, las medidas realizadas en campos realistas ( $\text{Am-Be}$ ,  $\text{Cf-252}$ ,  $\text{TSL}$ ) han permitido determinar los espectros correspondientes y en particular las magnitudes integradas, fluencia total y equivalente ambiental de dosis  $H^*(10)$  con discrepancias del orden de un 2% con respecto a los valores esperados.

### **DMR-32 DESEQUILIBRIO SECULAR EN MUESTRAS DE URANIO EN ORINA**

**ORTIZ, D.; PEREZ, A.; SANCHEZ, J.G.**

ENUSA

El análisis por espectrometría alfa del contenido de uranio en muestras de orina dentro del programa de bioensayos de la Fábrica de Juzbado (ENUSA) detecta una relación  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  claramente mayor de 1. Una parte de la explicación puede ser la incorporación de uranio enriquecido por los trabajadores profesionalmente expuestos, sin embargo hay que tener en cuenta también las costumbres alimentarias. Muestras ambientales y el análisis de muestras de orina en personas que nunca han estado profesionalmente expuestas a incorporaciones de uranio así lo demuestran. El problema que se plantea es estimar que es contribución por exposición profesional de que no lo es.

### **DMR-33 DETECTORES DE NEUTRONES DE $^{10}\text{B}+\text{ZnS}(\text{Ag})$ COMO ALTERNATIVA DE LOS DETECTORES DE $^3\text{He}$**

**LORENTE FILLOL, A. (1); GONZÁLEZ GONZÁLEZ, J.A. (2); GUZMÁN GARCÍA, K. (1); GALLEGU DÍAZ, E. (1); IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, S. (1); VEGA CARRILLO, H.R. (3)**

(1) DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA, E.T.S. ING. INDUSTRIALES, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID; (2) LABORATORIO DE INGENIERÍA NUCLEAR, E.T.S. ING. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID; (3) UNIDAD ACADÉMICA DE ESTUDIOS NUCLEARES, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS, MÉXICO.

Los sistemas de detección de los llamados "Special Nuclear Materials, SNM", Materiales Nucleares Especiales, requieren el uso de grandes detectores de neutrones para los pódicos de control de mercancías, en los que habitualmente se emplea  $^3\text{He}$ , material cada vez más escaso. En la Universidad Politécnica de Madrid se estudian distintas configuraciones para detectores de neutrones de centelleo de  $\text{ZnS}(\text{Ag})$  con  $^{10}\text{B}$  enriquecido al 96%, que resultan una alternativa interesante. En diferentes detectores se realizan distintas medidas para determinar su eficiencia y

límite de detección, en busca del diseño óptimo que los haga equiparables a los detectores de  $^3\text{He}$  instalados actualmente en los pódicos comerciales.

### **DMR-34 DOSIMETRÍA COMPUTACIONAL DE CONTENEDORES DE COMBUSTIBLE GASTADO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO**

**CAMPO BLANCO, X. (1); MENDEZ VILLAFÁÑE, R. (1); EMBID SEGURA, M. (1); PLAZA MULAS, R. (2); ORTEGO, A. (3); NOVO SAN-JURJO, M. (4)**

(1) CIEMAT; (2) ASECAL; (3) CNAT; (4) INDEPENDIENTE

La Central Nuclear de Trillo utiliza el contenedor ENSA-DPT para el almacenamiento en seco del combustible gastado tras un tiempo de enfriamiento en la piscina de combustible. El contenedor ENSA-DPT está diseñado para el almacenamiento y transporte en seco de 21 elementos combustibles KWU 16x16-20. Se ha implementado un modelo detallado del contenedor para realizar una caracterización dosimétrica neutrónica computacional del mismo mediante el sistema de códigos SCALE 6.1, concretamente se emplea la secuencia MAVRIC para el cálculo de tasas de dosis y espectros neutrónicos en el exterior del contenedor. Las tasa de dosis y espectros calculados se comparan con medidas experimentales dosimétricas y espectrométricas del contenedor.

### **DMR-35 ESTUDIO DE EFICIENCIA DE DETECCIÓN DE I-131 EN DIFERENTES TAMAÑOS DE TIROIDES: APLICACIÓN EN EMERGENCIAS.**

**PÉREZ LÓPEZ, B.; NAVARRO, J. F.; PÉREZ, D.; LÓPEZ, M.A.**

CIEMAT

En caso de que se produzca un accidente en una planta nuclear o en una instalación de medicina nuclear en hospitales, puede haber emisiones de I-131, con el consiguiente riesgo de incorporación de este radionucleido en trabajadores expuestos y en público en general. La incorporación de I-131 en el organismo implica que la mayoría de esta contaminación se va a adherir al órgano de afinidad del yodo, que es el tiroides. Con el fin de evaluar la dosis de cada individuo, se necesita conocer la cantidad de actividad de I-131 que permanece retenido en el organismo, para ello se mide con detector de centelleo y semiconductor situados sobre el tiroides. En el Contador de Radiactividad Corporal del CIEMAT se han realizado calibraciones con la geometría de hombre estándar y con nuevas geometrías: para mujer estándar y joven de 15 años. La calibración se ha realizado con un cuello que cumple las especificaciones de la ANSI, de la marca Biodex. La glándula tiroidea para cada una de las configuraciones tiene un tamaño diferente, y por tanto, la geometría de medida varía ligeramente. La curva de calibración en eficiencia resultante para cada geometría es muy similar. La diferencia en el análisis en los detectores de LEGe para todas las geometrías tiene una desviación máxima de 4%. El contador Fastscan tiene una desviación del 14% y el detector NaI(Tl) presenta una diferencia de hasta un 17%. Los límites de detección son ligeramente más bajos para los del niño de 15 años que para los adultos.

### **DMR-36 ESTUDIO DE LA RESPUESTA DE UN DETECTOR DE LABR3 Y COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES Y LOS SIMULADOS MEDIANTE MCNP-5**

**LEGARDA IBAÑEZ, F.; ALEGRÍA GUTIÉRREZ, N.; IDOETA HERNANDORENA, R.**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE BILBAO

En el proceso de mejora continua en el cual están inmersas las Redes de Vigilancia Radiológica Automática que operan en tiempo real, se está estudiando la posibilidad de incorporar a las mismas medidas por espectrometría gamma in situ. En los últimos años se han desarrollado nuevos espectrómetros gamma como son los detectores de Centelleo de resolución mejorada de LaBr<sub>3</sub>, CeBr<sub>3</sub> o SrI<sub>2</sub>, entre otros, que no necesitan nitrógeno líquido para su refrigeración y correcto funcionamiento como ocurre con los HPGe. Debido a la poca experiencia que se tiene con estos nuevos detectores se ha realizado un estudio experimental con un detector de LaBr<sub>3</sub>, de 1.5 x 1.5 pulgadas de cristal. Simultáneamente se ha realizado una modelización del detector con el código de Montecarlo MCNP-5 y finalmente se han comparado los resultados con los obtenidos experimentalmente. En la fase experimental, se realizó la calibración en energía resultando que en este caso la ecuación se ajusta a un polinomio de grado 2. Por debajo de 40 keV, este detector presenta una discontinuidad debida al La (38.9 keV) y otra al Br (13.5 keV). A continuación se han obtenido los espectros de 3 fuentes, una de Am<sup>241</sup>, emite sus fotones a 59.5 keV, la segunda de Cs<sup>137</sup> que tiene su fotón más relevante a 661,7 keV y finalmente una fuente de Co<sup>60</sup> que emite de 2 fotones uno a 1173 keV y otro a 1332 keV. Para comprobar que los resultados experimentales son correctos usando el código MCNP-5 se ha modelizado el detector, el laboratorio en el que se han realizado las medidas y las fuentes. La comparación de los datos obtenidos presenta muy buena concordancia.

### **DMR-38 INCERTIDUMBRES ASOCIADAS A LA DETERMINACIÓN IN-VIVO DE <sup>131</sup>I EN TIROIDES**

**MORALEDA, M.; GOMEZ-ROS, J.M.; LOPEZ, M.A.; PEREZ, B.; NAVARRO, J.F.**

CIEMAT

**ABSTRACT** En caso de liberación accidental de <sup>131</sup>I el mayor riesgo para la salud es resultado de su absorción en tiroides. En CIEMAT, su evaluación in-vivo se realiza mediante un equipo de detección de Germanio para cuya calibración se utiliza un maniquí cilíndrico de metacrilato con un vial en su interior que simula el tiroides de un adulto. Para evaluar las incertidumbres asociadas a esta medida se han utilizado maniqués numéricos tipo voxel de diferentes individuos con los que estudiar factores anatómicos y geométricos que pueden afectar a la respuesta del detector. **CONCLUSIO-**

NES Se ha simulado la medida in-vivo de 131I en tiroides para calcular la eficiencia de detección del detector de Ge situado a 15 cm del cuello. Se han evaluado las incertidumbres asociadas al resultado derivadas, por un lado, de las diferencias anatómicas entre el individuo real y el maniquí cilíndrico utilizado para la calibración, y por otro lado de la imprecisión en el posicionamiento del detector. La mayor incertidumbre en la eficiencia de detección viene determinada por el espesor del tejido blando que cubre el tiroides y que es responsable de la atenuación de los fotones. El aumento del espesor de tejido hasta 2.5 cm conlleva una disminución del 28% en la eficiencia. Mientras que los cambios en el volumen del tiroides entre 10 y 30 cm<sup>3</sup> dan lugar a una variación del 4%. Por otro lado, los desplazamientos del detector de 1 cm alrededor de su posición nominal resultan en un 12% de variación de la eficiencia.

### **DMR-39 OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS DEL DETECTOR N-15 DE 10B+ZNS(AG)**

**LORENTE FILLOL, A. (1); IBÁÑEZ FERNANDEZ, S. (1); GUZMÁN GARCÍA, K. (1); GONZÁLEZ GONZÁLEZ, J.A. (2); GALLEGÓ DÍAZ, E. (1); VEGA CARRILLO, H.R. (3)**

(1) DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA, E.T.S. ING. INDUSTRIALES, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID; (2) LABORATORIO DE INGENIERÍA NUCLEAR, E.T.S. ING. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID; (3) UNIDAD ACADÉMICA DE ESTUDIOS NUCLEARES, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS, MÉXICO.

Se presenta la optimización de un detector de neutrones destinado a pórticos de control de mercancías para la detección de Materiales Nucleares Especiales "Special Nuclear Material, SNM". El detector, de geometría rectangular, dispone de 5 capas sensibles constituidas por 10B+ZnS(Ag), su moderación se ha sido diseñado por el Laboratorio de Ingeniería Nuclear, LIN-UPM, optimizado en el Laboratorio de Medidas Neutrónicas LMN-UPM y fabricado por BridgePort. Se elaboró un proceso de optimización que permite que el detector sea más eficiente con respecto a los parámetros del fabricante. Se ajustó y calibró ante un campo mixto neutrón-gamma en base al límite inferior de detección y al rechazo gamma.

### **DOF-01 MEDIDA DEL TAMAÑO DE CAMPO DE RADIACIÓN Y SU COINCIDENCIA CON EL DE LUZ UTILIZANDO UN TELÉFONO MÓVIL**

**JIMÉNEZ FELSTRÖM, D.; DERECHO TORRES, F.; DORADO DORADO, R.; SÁNCHEZ CARMONA, G.; HERRADOR CÓRDOBA, M.**

HOSPITAL VIRGEN DEL ROCÍO (SEVILLA)

El avance de la tecnología nos facilita de forma notable la realización de determinadas pruebas y verificaciones a la hora de llevar a cabo el control de calidad en un acelerador lineal de electrones (ALE). Proponemos un método para la verificación de la coincidencia del tamaño de campo de luz y de radiación utilizando película radiocrómica, la cámara fotográfica de un teléfono móvil y técnicas de registro de imagen. Para la comparación del campo de luz con el campo de radiación utilizamos película radiocrómica EBT3. Hacemos una foto del campo de luz con el teléfono móvil. Irradiamos la película y escaneamos la imagen del campo de radiación. La imagen adquirida con el móvil se registra con la imagen escaneada seleccionando puntos fiduciales en ambas imágenes. Una vez registrada ambas imágenes podemos adquirir perfiles crossline e inline, analizarlos y compararlos entre sí de forma habitual.

### **DOF-02 MEDIDAS PREVIAS PARA EL MODELADO DE LA MESA DE TRATAMIENTO EN MONACO**

**HUERTAS, C.; MAS, I.; HUERGA, C.; FERRER, C.; KOREN, C.; CORREDOIRA, E.; SÁNCHEZ, F.; SERRADA, A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PAZ

La mesa del acelerador modifica la distribución de dosis calculada por el planificador a la hora del tratamiento. Produce atenuación y aumenta la dosis en piel. Para tenerla en cuenta en los cálculos se debe introducir en el planificador. En este trabajo se modela la mesa iBEAM para el planificador Monaco, se sustituye por un contorno de las dimensiones de la mesa y se fuerza a una densidad equivalente de 0.13 gr/cm<sup>3</sup>, además se añaden los bordes de la mesa, de mayor densidad, que se fuerzan a 1.7 gr/cm<sup>3</sup>. Se valida el modelado comparando los cálculos del planificador con las medidas de la atenuación y aumento de dosis en piel.

### **DOF-03 MODELADO DE LA MESA EXACT IGRT EN RAPIDARC**

**DORADO DORADO, R.; DERECHO TORRES, F. A.; REYES GARCÍA, R.; JIMÉNEZ FELSTRÖM, F. D.; BAEZA TRUJILLO, M.; HERRADOR CÓRDOBA, M.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCÍO

En los tratamientos de VMAT la mesa de tratamiento debe ser incluida en los planificadores de dosimetría clínica. Varian Medical System (VMS) propone una distribución de unidades Hounfield (HU) para el modelado de la mesa EXACT IGRT, mientras que Vanetti et al. concluyen una distribución alternativa. Nosotros hemos estudiado que distribución de valores de HU se adaptan mejor en nuestro centro para dicha mesa, basándonos en medidas experimentales de la atenuación y en la influencia de la dosis en superficie. Nuestros datos nos llevan a concluir que si bien es importante incorporar la mesa al planificador, cualquiera de las 3 mesas que hemos estudiado cumplen con los requerimientos clínicos.

### **DOF-05 OUTPUT FACTOR EN CAMPOS PEQUEÑOS. COMPARACIÓN ENTRE CÁMARAS DE IONIZACIÓN Y PELÍCULAS RADIOCRÓMICAS EBT2 Y EBT3**

**DERECHO TORRES, F. A.; JIMÉNEZ FELSTRÖM, D.; REYES GARCÍA, R.; SÁNCHEZ CARMONA, G.; HERRADOR CÓRDOBA, M.**

HUVR

El uso de técnicas cada vez más comunes como la radioterapia de intensidad modulada (IMRT) o la radioterapia volumétrica modulada (VMAT) hace que se utilicen tamaños de campo en ocasiones menores a 1x1 cm<sup>2</sup>. Por ello la

dosimetría de campos pequeños esta tomando una gran relevancia. En este trabajo realizaremos una comparación entre diversos detectores recomendados en la literatura para la medida de output factor (OF). Las desviaciones entre los OF medidos con las cámaras de ionización son pequeñas, un 0,8% para el campo de 2x2cm<sup>2</sup> el cual es el peor de los casos. La comparación entre nuestra cámara de referencia, la CC04, y las medidas realizadas con las películas radiocrómicas delata que los OF medidos con las EBT2 se asemejan más a los obtenidos con cámara de ionización que los proporcionados por las EBT3. También se refleja que la calibración con la que mejor resultado se obtiene para ambos modelos de película es la calibración multicanal.

## **DOF-09 PROBLEMA UNIDIMENSIONAL PARA EL CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE FLUJO DE FOTONES EN UN PACIENTE**

**GODOY, J.I.; MELIÁN, M.; MACÍAS, D.; LUQUE, L.; PÉREZ, J.L.; RUIZ, E.; MARTÍN, R.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. DR. NEGRÍN

La variación de la fluencia de fotones en un paciente viene dada por la solución de la ecuación de Boltzmann. Para resolverla numéricamente es necesario discretizar un espacio de seis dimensiones (las tres coordenadas espaciales  $(x,y,z)$ , el espectro de energía y los dos ángulos de dispersión [1]). Con respecto a un maniquí de agua, la fluencia varía de una manera distinta en un cuerpo y es originada por la heterogeneidad de la densidad electrónica. Este comportamiento es visible incluso en la solución de un problema unidimensional donde hemos discretizado el espectro de fotones incidentes. Este problema es la primera "piedra" para uno mayor, que sería el cálculo, con la incorporación de un núcleo de deposición de la energía, de la dosis depositada y como consecuencia el cálculo de las unidades de monitor.

## **DOF-10 PROGRAMA DE AUDITORÍA DE DOSIS P2P: AUDOMA.**

**PARDO, E. (1); CALAMA, J. (2); CASTRO, J. (1); LAVADO, E. (2); MOLINA, M.Y. (1); INFANTE, M.A. (1);**

(1) S<sup>o</sup> DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN, MADRID; (2) S<sup>o</sup> DE ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA, CLÍNICA LA LUZ.

La medida de la dosis absorbida en condiciones de referencia es un parámetro de gran importancia por sus implicaciones en el cálculo de dosis a pacientes. En este trabajo se presentan los resultados de un programa de auditoría de dosis y los pasos mediante los cuales dicho programa podría continuar para extenderse e incluso verificar tratamientos de Intensidad Modulada. Los resultados de la primera fase (verificación entre dos centros) han dado una desviación de dosis de entre 0,37 y 0,64% entre los dos centros. Esta discrepancia error lleva incorporada una desviación de un 0,31% de calibración [que corregido disminuiría el resultado final en dicha cantidad].

## **DOF-11 PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA MATRIZ 2D DE DETECTORES "MATRIX \*"**

**RINCÓN PÉREZ, M.; GARCÍA CASTEJÓN, M.A.; PENEDO COBOS, J.M.; GÓMEZ-TEJEDOR ALONSO, S.**

FUNDACIÓN JIMÉNEZ DÍAZ

Objetivo: Describir el control de calidad de una matriz 2D de detectores que forme parte del protocolo de control de calidad del equipamiento de un Servicio de Oncología Radioterápica. Material y método: Se va a usar la matriz 2D MATRIX de Scanditronix formada por 1020 cámaras de ionización en un área activa de 24 x 24 cm<sup>2</sup>, muy usada hoy día para la verificación de los tratamientos de intensidad modulada (IMRT). Las pruebas realizadas son: estabilidad de las medidas, repetitibilidad, linealidad con la dosis e independencia con la energía y con la tasa de dosis. Resultados: La estabilidad de las medidas se consiguió tras la irradiación de 1500cGy. La desviación estadística en la prueba de la repetitibilidad fue del 0.05%. Se comprobó la linealidad de las medidas con la dosis en las energías de 6MV y 15 MV ( $R^2 = 1$ ) y la independencia con la valor de ésta. En la prueba de la independencia de las medidas con la tasa de dosis la desviación estadística fue inferior al 0.2%. Conclusiones: El array 2D de detectores MATRIX necesita un control de calidad que conste de pruebas sencillas, que formen parte del control de calidad del equipamiento usado en Radioterapia, y que demuestren su correcto funcionamiento. Todas las pruebas descritas obtuvieron unos resultados por debajo de la tolerancia establecida por el Real Decreto 1566/1998.

## **DOF-13 RESULTADOS DEL CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE IMRT CON EL MANIQUÍ DELTA4 DE SCANDIDOS EN LA CLÍNICA ONCOSUR DE GRANADA**

**ARRGUI CASTILLO, G. (1); BARBOSA CHAVES, A. (2); ÁLVAREZ MATEOS, D. (3)**

(1) ONCOSUR GRANADA-CÓRDOBA; (2) ONCOSUR CÓRDOBA; (3) ONCOJEREZ-RADON

Introducción: El tratamiento con IMRT nos proporciona una dosimetría conveniente en aquellas localizaciones con órganos de riesgo muy cercanos o dentro del PTV. Desde abril de 2010 se han tratado en nuestro servicio más de 500 pacientes con técnicas de IMRT (Step and Shoot, VMAT). Para cada paciente se ha realizado un control de calidad individualizado previo al tratamiento utilizando el maniquí Delta4 de ScandiDos. Objetivo: Presentación de la estadística de parámetros de control de calidad para los pacientes tratados con técnica de IMRT en la clínica ONCOSUR de Granada Método: Las dosimetrías clínicas de los pacientes tratados con IMRT en la clínica Oncosur de Granada han sido calculadas con un planificador Mónaco de Elekta. Para cada dosimetría se ha realizado su control de calidad de la siguiente manera. Hacemos la dosimetría intentando cumplir los requisitos clínicos exigidos por el oncólogo radioterápico, bien con técnica de Step and Shoot, bien con VMAT. La distribución de campos y UMs resultante se calcula sobre las imágenes TAC del maniquí Delta4. La distribución de dosis resultante se exporta al programa informático Scandidos-Delta4, donde se compara con el resultado de la medida directa en el

acelerador sobre el maniquí. Resultados: Se muestran los resultados del control de calidad con maniquí Delta4 de ScandiDos, gx,y (porcentaje en la que la función gamma es menor de uno para unos límites de porcentaje de dosis y de distancia a la dosis dados) Conclusión: El sistema ScandiDos-Delta4 es utilizado en nuestro servicio para el control de calidad de las planificaciones con IMRT realizadas a nuestros pacientes. Los resultados son satisfactorios.

### **DOF-15 SOFTWARE PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL SISTEMA MULTILÁMINAS DE UN ACELERADOR, MEDIANTE EL USO DE PELÍCULAS RADIOCRÓMICAS EBT2**

**REYES GARCIA, R.; JIMENEZ FELTSTRÖM, D.; DERECHO TORRES, F.; SANCHEZ CARMONA, G.; HERRADOR CORDOBA, M.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCIO

El sistema de colimación multiláminas (MLC) constituye un componente del acelerador indispensable para la conformación del haz de radiación. Si queremos que la planificación coincida con el tratamiento, tenemos que asegurarnos de su correcto funcionamiento. Nos proponemos como objetivo elaborar un software propio para un control de calidad del sistema multiláminas, que recoja las pruebas descritas en el protocolo español de calidad de aceleradores de electrones para uso médico. El programa desarrollado permite evaluar los parámetros más relevantes de las pruebas: posición de cada una de las láminas de ambos bancos, ángulo que forman el banco y la mandíbula, cociente en dosis para disparos cerrados por láminas y abiertos, grado de desalineamiento entre bancos y evaluación visual de perfiles. Disponer de un programa para el análisis automático y evaluación de las pruebas de control de calidad del sistema multiláminas, aporta fiabilidad y ahorro de tiempo. Su implementación y uso sistemático añade además garantías de homogeneidad y mayor objetividad en el análisis.

### **DOF-16 SOLUCIÓN A LA LIMITACIÓN DEL TAMAÑO DE LA IMAGEN DE MV DE TOMOTERAPIA**

**PEREZ ALVAREZ, M.E.; ZAPATA JIMÉNEZ, J.C.; GIL AGUDO, A.; ARJONA GUTIÉRREZ, J.; CARRASCOSA FERNÁNDEZ, C.B.; TORRES DONAIRE, J.; ÁVILA GRAJALES, M.L.**

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE CIUDAD REAL

Solución a la limitación del tamaño de la imagen de MV de Tomoterapia Objetivos Búsqueda de un procedimiento para solucionar la limitación del FOV de 40cm de la imagen de MV de Tomoterapia. Para ello, se recurre al módulo Plan Adaptive. En este módulo existe la opción "Merge" que fusiona la imagen de planificación y la imagen de MV. Se aplica para la simulación de pacientes que exceden en tamaño al FOV de Tomoterapia. Material y método Se usa como simulador de kV el CT de GE Light Speed y como maniquí el ArcCheck. El maniquí se sitúa cerca del límite del FOV del CT. Se crea un plan sencillo con esta imagen de kV. Para realizar el plan con la imagen de MV, se fusiona la imagen de kV y una imagen de MV del mismo maniquí usando el módulo Plan Adaptive de Tomoterapia. La imagen resultante será en la parte central la imagen de MV y el límite exterior perteneciente a la imagen de kV. Se crea el mismo plan anterior usando la imagen fusionada y la curva de calibración de MV. Resultados Se observa que tanto los parámetros del plan como las estadísticas de dosis prácticamente no difieren entre el plan de kV y el de MV. Se compara la dosis medida con una cámara de ionización dentro del maniquí y difiere en un -0.3% entre planes. Conclusión Se obtienen planes idénticos al utilizar ambas imágenes. Se verifica que el artefacto observado entre el FOV de MV y el kV no representa ningún problema. Tampoco se ve afectado el plan de MV por tener una zona perteneciente a una imagen de kV. Se valida la herramienta "Merge" para aumentar el FOV de las imágenes de MV.

### **DOF-17 USO DE DIFERENTES DETECTORES PARA DETERMINAR VALORES DEL FACTOR DE DISPERSIÓN TOTAL SCP PARA FOTONES DE 6MV**

**ROBAYNA DUQUE, B.; DONIS GIL, S.; HERNÁNDEZ CONCEPCIÓN, E.; HERNÁNDEZ ARMAS, J.**

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE CANARIAS

La elección del detector más adecuado para la determinación de los factores de dispersión total Scp es importante especialmente cuando se trata de campos pequeños. En este estudio se determinan los factores de dispersión total para la energía de 6 MV de un acelerador Elekta (SYNERGY) mediante el uso de cámara pinpoint, cámaras de ionización 0,125 cc. y diodo-P-6008. Al comparar estos detectores se observa que para tamaños de campo mayores de 30x30 cm<sup>2</sup> la cámara pinpoint sobreestima los factores Scp respecto al resto de los detectores debido a la sobre-respuesta de estos detectores a la dispersión Compton para bajas energías. Los valores obtenidos con cámara pinpoint representan un 2,69% y 4,92% más que los obtenidos con cámara 0,125 cc. para los tamaños de campo 30x30 cm<sup>2</sup> y 40x40 cm<sup>2</sup> respectivamente. No existen diferencias entre los valores del factor Scp obtenidos con cámara pinpoint y el obtenido con diodo-P para los campos < 10x10 cm<sup>2</sup>. Sin embargo, el valor obtenido con el diodo-P (6008) para el tamaño de campo 1x1 cm<sup>2</sup> es un 1,15% mayor que el obtenido con cámara pinpoint. Este resultado concuerda con los resultados encontrados en la literatura (2). Con los detectores disponibles en este estudio hemos elegido para la determinación del factor Scp la cámara pinpoint en el rango de tamaños de campo que abarca desde 1x1 cm<sup>2</sup> a 5x5 cm<sup>2</sup> y la cámara cilíndrica 0,125 cc. para los tamaños de campo desde 4x4 cm<sup>2</sup> hasta 40x40 cm<sup>2</sup>.

### **DOF-18 USO DE UN PROGRAMA DE DOSIMETRÍA PORTAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE UN ACELERADOR Y UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN**

**VILELA SERRANO, S.; LLORENTE MANSO, M.; FERRER GRACIA, C.**

CENTRO ONCOLÓGICO MD ANDERSON ESPAÑA

En nuestro servicio se emplea el software de dosimetría portal EPIQA para la verificación de los tratamientos de IMRT y VMAT en un acelerador Trilogy TX (Varian Medical Systems) calculados en un sistema de planificación Pinnacle3 v9.8

(Philips Medical Systems). Dicho software se emplea también para el control de calidad del acelerador y del sistema de planificación. En concreto, se emplea para verificar los siguientes parámetros: - Estabilidad del haz con el giro de gantry. Se toman imágenes de un campo de 20x20 cm para todas las energías de fotones en las cuatro direcciones cardinales y se comprueba la estabilidad de la dosis absoluta, homogeneidad, simetría y tamaño de campo. - Energía. Se coloca un maniquí de metacrilato con 4 espesores distintos sobre el panel detector y se mide el rendimiento en profundidad en esos 4 puntos. Se compara con valores de referencia. - Posicionamiento de las láminas. Se adquieren imágenes del test de vallas ("picket fence test") y se comparan con imágenes de referencia. Se realiza un análisis gamma con valores de 3% de dosis y 1 mm. - Perfiles de campos con cuña. Se adquieren imágenes de campos con cuña virtual de distintos ángulos y orientaciones y se comparan con los calculados por el sistema de planificación. - Estabilidad del sistema de planificación. Para diversos campos y energías se dispone de matrices de dosis de referencia calculadas con el planificador. Anualmente y después de actualizaciones de versión, se recalculan las matrices y se comparan con las de referencia empleando el programa EPIQA. La dosimetría portal es una herramienta útil en el control de calidad del equipamiento de radioterapia que ofrece medidas fiables y ahorra tiempo de máquina.

## **DOF-19 USO DE UNA MATRIZ 2D DE DIODOS PARA VERIFICAR LA UNIÓN DE HEMICAMPOS**

**RAMOS CABALLERO, L.J.; ORDIALES SOLÍS, J.M.**

HOSPITAL DE MÉRIDA

Las técnicas que combinan hemicampos (campos con una de sus mandíbulas en posición cero) requieren una exactitud de la posición cero de las mandíbulas que resulta especialmente crítica para evitar errores de dosificación tanto en la zona a irradiar como en los órganos de riesgo. Existen múltiples métodos y dispositivos en la actualidad para verificar la unión de campos realizados con mordazas (sistemas de imagen portal, películas radiocrómicas..) en nuestro caso hemos optado por realizar el estudio utilizando un array 2D con el objetivo de evaluar su eficacia para este fin y una vez confirmado su validez para este propósito, establecer un protocolo de verificación de forma rutinaria mediante revisiones periódicas. Los resultados obtenidos del estudio sugieren la posibilidad de utilizar el array 2D como método alternativo al uso de películas radiocrómicas, por ser rápido y evitando el coste debido al uso de películas.

## **DOF-20 VERIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS CYBERKNIFE CON UN DETECTOR TRIDIMENSIONAL**

**FRANCISCO FAYOS, F.; ANTOLÍN SAN MARTÍN, E.; PALAZÓN CANO, I.; SIMÓN DE BLAS, R.; BERTOMEU PADÍN, T.**

HOSPITAL RUBER INTERNACIONAL

Objetivos La verificación de tratamientos realizados con el equipo Cyberknife conlleva una serie de dificultades técnicas dado el empleo de campos pequeños muchas veces en presencia de tejidos heterogéneos. Un detector que ofreciese una comparación inmediata entre el resultado de la medida y el cálculo del planificador representaría una ventaja respecto a la película radiocrómica. En el presente trabajo se estudiará la aplicación del detector ArcCheck en la verificación de tratamientos Cyberknife. Material y método ArcCheck es un detector tridimensional de forma cilíndrica que contiene 1386 diodos distribuidos en su periferia a una profundidad de 2,9 cm. Los diodos están separados entre ellos 1 cm siguiendo una disposición helicoidal. En nuestro centro se cuenta con un equipo Cyberknife que dispone de un brazo robótico con 6 grados de libertad en cuyo extremo se acopla un acelerador lineal de energía nominal 6 MV. Se ha empleado ArcCheck para la verificación previa al tratamiento de dosimetrías Cyberknifegeneradas con el planificador Multiplan. Se ha reproducido en cada caso la dosimetría del paciente en las imágenes TAC de ArcCheck. Una vez realizado el cálculo se ha exportado el fichero de dosis 3D en formato DICOM al programa SNC Patient para compararlo con el resultado de la medida. Se han irradiado planes clínicos analizando los resultados de la distribución de índice gamma. Resultados La media de puntos que superan la prueba de índice gamma con criterios 3%-2mm, 3%-3mm y 4%-3mm es superior al 95% en los casos analizados. Discusión Los cálculos obtenidos en el sistema de planificación se comparan bien con los resultados de la medida con ArcCheck, si bien hay ciertas limitaciones a la aplicabilidad del método de medida. Conclusión En el presente trabajo se ha comprobado que es posible emplear el equipo ArcCheck para la medida de tratamientos Cyberknife, obteniendo resultados inmediatamente tras la irradiación.

## **DOF-21 VERIFICACIÓN DEL POSICIONAMIENTO DEL MLC USANDO UN ARRAY DE DIODOS**

**AMBROA REY, E. (1); GONZÁLEZ GONZÁLEZ, J. (1); COLOMER TRUYOLS, M. (2)**

(1) HOSPITAL GENERAL DE CATALUÑA; (2) HOSPITAL DE TERRASSA

INTRODUCCIÓN: El objetivo de este trabajo es elaborar un método cuantitativo para la evaluación del posicionamiento del MLC. MÉTODOS Y MATERIALES: El PROFILER 2 es una matriz de detectores de dos ejes, que consiste de 139 detectores de diodo (83 detectores en el eje Y y 57 en el eje X). El dispositivo tiene un "build-up" inherente de 1 g / cm<sup>2</sup> de material equivalente a agua. Se ha utilizado un acelerador Elekta Synergy dotado de un MLC de 40 pares de láminas de 1 cm. Cada bancada del MLC se encuentra por encima de una mandíbula de "backup". Para obtener el error de posicionamiento de cada lámina respecto a la mordaza, se ha seguido el siguiente método: Paso 1: se configura un campo con la mandíbula cerrada a x=0 y se obtiene el perfil Y. Paso 2: se configura un campo conformado solo con el MLC, obteniendo el perfil X e Y. La diferencia entre estos perfiles Y nos da directamente las diferencias de posicionamiento del MLC respecto a la mandíbula. Para obtener la relación entre las diferencias de dosis y los errores de posicionamiento del MLC en milímetros nos hemos basado en la hipótesis de que la penumbra del perfil generado por una lámina no cambia su forma para pequeños desplazamiento de ésta. Usando el perfil X obtenido en el paso 2, y desplazando ésta tanto positiva como negativamente, somos capaces de encontrar una relación entre la diferencia de dosis y el posicionamiento de la lámina. RESULTADOS: Utilizando este método se puede obtener los errores de posicionamiento de cada lámina. Los datos analizados muestran que

la mayor diferencia de posicionamiento está entorno a 1 mm. **CONCLUSIONES:** Utilizando el PROFILER 2 podemos obtener de una manera muy sencilla la diferencia de posicionamiento de cada lámina con un rango submilimétrico.

### **DOF-22 VERIFICACION DEL SISTEMA DE PLANIFICACION DE TRATAMIENTOS DE RADIOTERAPIA RAYSTATION**

**VIDEIRA MARTINEZ, L.; GARCIA MOLLÁ, R.; BONAQUE ALANDÍ, J.; DE MARCO BLANCAS, N.; GUASP TORTAJADA, M.J.; SANTOS SERRA, A.; QUIRÓS HIGUERAS, J.D.; JUAN SENABRE, X.J.; LOPEZ TARJUELO, J.; CALZADA FELIÚ, S.**

HOSPITAL PROVINCIAL DE CASTELLON

**I. INTRODUCCIÓN** Describir el proceso de modelado y verificación para el sistema de planificación de tratamientos (TPS) RayStation. **II. MATERIAL Y MÉTODOS** Se dispone del TPS RayStation v.3.5. Se pretende llevar a cabo el modelado de dosis y su verificación para los aceleradores Synergy y Precise (Elekta Ltd). Se llevaron a cabo las siguientes medidas: Porcentajes de dosis en profundidad (PDDs), perfiles y output factors (OFs). Para medir PDDs, se utilizaron dos cámaras una cámara Pin-Point y una RK, para los OF se utilizaron las dos anteriores y una Farmer y para los perfiles un diodo. Una vez realizadas las medidas se llevó a cabo el modelado. Para su verificación nos basamos en el Protocolo Español para el Control de Calidad de Sistemas de Planificación de Terapia con Radiaciones Ionizantes (Sociedad Española de Física Médica, SEFM), llevándose a cabo todas las pruebas recomendadas en dicho protocolo. El software utilizado para analizar y comparar los PDDs y los perfiles fue: Mephysto mc2 y Verisoft (PTW), aplicando el criterio gamma: 3%, 3 mm. **III. RESULTADOS** De los PDD analizados todos pasaron el criterio gamma, sin embargo en los perfiles 10 de ellos no lo pasaban. En todos los casos eran campos grandes con cuña, por lo que la discrepancia se debía al propio modelado de la cuña. En cuanto a las medidas de dosis puntuales, 9 tenían una diferencia superior a un 3%, pero nunca superando el 4%. También en este caso se trata de medidas de campos con cuña, por lo que se llegó al consenso de que en el caso de los campos con cuña un 5% de diferencia en las medidas era aceptable. **IV. CONCLUSIONES** A la vista de nuestros resultados podemos afirmar el modelado que hemos realizado de nuestros aceleradores reproduce con gran exactitud sus características dosimétricas.

### **DOF-24 CÁLCULO DE DOSIS EN SUPERFICIE CON BOLUS DE ALTA DENSIDAD EXASKIN EN MONACO 2.03. VALIDACIÓN CON PELÍCULA RADIOCRÓMICA.**

**LINARES DOBLADO, R. (1); PERUCHA ORTEGA, M. (1); MARTÍN NAVARRO, C. D. (1); VELÁZQUEZ MIRANDDA, S. (2)**

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA. HOSPITAL INFANTA LUISA; (2) SERVICIO DE RADIOFÍSICA. HHUU VIRGEN DEL ROCÍO.

El empleo de nuevos materiales en inmovilizadores, mascarar, bolus, o cualquier otro tipo de accesorio que se interpone entre el haz y el paciente, hace necesario un chequeo de la validez del sistema de planificación (TPS) para calcular la dosis con precisión teniendo en cuenta todos los dispositivos interpuestos. Especialmente importante es el caso de aquellos materiales que se encuentran en contacto con el paciente, como son los bolus, en cuyo caso se precisa un buen cálculo de dosis en la superficie del paciente tras atravesar el material. Últimamente han aparecido bolus de alta densidad, como eXaSkin [1], ideados para su uso con haces de fotones, con materiales de densidad mayor que los que usualmente empleamos, razón añadida para la validación del cálculo. En este trabajo evaluamos la validez de nuestro TPS Monaco 2.03 para el cálculo de dosis de un haz de fotones de 6 MV en superficie, cuando empleamos un bolus de alta densidad eXaSkin.

### **DOF-25 CARACTERIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN EN UN COLIMADOR MULTILÁMINAS CON PELÍCULA RADIOCRÓMICA**

**MARTÍN-VIERA CUETO, J. (1); MORENO SÁIZ, C. (1); CASADO VILLALÓN, F. (1); MORENO ANAYA, E. (1); FERREIRA TAPIA, A. (2); GALÁN MONTENEGRO, P. (1)**

(1) UGC RADIOFÍSICA HOSPITALARIA, HOSPITAL REGIONAL UNIVERSITARIO. MÁLAGA; (2) DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FÍSICAS, UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA. TEMUCO. CHILE

El objetivo de este trabajo es medir la transmisión de un haz de fotones de 6 MV a través del colimador multiláminas (CML) Millenium de 80 láminas de Varian para su modelado en sistemas de planificación. Para ello se obtiene un mapa de transmisiones a partir de distribuciones de dosis absorbida medidas con película radiocrómica con el propósito de adquirir la mayor información posible de la transmisión a través de los distintos elementos del colimador. El mapa de transmisiones se obtiene a partir de la distribución de dosis estimada a partir de dos películas EBT3 irradiadas en un campo rectangular de fotones de 6 MV con dos configuraciones distintas del CML: una con el colimador retraído y otra con el colimador completamente cerrado. La medida del mapa de transmisiones de un CML con película radiocrómica proporciona gran cantidad de información con un alto nivel de precisión. Los valores obtenidos son consistentes con valores publicados para un CML de características similares en la bibliografía.

### **DOF-27 CARACTERIZACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MATRIZ 2D DE ALTA RESOLUCIÓN CON 2041 CÁMARAS LÍQUIDAS**

**BRUALLA-GONZALEZ, L. (1); GONZALEZ-CASTAÑO, D. (2); VICEDO, A. (1); VAZQUEZ-LUQUE, A. (2); GARCÍA, T. (1); ZAPATA, M. (3); GRANERO, D. (1); ROSELLO, J. (1); GÓMEZ, F. (2); PARDO-MONTERO, J. (3)**

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA, HOSPITAL GENERAL DE VALENCIA, ERESA; (2) DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE PARTICULAS, UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA; (3) SERVICIO DE RADIOFÍSICA, COMPLEXO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE SANTIAGO Y GRUPO DE IMAXE MOLECULAR, INSTITUTO DE INVESTIGACION SANITARIA DE SANTIAGO

En la actualidad, la Radioterapia evoluciona hacia un uso cada vez más frecuente de irradiaciones complejas con presencia de campos pequeños que irradian de forma parcial los volúmenes de tratamiento. A su vez, las colima-



ciones de los campos pueden variara medida que varía la posición del gantry y también la tasa de fluencia puede sufrir modificaciones durante todo el proceso. Para la verificación dosimétrica de los tratamientos de radioterapia el radiofísico necesita herramientas versátiles de elevada exactitud que reduzcan su carga de trabajo. Los equipos que permiten el análisis en tiempo real de las distribuciones de dosis son una solución cada vez más adoptada por los centros clínicos. En este trabajo se presenta una matriz plana de 2041 canales, dispuestos en un grid central de 43 x 43 píxeles que cubre un área de 107x107 mm<sup>2</sup> sin zonas muertas, y cruces y diagonales para la medida de perfiles que se extienden hasta 228 mm. El medio activo tiene 0.5 mm de espesor de un líquido orgánico no polar equivalente a tejido. La caracterización del dispositivo se ha llevado a cabo en un acelerador TrueBeam con haces de fotones de 6 MV, 6 MV FFF, 10 MV, 10 MV FFF y 15 MV. Se ha estudiado la estabilidad a corto y a largo plazo, la dependencia con la tasa de dosis (dosis por pulso y la frecuencia de los mismos), la dependencia con la energía y con la dosis. El equipo se ha calibrado según el método propuesto por Donetti et al (PMB 2006) Posteriormente se ha usado en la verificación de distintas situaciones prácticas dentro de la radioterapia como pueden ser la determinación de OF, la medida del efecto de tongue and groove y el estudio de campos de IMRT. Como conclusión, en este estudio se muestran las virtudes y limitaciones de esta tecnología para la verificación dosimétrica en Radioterapia.

## **DOF-28 COMPARACIÓN DE 4 PROCEDIMIENTOS DE DOSIMETRÍA MULTICANAL CON PELÍCULA RADIOCRÓMICA.**

**DE LA VARA OLIVAS, V.; BERENGUER SERRANO, R.; NÚÑEZ QUINTANILLA, A.; RIVERA JIMÉNEZ, M.; GUTIÉRREZ PÉREZ, M.; SABATER MARTÍ, S.; VILLAS SÁNCHEZ, V.**

COMPLEJO HOSPITALARIO ALBACETE

Objetivo Este trabajo compara 4 procedimientos de calibración dosimétrica multicanal con película radiocrómica. Se basan en la siguiente bibliografía 1) Micke, 2) Mayer, 3) Méndez, y 4) relación canal rojo-azul. Estos métodos (excepto 4) utilizan procedimientos de dosimetría "mejoradas" que permiten la separación y eliminación de la parte independiente de la dosis de la señal escaneada. Métodos Para comparar estos procedimientos se irradiaron 10 campos. Las distribuciones de dosis de la película (EBT3) se compararon con sus respectivas distribuciones de dosis previstas por el planificador y con sus distribuciones de dosis medida con un array 2D. Se comparó con análisis gamma. Resultados Todos obtienen muy buenos resultados (100% de los puntos pasaron el criterio y cuando se utiliza 2 mm). Así, se hizo otra comparación y (1% -1 mm) para apreciar alguna diferencia. Los métodos de Micke-Mayer obtuvieron el mismo y el mejor resultado en comparación con el TPS (96,2% de los puntos pasaron el criterio, y el valor de la mediana y fue de 0,559). El método Méndez obtuvo 84,9% y 0,747, respectivamente, y el peor resultado se obtuvo con el método del cociente ya que no es un método de dosimetría "mejorado" (76,5% y 0.818). Sin embargo, cuando se compara con la medición con el 2D Array el método Méndez (96,7% - 0,493) obtuvo mejores resultados que el método Micke (90,0% - 0,712). Conclusión El método Micke es menos complejo que el método Méndez porque no necesita ninguna optimización ni registro de imágenes y su calibración se basa sólo en 6 fragmentos de película irradiados (sólo requiere ajuste de curvas). Creemos que el método Méndez es robusto y con buenos resultados (con 2 mm - 1% se obtuvo un valor medio de 100% y que ha demostrado ser el mejor cuando se compara con las mediciones), aunque el procedimiento de calibración con cuña es crítico.

## **DOF-29 COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA DOSIMÉTRICA DE LOS MODELOS DE PELÍCULA RADIOCRÓMICA GAFCHROMIC EBT2 Y EBT3**

**MARTÍN-VIERA CUETO, J. (1); CASADO VILLALÓN, F. (1); MORENO ANAYA, E. (1); PACHECO AHUMADA, F. (2); NAVARRO GUIRADO, F. (1); MORENO SÁIZ, C. (1)**

(1) UGC RADIOFÍSICA HOSPITALARIA, HOSPITAL REGIONAL UNIVERSITARIO. MÁLAGA; (2) DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FÍSICAS, UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA. TEMUCO. CHILE

El equipo de dosimetría de película radiocrómica consta del dispositivo de lectura (escáner de transmisión o de reflexión) y de las películas. Una vez establecido un protocolo de medida optimizado, la elección del modelo de película puede constituir una fuente importante de incertidumbre. Esto se debe a la distinta construcción de los dos modelos de película Gafchromic que actualmente existen en el mercado. Aunque ambos comparten el mismo material activo, el modelo EBT2 consta de un diseño asimétrico en el que la capa activa de 30 µm se encuentra entre dos capas externas de poliéster de diferente espesor (175 µm y 50 µm). El modelo EBT3 tiene sin embargo un diseño simétrico en el que la capa activa de 30 µm se encuentra entre dos capas externas de 175 µmde poliéster con un tratamiento especial para evitar la aparición de anillos de Newton. En este trabajo se compara la respuesta dosimétrica de ambos modelos, para lo cual se analiza la uniformidad de respuesta de la película sin irradiar, la latitud de las curvas sensitométricas, la sensibilidad por canal y la incertidumbre de dosis estimada de ambos modelos. Todas las medidas se realizan en las mismas condiciones siguiendo el protocolo de dosimetría de película establecido en nuestro centro y de forma que no se toma ninguna medida específica para evitar la aparición de anillos de Newton en las muestras escaneadas de EBT2.

## **DOF-30 COMPARACION DE TRES 2D-ARRAY DE DETECTORES PARA LA VERIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE SBRT MEDIANTE EL OCTAVIUS 4D**

**DE MARCO BLANCAS, N.; GARCÍA MOLLÁ, R.; BONAQUE ALANDÍ, J.; VIDUEIRA MARTÍNEZ, L.; GUASP TORTAJADA, M.; MONTE-NEGRO IGLESIAS, N.**

CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN

OBJETIVO Se comparan tres 2D-array de detectores, los cuales tienen diferentes distancias entre detectores y tamaños de cámara, para verificar tratamientos de SBRT con el OCTAVIUS 4D. MATERIALES Y MÉTODOS Se selec-

cionan 10 SBRT de diferentes localizaciones. A una de las SBRT se le realizan 4 planes adicionales modificando posiciones de las láminas. La intención de estos 4 planes es estudiar la capacidad de detección de los errores en función del detector. Los tratamientos se calculan con el sistema de planificación RayStation 4.0.3.4 Para las verificaciones se utiliza un acelerador lineal (Elekta Synergy) con energía de 6 MV. Los tres 2D-array utilizados son: OCTAVIUS 729, OCTAVIUS 1000SRS y el OCTAVIUS 1500. Para la medida con los 2D-array se usa el OCTAVIUS 4D. El software del OCTAVIUS 4D usado para medir y verificar los tratamientos, es el Verisoft 6.0.2., el cual, reconstruye una distribución 3D de dosis a partir de medidas de distribuciones planares de dosis. Para obtener las diferencias entre las distribuciones de dosis calculadas con el planificador y las medidas en el acelerador, se usa el índice gamma local 3D (criterio 3%, 3mm). RESULTADOS Los resultados para las 10 SBRT muestran una relación clara entre la resolución de los 2D-Array y el número de puntos que pasan el criterio gamma. Al comparar las medidas de los planes estropeados con el plan original dado por el planificador se ve que a medida que la distancia entre cámaras y el tamaño de la cámara es menor, el detector es más sensible a los errores introducidos en las láminas. CONCLUSIONES El OCTAVIUS 1000SRS es el más idóneo para verificar SBRT ya que da los mejores resultados por su menor distancia entre cámaras y es el más sensible a los errores inducidos en las láminas debido a su menor tamaño de cámaras.

### **DOF-31 COMPARACIÓN DEL TAMAÑO DE CAMPO DE RADIACIÓN, PLANITUD Y SIMETRÍA OBTENIDOS CON DESPLAZAMIENTO LINEAL DE UN DIODO VS MATRIZ BIDIMENSIONAL DE DIODOS EN UN ACCELERADOR LINEAL DE ELECTRONES**

**RAMOS CABALLERO, J. (1); ORDIALES SOLÍS, J.M. (1); ÁLVAREZ FRANCO, F.J. (2)**

(1) HOSPITAL DE MERIDA; (2) DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Para realizar el control de calidad de un acelerador lineal de electrones, varios sistemas de medida de haces de radiación están disponibles. El objetivo de este trabajo fue evaluar los resultados de la medida del tamaño de campo de radiación, planitud y simetría con una matriz bidimensional de diodos y software de control de calidad específico respecto a los obtenidos con un sistema analizador de haces de radiación de uso común. Los resultados muestran que las variaciones realizadas de forma controlada sobre los valores de referencia del haz de radiación fueron detectadas por el sistema evaluado, siendo las diferencias globales de los sistemas de 0.6 a 1.5 mm para los tamaños de campo, de 0 a 0.3 en el porcentaje para planitud y de 0.1 a 2.2 en el porcentaje para la simetría. Estableciendo un estado de referencia para la matriz, el sistema es sensible a modificaciones del haz de radiación y muestra información útil para su control.

### **DOF-32 COMPARACIÓN ENTRE SOFTWARE DE ANÁLISIS DE ESTRELLAS UTILIZADAS EN CONTROL DE CALIDAD**

**VERA SÁNCHEZ, J. A. (1); RUIZ MORALES, C. (2); GONZÁLEZ LÓPEZ, A. (3)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JOAN, REUS; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO I POLITÉCNICO LA FE, VALENCIA; (3) HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA ARRIXACA, MURCIA

En el control de calidad de los Aceleradores lineales de electrones encontramos varios test que producen una imagen con patrón del tipo "starshot". Para analizarlo es necesario utilizar un software para obtener los parámetros de interés como el tamaño deisocentro, distancia de isocentro de radiación al isocentro externo, espesor y angulación de los brazos. En este trabajo comparamos dos software propios basados en algoritmos distintos para comprobar su validez para este uso. Analizamos distintos test deisocentro y "Twinkle" con ambos programas informáticos y observamos que los resultados de ambos para los distintos parámetros de interés son congruentes y válidos y por tanto ambos algoritmos son aceptables para su uso.

### **DOF-33 COMPARACIÓN VALORES KSAT PARA LA CÁMARA PTW ROOS SEGÚN LOS MÉTODOS DE BRUGGMOSER Y LAITANO**

**QUILIS, C.; HERREROS, A.; SAEZ, J.; CAMACHO, C.; LAMBISTO, D.; BIETE, A.**

HOSPITAL CLINIC DE BARCELONA

El uso de cámaras de ionización plano-paralelas en haces de electrones con dosis por pulso elevadas requiere la obtención de factores de recombinación que incorporen el efecto de la recolección de electrones libres. En el presente trabajo se ha realizado una comparación de 3 métodos para el cálculo de dicho factor. Estos 3 métodos de comparación son: método convencional de Boag (de las dos tensiones), el método de Laitano y, por último, el método de Bruggmoser. Una de las conclusiones que observamos a raíz del estudio, es que podemos simplificar las medidas realizadas a la hora de caracterizar la cámara empleada (en este caso la PTW ROOS) con el fin de ahorrar tiempo y recursos, ya que tenemos métodos alternativos al convencional de Boag, como queda demostrado.

### **DOF-34 CORRECCIÓN BIDIMENSIONAL DE ARTEFACTOS PRODUCIDOS EN ESCÁNERES PLANOS PARA DOSIMETRÍA CON PELÍCULA.**

**MORENO, J.C.; MACÍAS, J.; VISÚS, M.; PERALES, A.**

H.U. VIRGEN MACARENA

El uso de escáneres planos para la digitalización en dosimetría con película, introduce una serie de artefactos que afectan a la exactitud de dicha dosimetría, tanto en dirección vertical, como en horizontal. El objetivo de este trabajo ha sido diseñar una solución práctica para minimizar dichos artefactos e implementarlos en un software de

libre distribución y multiplataforma (JAVA). El estudio ha demostrado que no sólo existe una dependencia conocida del valor obtenido en el escaneo con la posición y el color (dosis), sino que también es posible "suavizar" dicha dependencia a través de la corrección formulada. Debido a que la disposición de las capas de material difieren entre los modelos de películas radiocrómicas EBT2 y EBT3 se ha hecho necesario implementar una corrección diferente para cada tipo, no siéndolo para cada lote del mismo modelo. La aplicación de este tipo de corrección a las imágenes obtenidas no toma más de unos segundos, mostrando rangos de corrección de hasta el 7% para cada canal, siendo por lo general mayor la discrepancia cuanto mayor es el tamaño de la imagen a escanear.

### **DOF-35 DOSIMETRÍA CON PELÍCULA RADIOCRÓMICA: DENSIDAD ÓPTICA VS. DENSIDAD ÓPTICA NETA** **MÉNDEZ CAROT, I.**

*INSTITUTE OF ONCOLOGY LJUBLJANA*

En este estudio se analizó qué magnitud para la respuesta del sistema dosimétrico película radiocrómica-escáner ofrece una mayor concordancia con el sistema de planificación: densidad óptica o densidad óptica neta. Para ello se emplearon 42 imágenes de películas irradiadas que se calibraron usando densidad óptica y densidad óptica neta, así como dosimetría monocanal (canal R) y tricanal. El empleo de la densidad óptica neta dio lugar a distribuciones de dosis más similares a las calculadas por el sistema de planificación, de acuerdo con el análisis del índice gamma. Esta mejora fue estadísticamente significativa para dosimetría monocanal (canal R) pero no significativa para dosimetría tricanal.

### **DOF-37 ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE PELÍCULAS RADIOCRÓMICAS EBT3 EN EL TIEMPO**

**MARTÍNEZ VALDIVIA, J.; RODRÍGUEZ LÓPEZ, B.; SINTES GARRIGA, M.; ARIÑO GIL, A.; ROMERO SILLERO, F.; FONT GELABERT, J.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO SON ESPASES*

La mayor parte de las películas radiocrómicas tienen componentes activos, los cuales incluyen monómeros radio-sensibles. Tras la irradiación el monómero activo se polimeriza para formar un polímero de color. Es sabido que dicha polimerización continúa una vez cesada la irradiación, lo cual produce un incremento en la absorción óptica, esto es una de las causas por las que se deben dejar reposar cierto número de horas las películas antes de ser leídas. El objetivo de este estudio es ver en cuantas horas se estabilizan dichas películas, para ello se hace el análisis de una película irradiada con un campo uniforme y otras dos de tratamiento.

### **DOF-38 ESTUDIO DE LAS CORRECCIONES APLICADAS EN DOSIMETRÍA RELATIVA UTILIZANDO PELÍCULAS RADIOCRÓMICAS**

**VISÚS LLOBET, M.; MACÍAS JAÉN, J.; MORENO REYES, J. C.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN MACARENA*

Se han propuesto distintos valores de la precisión que es posible alcanzar en un análisis gamma de las películas de verificación. El objetivo de este trabajo es estudiar cada una de esas correcciones individualmente y en conjunto para poder evaluar su contribución relativa al resultado final así como estudiar la exactitud que es posible obtener en la práctica diaria y, por tanto, estimar la posible tolerancia mínima en el análisis gamma de las verificaciones relativas de los tratamientos de IMRT. Las correcciones consideradas son la debida a la falta de inhomogeneidad lateral del escáner, la linealización dosimétrica y la corrección multicanal. El procesamiento de las imágenes se realiza con el software JGamma.

### **DOF-39 ESTUDIO DE UN MOSFET DE USO GENERAL COMO DOSÍMETRO**

**LLORENTE MANSO, M.; VILELA SERRANO, S.; FERRER GRACIA, C.**

*CENTRO ONCOLÓGICO MD ANDERSON*

Los transistores MOSFET son sensibles a la radiación y se pueden emplear como dosímetros en el ámbito de la radioterapia. Por su pequeño tamaño, son interesantes para la medida de haces pequeños. Hemos estudiado la validez como dosímetro de un MOSFET de uso general (ZVP0545A) para la medida de haces de radioterapia. Las lecturas se obtienen midiendo el voltaje umbral del detector a través de un convertidor analógico-digital de 24 bits y una plataforma Arduino para comunicarse con un PC. Se ha comprobado su linealidad y repetibilidad. Hemos medido rendimientos en profundidad para un haz de fotones de 6 MV y otro de electrones de 12 MeV. También los factores de campo entre 10 y 0.6 cm del haz de fotones. Se han comparado los resultados con los medidos con otros detectores. Los MOSFET son lineales en el rango de cero a 50 Gy. La desviación estándar en las medidas es del 1.4%. Las diferencias en los PDD de fotones son menores del 2% y del 3.3% en electrones. Los factores de campo son sistemáticamente sobreestimados. Entre 10 y 2 cm la diferencia máxima es del 2%. Para campos menores, la diferencia aumenta hasta el 12.5% en el campo de 6mm. Es factible utilizar el MOSFET ZVP0545A como dosímetro en radioterapia si bien para la medida de campos pequeños sería necesario aplicar factores de corrección.

### **DOF-40 EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE AJUSTE PARA LA CALIBRACIÓN DE PLACAS RADIOCRÓMICAS**

**GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; GARCÍA REPISO, S.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; CONS PÉREZ, N.; MARTÍN RINCÓN, C.; GARCÍA LEDESMÁ, J.; DÍEZ GALLEGU, M.A.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA*

La función de ajuste para la curva de calibración de la relación no lineal entre la dosis y la densidad óptica (DO), característica de las placas radiocrómicas Gafchromic EBT2 y EBT3, ha sido objeto de estudio por diversos autores. El objetivo de este trabajo se centra en comparar la bondad del ajuste para dos tipos de curva de calibración (una basada en la teoría

de percolación y otra determinada por una función racional), y en evaluar la posibilidad de reducir el número de puntos necesarios para el ajuste. Todos los modelos de ajuste de la curva de calibración estudiados presentan un buen acuerdo con los datos experimentales. El que presenta mejor ajuste es el modelo basado en percolación ajustado con 12 puntos.

#### **DOF-41 EVALUACIÓN DE SOFTWARE DE CONTROL DE UN ESCÁNER DE TRANSMISIÓN PARA DOSIMETRÍA CON PELÍCULAS RADIOCRÓMICAS**

**MARTÍN-VIERA CUETO, J. (1); MORENO SÁIZ, C. (1); GARCÍA PAREJA, S. (1); FERREIRA TAPIA, A. (2); GALÁN MONTENEGRO, P. (1); BODINEAU GIL, C. (1)**

(1) UGC RADIOFÍSICA HOSPITALARIA, HOSPITAL REGIONAL UNIVERSITARIO. MÁLAGA; (2) DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FÍSICAS, UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA. TEMUCO. CHILE

El objetivo de este trabajo es la evaluación del software de escaneo Vuescan 0.9 para su uso en un protocolo de dosimetría de película radiocrómica. Este software es un interfaz para el controlador del escáner que implementa una serie de herramientas que permite un mayor control de un escáner: permite el acceso a los valores en bruto de las lecturas de los sensores CCD obtenidas en cada canal, así como fijar la exposición luminosa del escáner para optimizar la relación señal-ruido, y además permite un muestreo múltiple para reducir el ruido local de medida, especialmente en el canal azul. Para que pueda usarse con éxito en un protocolo de dosimetría de película es esencial que el software permita el mayor control posible del escáner a fin de evitar automatismos que puedan degradar la precisión de las estimaciones de dosis, como por ejemplo operaciones de color que alteren el valor de píxel obtenido en cada canal. La respuesta del escáner debe reproducir el comportamiento de un densitómetro, es decir, deber ser proporcional a la escala de densidades ópticas (DO). Los dispositivos CCD se caracterizan por una respuesta lineal hasta altos valores de DO, por encima de los cuales muestran saturación. El rango útil del escáner en la reproducción de densidades ópticas queda determinado por el rango lineal de la respuesta y por las distintas fuentes de ruido que influyen en la respuesta.

#### **DOF-42 IMRT EN LA CLÍNICA ONCOSUR DE GRANADA. ESTADÍSTICA DE 5 AÑOS.**

**ARREGUI CASTILLO, G. (1); BARBOSA CHAVES, A. (2); ÁLVAREZ MATEOS, D. (3)**

(1) ONCOSUR GRANADA-CÓRDOBA; (2) ONCOSUR CÓRDOBA; (3) ONCOJEREZ-RADON

Introducción: El tratamiento con IMRT nos proporciona una dosimetría conveniente en aquellas localizaciones con órganos de riesgo muy cercanos o dentro del PTV. Desde abril de 2010 se han tratado en nuestro servicio más de 500 pacientes con técnicas de IMRT (Step and Shoot, VMAT), de los que se ha registrado una serie de parámetros tales como tipo de técnica, patologías, dosis impartida, tiempo de tratamiento, cobertura y resultados del control de calidad, entre otros. Objetivo: Presentación de la estadística de parámetros clínicos y dosimétricos para 500 pacientes tratados con técnica de IMRT en nuestra clínica de Granada Método: Las dosimetrías clínicas de los pacientes tratados con IMRT en la clínica Oncosur de Granada han sido calculadas con un planificador Mónaco de Elekta. Para cada dosimetría se han recogido los siguientes parámetros: patología, técnica (S&S, VMAT), nº de lesiones por isocentro, dosis a los PTVs, nº de fracciones, dosis máxima por sesión, tiempo de tratamiento por sesión, V100, D98, D2, D50, D95, IH (índice de homogeneidad), Dmedia, IC (índice de conformidad), energía, nº de campos, nº de segmentos, UMs, grados de giro (VMAT), UM/grado, rejilla de cálculo, variancia MC, parámetros de segmentación y resultados del control de calidad con maniquí Delta4 de Scanditronix, gx,y (porcentaje en la que la función gamma es menor de uno para unos límites de porcentaje de dosis y de distancia a la dosis dados) Resultados: Se muestran las gráficas para distintos parámetros. Conclusión: Los tratamientos con IMRT pueden ser aplicados a varias patologías con diferentes fraccionamientos. La exigencia en cuanto a cobertura del PTV y exclusión de los órganos de riesgo se adapta en cada caso al mejor resultado posible.

#### **DOF-43 INTERCOMPARACIÓN DE MÉTODOS DE CÁLCULO PARA LA PLANIFICACIÓN RADIOTERÁPICA CON HACES DE 6 MV EN INHOMOGENIEDADES DE DIFERENTES DENSIDADES**

**LAGARES GONZÁLEZ, J.I. (1); NUÑEZ MATIN, L. (2); FUENTES HERNÁNDEZ, E. (3); ZEFIRO, D. (4); VIBERTI, C.M. (5); SPEZZINO, P. (5); FOPPIANO, F. (4)**

(1) CIEMAT, MADRID; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO, MAJADAHONDA; (3) BIOTERRA, S.L. MADRID; (4) ASI N.5 "SPEZZINO". LA SPEZIA; (5) E.O. OSPEDALI GALLIERA. GENOVA.

Se ha calculado la dosis en pequeñas inhomogeneidades de 8, 831 y 64.000 mm<sup>3</sup> para un rango de densidades de 0.1 a 3 cc/g dentro de un maniquí homogéneo de agua de 20x20x20 cm<sup>3</sup>, irradiado con un haz de RX de 6 MV. Los cálculos se han realizado con diferentes RTPS y algoritmos: Pencil Beam y Collapsed Cones de Oncentra, Collapsed Cones de RayStation y usando el código de Monte Carlo EGSnrc. Los resultados muestran claramente diferencias significativas en la región de densidades superiores a la del agua para el caso del Collapsed Cones de Oncentra, respecto a los resultados encontrados con Pencil Beam, Collapsed Cones de RayStation y Monte Carlo.

#### **DOF-44 CONTROL DE CALIDAD DE ARCOTERAPIA DE INTENSIDAD MODULADA (VMAT) USANDO UN DISPOSITIVO DE IMAGEN PORTAL.**

**REYES GARCIA, R.; JIMENEZ FELTSTRÖM, D.; DERECHO TORRES, F.; HERRADOR CORDOBA, M.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCIO

El hospital universitario Virgen del Rocío dispone de un acelerador Clinac - DHX (Varian Medical Systems). Este equipo permite realizar tratamientos de VMAT, donde es posible variar la tasa de dosis, velocidad de gantry y velocidad y posición de láminas para alcanzar la conformación de dosis deseada, y así mejorar la calidad del tratamiento. Es necesario disponer de un conjunto de pruebas que nos aseguren que los parámetros físicos que

varían durante el tratamiento lo hacen de forma correcta. En el presente trabajo se da una breve descripción y se muestran los resultados recogidos durante 6 meses de las pruebas descritas por C. Clifton Ling et al.

## **DOF-45 CONTROL DE CALIDAD DE LAS CARACTERÍSTICAS DOSIMÉTRICAS DEL HAZ CON IMRT MATRIXX E IPYTHON NOTEBOOK**

**MARQUÉS FRAGUELA, E.; SUERO RODRIGO, M.**

*HOSPITAL VIRGEN DEL PUERTO*

El objetivo de este trabajo fue presentar el nuevo protocolo de control de calidad de las características dosimétricas de los haces de fotones de nuestra instalación. El detector empleado fue la matriz de cámaras de ionización ImRT MatriXX de la empresa IBA dosimetry. Los datos fueron adquiridos y preprocesados con el software OmniPro I<sup>m</sup>mRT, el análisis de las medidas y la generación de informes fueron realizados con IPython Notebook y una serie de librerías científicas de código libre para Python. Las ventajas principales del protocolo presentado son la reducción del tiempo de medida, y la automatización del análisis y de la generación de informes.

## **DOF-46 CONTROL DE CALIDAD DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTO PARA RADIOCIRUGIA**

**AYALA PIÑELLA, Y.; GUZMAN CALCINA, S.**

*CENTRO DE RADIOTERAPIA DE LIMA*

La radiocirugía produce radionecrosis en los tejidos y con ello la oclusión de una mala formación arterio venosa (MAV), la reducción del volumen o detención del crecimiento en un tumor benigno o metástasis, o una alteración funcional determinada. Los avances en las áreas de computación e imagenología (TC y RMN) a partir de la década de los 80, a desencadenado una explosión en el desarrollo y uso de ésta técnica, al mejorar y simplificar su manejo, facilitando y asegurando la localización y tratamiento de pequeñas lesiones y medianas de más de 15mm hasta 40mm de diámetro, sin limitación en la localización de la lesión, teniendo una mayor ductilidad en la conformación de la dosis. Los datos dosimétricos adquiridos, que se introducen en el software de planificación para el sistema de radiocirugía, tienen que contar con las condiciones de veracidad y confiabilidad necesaria para poder realizar las planificaciones de radiocirugía y en conjunto con otros parámetros de tratamiento, garantizar un tratamiento exitoso. Al entregar una alta dosis en una sola sesión, en zonas de tratamiento como la cabeza, involucra tener una precisión del orden de milímetros, tal y como lo sugiere el protocolo de la AAPM (American Association of Physicists in Medicine) de control de calidad en radiocirugía, caso contrario sería fatal para el paciente. Por ello, nos vemos en la necesidad de utilizar el test de Winston – Lutz y un fantoma adaptado para poder realizar el control de calidad al software de planificación.

## **DOF-47 DESARROLLO DE APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL ISOCENTRO**

**MACÍAS, J.; MORENO, J.C.; VISÚS, M.; PERALES, A.**

*H.U. VIRGEN MACARENA*

En la batería de verificaciones de los controles periódicos que se realizan a las unidades de tratamiento en radioterapia, existen algunas de ellas cuyo estudio, si se realiza con cierta rigurosidad, suele ser tedioso y consume una parte significativa de recursos si es que no se dispone de las herramientas optimizadas y adecuadas para ello. Una de estas verificaciones suele ser la del isocentro de radiación, que además se suele repetir para gantry, colimador y mesa. El objetivo de este trabajo ha sido actualizar la herramienta utilizada para tal fin, enmarcándola en un entorno multisistema (cualquiera que pueda disponer de máquina virtual java), dotándola de elementos gráficos suficientes y ajustando el criterio de definición al que parece ser más aceptado.

## **DOF-48 DOSIMETRIA EN RADIOCIRUGIA UTILIZANDO SIMULACION DE MONTE CARLO**

**AYALA PIÑELLA, Y.**

*CENTRO DE RADIOTERAPIA DE LIMA*

La radiocirugía es una técnica de radioterapia no invasiva, capaz de depositar en una sola sesión una elevada dosis de radiación en una estructura anatómica, tumor o malformación arteriovenosa, con precisión milimétrica. El presente trabajo desarrolla un método, capaz de implementar un sistema dosimétrico de Radiocirugía veraz y confiable mediante Simulación de Monte Carlo (MC). Se desarrolla contando con el Sistema de Radiocirugía instalado en un Acelerador Lineal de Fotones (LINAC) con energía de 6 MeV, se realizaron medidas dosimétricas experimentales al sistema; y se utilizó el código PENELOPE (Penetration and ENergy LOss of Positrons and Electrons) para realizar la simulación de Monte Carlo bajo las mismas condiciones geométricas experimentales. Utilizando el método propuesto se logra obtener mediante simulación de MC los datos dosimétricos para un sistema de radiocirugía de una manera veraz, confiable y con ahorro de costos y tiempo en comparación con la técnica dosimétrica experimental utilizada cotidianamente.

## **DOF-50 ESTUDIO DE LA CÁMARA DE IONIZACIÓN EXRADIN A18 PARA LA APLICACIÓN EN MEDIDAS DOSIMÉTRICAS RELATIVAS**

**MONTES RUBIO, E.; PUXEU VAQUÉS, J.; PICÓN OLMOS, C.**

*INSTITUT CATALÀ D'ONCOLOGIA*

El objetivo de este trabajo es el estudio de la cámara de ionización Exradin A18 de Standard Imaging para el empleo en la verificación periódica de perfiles y porcentajes de dosis en profundidad (PDP). Para ello, se realizan

distintas pruebas siguiendo la norma estándar internacional IEC 60731 y se comparan los parámetros dosimétricos característicos (penumbra e índice D20/D10) de las medidas de verificaciones periódicas respecto a una cámara de ionización PTW-31010 actualmente en uso. Estudiando los resultados obtenidos se observa que la cámara de ionización Exradin A18 (Standard Imaging) cumple las especificaciones establecidas por la norma IEC 60731 de las pruebas realizadas y, por tanto, se puede concluir que es apropiada para medidas dosimétricas relativas. Las discrepancias encontradas en el valor de las penumbra se explican por la diferencia en el diámetro interno de los dos modelos. Sin embargo, en el caso del PDP este efecto es mucho menor debido al menor gradiente de dosis en comparación con la penumbra.

### DOF-51 ESTUDIO DE LAS UNIDADES HOUNSFIELD DE LA MESA DE TRATAMIENTO

**RODRIGUEZ LOPEZ, B. (1); MARTINEZ MALDIVIA, J. (1); SINTES GARRIGA, M. (1); ROMERO PÉREZ, J. (2); ROMERO SILLERO, F. (1); FONT GELABERT, J. (1)**

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA, HOSPITAL UNIVERSITARI SON ESPASES, PALMA DE MALLORCA; (2) SERVICIO DE ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA, HOSPITAL UNIVERSITARI SON ESPASES, PALMA DE MALLORCA

Se procede a corregir y verificar las Unidades Hounsfield (UH) que se proporcionan por defecto en el planificador Eclipse de la mesa de tratamiento. En el planificador Eclipse, se puede elegir la mesa según su grosor (Thin, Medium y Thick) y se pueden elegir los valores de UH que caractericen el material de la mesa. Por defecto estos valores son -300 y -1000 para la superficie del panel y para el interior del panel respectivamente. Para realizar las medidas se utiliza una cámara de ionización de grafito de 0.3 cc insertada en un maniquí de plástico de agua. Se irradia con 100 UM y un campo de 10x10 cm realizando combinaciones de los siguientes parámetros: -Ángulos de gantry: 0°, 180°, 140°, 160°, 200° y 220°. -Energías de 6MV y 15MV -Parte fina y gruesa de la mesa. Se realizan 3 medidas de cada caso para reducir incertidumbre. Se realiza un análisis conjunto de todos los casos estudiados, y se concluye que el conjunto de UH que mejor se ajusta a la mesa de tratamiento es aquel que reduce las medias de las diferencias entre lo medido y lo planificado de todos los casos. Se obtiene como ese valor -750/-970 obteniéndose una diferencia media de 0.13% frente a 0.78% del conjunto de valores de UH inicial -300/-1000. El valor obtenido es muy próximo al obtenido por otros autores con un método similar.

### DOF-52 EVALUACIÓN CON IMÁGENES PORTAL DE LOS PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL HAZ DE RADIACIÓN EN ACELERADORES DE USO MÉDICO

**LIZONDO, M.; LATORRE-MUSOLL, A.; EUDALDO, T.; JORDI, O.; DELGADO, P.; CARRASCO, P.; RUIZ, A.; JORNET, N.; RIBAS, M.**

HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU

**OBJETIVOS** Se propone una nueva metodología para evaluar la coincidencia del eje de la fuente de radiación con el eje de rotación del colimador, y el del MLC, basada en el análisis de imágenes portal mediante una aplicación informática desarrollada en nuestro servicio. La aplicación se ha validado con el análisis de patrones "estrella" para diferentes configuraciones de las mandíbulas imponiendo desplazamientos conocidos, y posteriormente se ha comparado con análisis mediante películas radiocrómicas (PR) y procesado con un software comercial. **MATERIAL Y MÉTODO** El patrón "estrella" consta de 12 irradiaciones (6MV, 600UM/min) a diferentes ángulos de colimador. Se han obtenido patrones "estrella" sobre EPID (PortalVision aS500-II, Varian) y PR (EBT2, Gafchromic®) para ciertas posiciones de mandíbulas y MLC. La aplicación ajusta a una recta cada brazo de la "estrella" y algebraicamente encuentra los puntos de corte de las rectas pertenecientes a irradiaciones sucesivas. El centro del círculo inscrito representa el eje de la fuente de radiación, y su radio el desplazamiento entre el mismo y el eje de simetría de las mandíbulas. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN** Los puntos de corte de las rectas no coinciden en general en un punto debido a la holgura mecánica del giro del colimador. Asimismo, el radio obtenido con la aplicación se corresponde con el desplazamiento del eje de simetría como se esperaba. Por otra parte, a diferencia del software comercial, ofrece el mismo valor de distancia entre centros de eje de radiación y luminoso para el patrón "estrella" con el MLC retirado y cerrado. **CONCLUSIÓN** La metodología propuesta agiliza y economiza la obtención de los parámetros de coincidencia entre el eje de la fuente de radiación y el eje de rotación del colimador, y además revela posibles asimetrías en el cierre de las mandíbulas y del MLC.

### DOF-53 EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN SEGÚN EL PROTOCOLO ESPAÑOL DE CONTROL DE CALIDAD MEDIANTE UNA ESTADÍSTICA DE PUNTOS

**MELGAR PÉREZ, J.; JIMÉNEZ DOMÍNGUEZ, M.; ORELLANA SALAS, A.**

HOSPITAL PUNTA DE EUROPA

En este trabajo se ha evaluado la precisión de los cálculos dosimétricos de dos sistemas de planificación (PCRT y Eclipse) según el Protocolo Español de Control de Calidad mediante una estadística de puntos. Se diseñó un programa en Matlab para realizar la comparación de las distribuciones de dosis y obtener de forma automática el porcentaje de puntos que cumplen las tolerancias establecidas. Para efectuar una evaluación general de la precisión de los cálculos se obtuvo el número de curvas (rendimiento y perfiles) y cálculos de UM que no superaban las tolerancias. El cumplimiento de las tolerancias fue en general alto para los dos planificadores. El algoritmo de superposición de PCRT presenta algunas desviaciones en profundidades >25 cm en el rendimiento en profundidad, la región externa y en campos pequeños con heterogeneidades, especialmente para la energía de 6MV. El algoritmo de cálculo AAA de Eclipse supera las tolerancias en la penumbra aunque son derivadas del criterio general seguido para delimitar las diferentes zonas del perfil. Las repercusiones clínicas de estas diferencias deberían ser limitadas.

## **DOF-54 EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DEL DISPOSITIVO ARCHECK Y DEL SOFTWARE 3DVH EN LA ESTIMACIÓN DE LA DOSIS EN EL ISOCENTRO PARA VMAT-QA.**

**GARCÍA VICENTE, F.; ROCH GONZÁLEZ, M.; GINER SALA, M.; PÉREZ GONZÁLEZ, L.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PRINCESA

Objetivo: Analizar la precisión del equipo de verificación ArcCHECK y del software 3DVH (Sun Nuclear, Melbourne, Florida, EEUU) en la estimación de la dosis en el isocentro para el control de calidad de tratamientos de Radioterapia diseñados mediante Modulación Volumétrica de Arco (VMAT). Material y métodos: El equipo ArcCHECK es un dispositivo cilíndrico de verificación de tratamientos de IMRT que consta de 1386 diodos dispuestos en un array helicoidal. Este equipo, que por diseño es hueco, puede alojar un inserto para la medida de dosis con cámara de ionización en distintos puntos de su interior. Dicha medida se ha realizado utilizando una microcámara de ionización Pint-Point 310014 (PTW, Freiburg, Alemania). La evaluación de la precisión del software 3DVH se ha realizado a través de un estudio retrospectivo de la serie de 172 pacientes con distintas patologías tumorales, tratados en nuestro servicio desde el inicio de la puesta en marcha de la técnica VMAT en Enero de 2014. Todos ellos planificados con el equipo ECLIPSE 11.0, optimizados y calculados con los algoritmos PRO 11.0 y AAA 11.0 (Varian Inc, Palo Alto California) y tratados con la técnica VMAT (RapidArc) en un acelerador Clinac iX (Varian Inc, Palo Alto California) con fotones de 6 MV. Resultados: La diferencia media entre la dosis medida con la cámara y la calculada con el software fue de +0.5% con una desviación estándar de 0.5%. Para la misma serie la diferencia media entre la cámara y el planificador fue de +0.1% y una desviación estándar de 0.9%. No hubo diferencias significativas con estos resultados agrupando por localizaciones. Conclusiones: El conjunto ArcCheck-3DVH ofrece una estimación de la dosis absoluta en el isocentro con la suficiente exactitud y precisión como para poder prescindir de la medida con cámara de ionización en nuestro protocolo de verificación pretratamiento de pacientes que se benefician de VMAT.

## **DOF-56 EVALUACIÓN DE LOS FACTORES CAMPO PARA CAMPOS PEQUEÑOS DE UN ACELERADOR LINEAL MULTIENERGÉTICO MEDIANTE DIODOS Y PELÍCULA RADIOCRÓMICA**

**RAMÍREZ-ROS, J.C.; GARCÍA-MARCOS, R.; HUERTAS MARTÍNEZ, M.C.; HURTADO SÁNCHEZ, A.**

HOSPITAL BEATA MARIA ANA

Discutimos los Factores Campo (FC) obtenidos para un Acelerador Lineal de Electrones (ALE) multienergético con modos de irradiación estándar y sin filtro aplanador (FFF). Comparamos los valores obtenidos con varios diodos, dos cámaras de ionización (CI) y película radiocrómica. Obtenemos factores de corrección para los diodos y CI. Finalmente evaluamos el método Daisy-Chain (MDC), en función del detector y el campo de paso. Los resultados muestran una configuración óptima formada por un diodo sin compensar para los campos 0.5x0.5 y 1x1 cmxcm (sin emplear el MDC) y por la CI PinPoint para los campos 2x2 y 3x3 cmxcm. El MDC no se muestra muy útil para diodos sin compensar, mientras que, en general, mejora los resultados de diodos compensados al emplear 2x2cmxcm como campo de paso. El FC para 0.5x0.5 cmxcm está entre 3% y 5% por encima del valor obtenido con EBT3, por lo que es recomendable corregirlo, salvo para 6X FFF, donde está dentro de 1% en el caso más favorable.

## **DOF-58 EVALUACIÓN E IMPACTO DEL RUIDO EN LA DOSIMETRÍA CON PELÍCULA RADIOCRÓMICA.**

**VERA SÁNCHEZ, J. A. (1); RUIZ MORALES, C. (2); GONZÁLEZ LÓPEZ, A. (3)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JOAN, REUS; (2) HOSPITAL IMED, ELCHE; (3) HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA ARRIXACA, MURCIA

En el uso de la película radiocrómica para dosimetría, tradicionalmente el ruido ha sido una de sus mayores limitaciones. Diferentes métodos se han propuesto para su disminución, tales como, corrección del efecto lateral introducido por el escáner, y, diferentes procesados multicanal que trabajan con los valores de la señal de respuesta de los tres canales R,G,B. Actualmente, el procesado más puntero disponible es el análisis multicanal de MIcke, que se basa en una función coste para decidir la dosis a aplicar a cada píxel. En este trabajo evaluamos el nivel de ruido presente en los mapas de dosis obtenidos con algoritmos multicanal y proponemos un método para conseguir niveles de ruido aún más bajos.

## **DOF-59 EXPRESIÓN GENERAL DEL FACTOR CORRECTOR POR RECOMBINACIÓN PARA CÁMARAS CILÍNDRICAS EN HACES CONVENCIONALES Y FFF**

**HERRERO CAPELLÁN, C.; ALONSO CASTELLANO, D.; PALIZAS CALVO, S.; RÍOS PILAR, A.; SANTÍN CRESPO, P.; VILCHES PACHECO, M.**

IMOMA

Pretendemos establecer un modelo analítico que nos permita introducir la corrección por recombinación en cualesquiera condiciones de medida a partir de la propia lectura ionométrica realizada. De acuerdo con la teoría nuestro modelo es lineal con el inverso de la tensión y con el valor de la ionización por pulso, el cual puede extraerse de la propia lectura de ionización de la cámara, conocido el tiempo de integración de lectura y la frecuencia de pulsado del haz. Hemos obtenido los valores de  $k_s$  a partir de los gráficos de Jaffé para un conjunto de tensiones, calidades de radiación con y sin filtro aplanador y tasas de dosis por pulso y hemos incluido en el estudio el efecto del signo de polarización y hemos verificado la aplicabilidad de la expresión propuesta en la literatura para la dependencia con la geometría camerale. Con todo ello hemos elaborado un modelo que nos permite introducir la corrección por recombinación de carga en nuestras medidas de distribuciones relativas de dosis sin necesidad de determinar expresamente el valor de  $k_s$ .

## DOF-60 FIRST LINAC IN PUBLIC HEALTH IN ALBANIA USED FOR STEREOTACTIC RADIOSURGERY TREATMENT

**DACI, L. (1); DELGADO, J.M. (2); MALKAJ, P. (3); XHUMARI, A. (4); BREGU, L. (4)**

(1) NORDLANDSSYKEHUSET (HOSPITALS TRUST) BODO NORWAY; (2) HOSPITAL 12 DE OCTUBRE, MADRID SPAIN; (3) POLYTECHNIC UNIVERSITY OF TIRANA, DEPARTMENT OF PHYSICS ENGINEERING, ALBANIA; (4) SERVICE OF NEUROSURGERY UHC "MOTHER THERESA" ALBANIA

**Abstract – Purpose/Objective:** LINAC-based radiosurgery has been commissioned in September 2013 at Mother Teresa University Hospital at neurosurgery clinic with the primary aim to treat the tumors, vascular lesions and functional disorders. Due to the small size and spherical or elliptical geometry of the targets, small cones are suitable for this technique. Measurements were made to characterize the basic dosimetric properties of the set of collimators for small fields for two energies 6 Mv and 7 MV FFF. In addition, the geometric and dosimetric accuracy of linac was verified when used in conjunction with a Radionix radiosurgery system and planning system. The combination of accuracy, conformity and homogeneity of this system makes it possible to treat safely single and multiple fractionated radiosurgery.

## DOF-61 FUNCIÓN GAMMA TRIDIMENSIONAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA ACEPTACIÓN DE UNA NUEVA VERSIÓN DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN

**GONZÁLEZ VECÍN, I. (1); JOVER PEREZ, C. (2); DOLCET LLERENA, A. (1); ALMANSA LÓPEZ, J. (1); OSORIO CEBALLOS, J. (1)**

(1) HOSPITAL VIRGEN DE LAS NIEVES; (2) CONTECSAN SL

El objetivo de este trabajo es verificar la utilidad del índice gamma 3D en la aceptación de una nueva versión de un Sistema de Planificación de Radioterapia. Hemos utilizado la versión de Pinnacle 8.0m así como la 9.4m, a la cual se actualizó. Para las pruebas de verificación seguimos las recomendaciones del documento "AAPM TG 53: Quality assurance for clinical radiotherapy treatment planning". El índice gamma se calcula utilizando las matrices de dosis depositadas de los distintos planes dosimétricos mediante la exportación de los mismos en formato Dicom RT Dose. Se han verificado distintos criterios de variación dosis-distancia así como otros condicionantes internos del índice gamma como son el rango de aplicación del índice y la utilización de criterios locales o globales para la dosis.

## DOF-62 IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA INFORMÁTICO MOBIUS 3D-FX PARA CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE IMRT-VMAT EN RADIOTERAPIA

**ARREGUI CASTILLO, G. (1); BARBOSA CHAVES, A. (2); ÁLVAREZ MATEOS, D. (3)**

(1) ONCOSUR GRANADA-CÓRDOBA; (2) ONCOSUR GRANADA-CÓRDOBA; (3) ONCOJEREZ-RADON

**Introducción:** Medical Systems desarrolló el programa informático MOBIUS para verificar las distribuciones de dosis calculadas por el TPS usando el módulo MOBIUS3D, y para verificar las distribuciones de dosis administradas a partir de datos provenientes del acelerador (ficheros dynalog) usando el módulo MOBIUSFX. Para su implementación vamos a comparar los resultados con las medidas directas efectuadas con el maniquí ScandiDos - Delta4. **Objetivo:** Comisionar y validar los módulos 3D y FX del programa MOBIUS. **Método:** Para diferentes campos y distribuciones se realiza el cálculo con el planificador Mónaco versión 5.00.03. Los resultados se recalculan con Mobius3D y se miden con Delta4 en la máquina correspondiente (2 Elekta-Agility 6MV y 1 Elekta-Synergy 6MV). **Comparamos** la función gamma (3%/3mm) entre Mónaco y Delta4. **Comparamos** la función gamma entre Mónaco y MOBIUS3D, la dosis media y la dosis de cobertura del 90% en los PTVs. **Comparamos** los resultados obtenidos con el módulo FX. **Resultados:** El índice gamma (3%/3mm) entre Mónaco e Delta4 supera el 95% para todos los casos de VMAT medidos. **Obtuvimos** una buena concordancia entre las distribuciones de dosis calculadas por Mónaco y por MOBIUS3D (3%/3mm >95%), con diferencias en los parámetros descritos calculadas por ambos inferiores al 5%. En algunos casos, el índice gamma (5%/3mm) entre Mónaco y Mobius3D presenta valores inferiores al 90%. **No** hemos observado diferencias significativas para nuestros aceleradores entre los resultados obtenidos por MOBIUS3D y MOBIUSFX. **Conclusión:** Las herramientas Mobius3D y MOBIUSFX en su conjunto tienen el potencial de agilizar substancialmente el proceso de control de calidad de tratamientos de IMRT-VMAT; las distribuciones calculadas y administradas presentan una excelente concordancia. Si los valores de Mobius son inaceptables, se mide con Delta4.

## DOF-63 MEDIDA DE LA ESTABILIDAD DE UN CONJUNTO DE FUENTES DE RAYOS X ASOCIADAS AL SISTEMA DE RADIOTERAPIA INTRAOPERATORIA INTRABEAM®

**GORUN, C.; MELIÁN JIMÉNEZ, M.P.; GODOY CAZORLA, J.I.; YÁNEZ LÓPEZ, D.; MORERA MOLINA, A.; MACÍAS VERDE, D.; MARTÍN OLIVA, R.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE GRAN CANARIA DR NEGRÍN

Se evaluaron los resultados de 87 controles de calidad, realizados entre enero de 2013 y febrero de 2015, previos al mismo número de tratamientos con radioterapia intraoperatoria (IORT) de un conjunto de cinco fuentes de rayos X de baja energía asociadas al sistema Intrabeam® de la marca Carl Zeiss. Se estudiaron también las diferencias entre los tiempos de irradiación estimados por el software del sistema y los tiempos efectivos finales. Con los resultados del control de calidad se analizaron la repetibilidad de la isotropía de las fuentes de rayos X utilizadas en el periodo mencionado, la repetibilidad de la frecuencia de recuento del monitor interno de radiación (IRM) y la repetibilidad de la tasa de dosis en aire. Se encontró una constancia deficiente en la isotropía si bien sus valores siempre cumplieron la tolerancia especificada por el fabricante. La repetibilidad de la frecuencia de recuento del IRM y de la tasa de dosis en aire muestran que las fuentes son estables a largo plazo, siempre cumpliendo con las tolerancias de aceptación establecidas. La reproducibilidad del tiempo de tratamiento también fue correcta.



## **EPL-04 ESTIMACIÓN DE DOSIS EN CRISTALINO DEL PERSONAL QUE TRABAJA A PIE DE TUBO EN PROCEDIMIENTOS DE COLANGIOPANCREATOGRAFÍA RETRÓGRADA ENDOSCÓPICA (ERCP)**

**RIVAS BALLARÍN, M.A.; RUIZ MANZANO, P.; ORTEGA PARDINA, P.; CALVO CARRILLO, S.; ALBA ESCORIHUELA, V.**

*HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO LOZANO BLESÁ*

**Objetivos** Estimación de la dosis en cristalino recibida por el personal que lleva a cabo el procedimiento denominado colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (ERCP), en el Hospital Clínico Universitario "Lozano Blesa" de Zaragoza. **Material y métodos** Se utilizaron dosímetros personales proporcionados por el Centro Nacional de Dosimetría (CND), colocados sobre el hombro izquierdo de los portadores, encima del delantal plomado. Para establecer la relación entre la lectura del dosímetro de hombro y la dosis en cristalino, se irradiaron dosímetros de cristalino, cedidos por la empresa GESTISA, colocados sobre ambos ojos del maniquí Rando y sobre su hombro izquierdo. También se registró la carga radiológica de cada uno de los intervinientes en términos de producto dosis área (PDA). **Resultados** Los resultados muestran que los dos facultativos que soportan la mayor carga de trabajo podrían superar el nuevo límite de 20 mSv/año, si las dosis recibidas en los cuatro meses que duró el estudio se extrapolan a todo el año. **Conclusiones** Se indicó a los facultativos la necesidad de proteger el cristalino mediante gafas o escafandras plomadas. El personal de enfermería, debido a su posición en las intervenciones y a su menor carga de trabajo, no necesitaría protección de cristalino.

## **EPL-05 ESTIMACIÓN DE DOSIS EN CRISTALINO DEL PERSONAL QUE TRABAJA CON RADIACIONES IONIZANTES EN EL ÁMBITO SANITARIO.**

**RUIZ MANZANO, P.; RIVAS BALLARÍN, M<sup>a</sup> Á.; CANELLAS ANOZ, M.; ALBA ESCORIHUELA, V.; CALVO CARRILLO, S.; ORTEGA PARDINA, P.**

*HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO LOZANO BLESÁ*

Se evalúa la dosis de radiación recibida en cristalino por diferentes profesionales del ámbito sanitario. Se han utilizado dosímetros personales diseñados específicamente para cristalino de la empresa GESTISA y dosímetros personales del CND. La evaluación se extendió durante 6 meses entre el grupo de técnicos superiores de imagen para el diagnóstico (TSID) que opera los equipos radioquirúrgicos, los cirujanos vasculares, los facultativos y diplomados en enfermería (DUE) de la sección de Radiología Intervencionista, los facultativos y DUE de la Unidad de Hemodinámica y los DUE de Medicina Nuclear encargados de administrar los radiofármacos a los pacientes. Se ha concluido que los facultativos y DUE de la sección de Radiología Intervencionista y los de la Unidad de Hemodinámica deben llevar gafas plomadas y sería recomendable que lleven dosímetro de cristalino. Los cirujanos vasculares deben llevar gafas plomadas por cuestiones de optimización y no sería necesario que lleven dosímetro de cristalino. A la vista de los resultados, no sería necesario que los TSID que operan los equipos de quirófanos ni los DUE de Medicina Nuclear encargados de administrar los radiofármacos a los pacientes lleven protección para el cristalino, en tanto no se modifiquen las condiciones o la carga de trabajo y no sería necesario que llevaran dosímetro de cristalino. Para otros servicios parecidos o de otros centros, debería hacerse medidas con dosímetros para estimar las dosis que recibirían los trabajadores y dotarles de gafas plomadas y/o de dosímetro de cristalino en función de los valores medidos.

## **EPL-07 GANGLIO CENTINELA Y DOSIS AL PERSONAL**

**GARRIDO BRETON, C.; CAÑAVERA GONZALEZ, M.D.; DIAZ SILVAN, A.; DOMINGO FERNANDEZ, P.; CATALAN ACOSTA, A.; HERNANDEZ ARMAS, J.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CANARIAS*

Se presentan los resultados de las estimaciones de dosis al personal sanitario que interviene en procedimientos de ganglio centinela en cáncer de mama en el HUC. En un estudio que abarca un total de veinte pacientes se han estimado las dosis recibidas por el personal de Medicina Nuclear, Quirófanos, Anatomía Patológica y Radiodiagnóstico. Las dosis recibidas por el personal se han estimado a partir de los valores de tasa de dosis, medidos con un detector de radiación ambiental Berthold LB123, y los tiempos de exposición, así como las distancias hasta las distintas fuentes emisoras a los profesionales. Se han estimado las dosis en tórax y extremidades y se ha calculado a partir de esta estimación, el número de intervenciones en que los distintos profesionales podrían participar sin alcanzar los límites de dosis legales para miembros del público. Se han considerado dos situaciones, el caso más desfavorable considerando los valores más altos de tasas de dosis y tiempos de exposición medidos y el caso más probable con los valores medios de dichas medidas. El médico nuclear es el profesional que más dosis recibe en este procedimiento resultando en un total de 4 intervenciones a la semana en el caso más desfavorable y 10 intervenciones a la semana el caso más probable. En el caso más desfavorable el instrumentista podrá realizar 17 intervenciones a la semana, 74 en el caso más probable. La frecuencia de este procedimiento en el HUC es de 3 procedimientos a la semana, realizados por distintos profesionales de cada especialidad. Los resultados que arroja este estudio son coherentes con lo publicado en la literatura y no sugieren la adopción de medidas adicionales de protección radiológica.

## **FAS-01 ALCANCE DE LA DOCENCIA EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA HOSPITALARIA EN EL SESCAM.**

**CARRASCOSA FERNÁNDEZ, C.B.; GIL AGUDO, A.; TORRES DONAIRE, J.; ARJONA GUTIÉRREZ, J.; ZAPATA JIMÉNEZ, J.C.;**

*HGU CIUDAD REAL*

**Objetivos.** A partir de la exigencia en la normativa de protección radiológica desde los Servicios de Protección Radiológica nos vemos obligados a impartir formación en protección radiológica. En Castilla La Mancha tenemos como objetivo detectar y cubrir las necesidades que existan o vayan surgiendo en dicha materia. **Material y mé-**

todo. El primer paso es identificar la demanda y adecuar el tipo de formación a los requerimientos de la misma. Personal: Formación al personal de nueva incorporación y las trabajadoras embarazadas. La identificación del personal la realizan los Servicios de Recursos Humanos y de Riesgos Laborales del propio hospital. Se ha optado por una formación personalizada. Por servicios: Formación general en normas de protección radiológica, generada a partir de campañas anuales lanzadas desde el SRFRP y Formación específica, detectada en servicios implicados con el uso de radiaciones ionizantes. Para dar cobertura se han realizado sesiones presenciales. Externa: Solicitada a través de la Dirección General de Recursos Humanos del SESCAM, DGRH, al ser el único Servicio de Protección Radiológica de la Comunidad Autónoma. Se realizaron seminarios, cursos presenciales y se publicaron online Normas de Trabajo Seguro, realizadas en colaboración con el Servicio de Riesgos Laborales de la DGRH. Reglada: Personal del SESCAM que requiere: Formación básica de P.R. para residentes, Acreditación de directores de instalaciones de radiodiagnóstico y radiactivas, Formación de 2º nivel, y Formación de operadores de instalaciones radiactivas. Se realizan cursos online anuales en el primer caso y presenciales o semipresenciales en el resto con una periodicidad bianual. Resultados Presentamos los resultados de los que disponemos registro, mediante control de firmas o certificados de asistencia, desde el 2006 al 2014. Conclusión Los recursos informáticos permiten que exista mayor difusión de la información en la Comunidad. El papel de la docencia juega un papel cada vez más considerable en la cartera de servicios ofertada por un Servicio de Protección Radiológica.

### **FAS-06 ENVÍO AUTOMÁTICO DE LAS LECTURAS DOSIMÉTRICAS INDIVIDUALES AL CORREO CORPORATIVO DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS EN EL SERVICIO GALLEGO DE SALUD**

**DEL MORAL, F. (1); RUIZ, F. (1); SALGADO, M. (2)**

(1) UTPR - GALARIA, EMPRESA PÚBLICA DE SERVICIOS SANITARIOS; (2) SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PR - HOSPITAL DO MEIXOIREIRO

**OBJETIVOS** Se presenta una herramienta rápida y sencilla que permite la distribución de forma personalizada de las lecturas dosimétricas a los trabajadores expuestos. **MATERIAL Y MÉTODO** Se ha creado un programa informático en C# cuyo funcionamiento secuencial es el siguiente: -Interpretar el fichero PDF, obtenido en la web del servicio de dosimetría CND y que contiene toda la información dosimétrica actualizada de todos los trabajadores. -Localizar en el texto las instituciones y servicios. -Localizar en el texto los diferentes trabajadores y sus historias dosimétricas asociadas. -Localizar en el texto las lecturas dosimétricas de las diferentes historias dosimétricas. -Componer un e-mail con las lecturas de cada trabajador y enviárselo a la dirección de correo que figure en el directorio de correos del Servicio Gallego de Salud (SERGAS), interpretando además las incidencias en las lecturas. -Componer un e-mail con las lecturas de todos los trabajadores de cada servicio y enviarlo al responsable o responsables que se hayan definido, como supervisor, director de la instalación, jefe de servicio o responsable de la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales. -Eliminar de la memoria la información dosimétrica personal. **RESULTADOS** El sistema ha sido utilizado durante todo el año 2014 con resultados positivos. Se ha incrementado la tasa mensual de intercambios de dosímetros correctamente efectuados y se ha dotado a los diferentes responsables de los servicios de una herramienta que les posibilita la vigilancia de los trabajadores a su cargo. Los e-mails se completan con cierta información pedagógica acerca de la interpretación de las lecturas, límites anuales de dosis para los trabajadores expuestos e incluso referencias legislativas. **CONCLUSIÓN** Ha sido desarrollada una herramienta rápida y sencilla que permite la distribución de forma personalizada y automática de las lecturas dosimétricas a todos los trabajadores expuestos dentro del Servicio Gallego de Salud. Esto ha redundado en la mejora de la cultura de seguridad a todos los niveles.

### **FAS-12 REGISTRO DE INCIDENCIAS Y LIBRO DE INCIDENCIAS-SOLUCIONES. LA RECOMPENSA DE LOS REGISTROS**

**MANZANO MARTÍNEZ, F.J.; ADROVER GONZÁLEZ, E.; JAÉN RAMOS, F.; LOZANO SERRANO, A.; MUÑOZ ESPEJO, M.; HUNGRIÁ ESTÉVEZ, M.J.**

HOSPITAL VITHAS XANIT INTERNACIONAL

De la experiencia acumulada durante 5 años de experiencia en el uso del acelerador clinac 2100 cd de VARIAN, se acumulo un registro de las incidencias mas comunes en la utilización del mismo. Con este bagaje se redacto un "Libro de Incidencias Soluciones" que daban instrucciones validadas por el servicio de fisica medica y corroboradas por el servicio tecnico del propio acelerador. Paralelamente se formalizo el registro de todas las incidencias que ocurren en el normal funcionamiento de la instalacion. Este registro nos es de gran utilidad para la redaccion de futuros "libros de soluciones" y constituye una herramienta muy util en la revision de funcionamiento fuera de las horas de trabajo, dicha revision la realiza el servicio de fisica medica y el propio servicio de mantenimiento del equipo durante los controles preventivos realizados cada 3 meses.

### **FAS-14 TALLER DIVULGATIVO: ¿QUÉ HACE UN FÍSICO EN UN HOSPITAL?**

**ANGULO PAÍN, E. (1); ROLDAN, J. (1); PEÑA, N. (1); REINADO, M. (2); IBORRA OQUENDO, M.A. (1)**

(1) HOSPITAL U. PUERTA DEL MAR DE CÁDIZ; (2) HOSPITAL DE JEREZ

Se ha diseñado una actividad de comunicación, información y divulgación focalizada en distintos grupos de interés: niños y adolescentes y adultos. Se ha participado con ella en la Noche de los Investigadores 2014, iniciativa financiada por la Comisión Europea que se celebra cada otoño y que cuenta con actividades simultáneas en toda Europa. Se ha intentado acercar la ciencia, y muy especialmente la Radiofísica, a la sociedad de forma amena, directa y sencilla, mostrando cómo la física se aplica a la vida cotidiana en medicina y cómo las investigaciones y trabajos actuales de los profesionales de la Radiofísica contribuyen a mejorar la calidad de los servicios sanitarios

prestados a la sociedad. Las actividades consistieron en un taller para niños, de 5 a 7 años en el que se explicó qué son los rayos X y para qué se usan en medicina. A los mayores de 7 años se les mostró también cómo puede medirse esta radiación ionizante y cómo nos protegernos de ella. El taller tuvo un apartado para adultos centrado en posters divulgativos a cerca de las radiaciones y protección radiológica en los hospitales, la radiofísica hospitalaria y las principales líneas de investigación en nuestro ámbito. La experiencia fue enriquecedora y la satisfacción del público se mostraba patente en el interés demostrado al participar en el taller.

### **GRE-03 DEVELOPMENTS AND RECOMMENDATIONS IN RADIOLOGICAL ASSESSMENT AND BIOSPHERE MODELLING STUDIES TO SUPPORT RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL IN SPAIN**

**PEREZ SANCHEZ, D. (1); THORNE, M. (2); REAL, A. (1)**

(1) CIEMAT; (2) MIKE THORNE AND ASSOCIATES LIMITED

Long-term safety assessments for the disposal of radioactive waste in Spain involve the demonstration that annual radiation doses to humans, due to potential releases of radionuclides from different waste disposal facilities into the biosphere, will satisfy the regulatory criteria. For several years, CIEMAT has been developing, for ENRESA, a conceptual approach and tool to support modelling of the migration and accumulation of radionuclides within environmental media, once those radionuclides have been released to some component of the biosphere. The CIEMAT modelling approach calculates the concentrations of radionuclides in different components of the biosphere and then the calculated radionuclide concentrations are used to estimate the radiation doses to humans due to various exposure paths. In this paper, the methodology and modelling approach are described, as well as the recent developments of this approach to better quantify the resultant doses to humans. In addition, the paper also presents the planned work to be undertaken both as the national programme on radioactive waste management develops, as well as the developments done within various international projects, which facilitate the exchange of information and are unique forums to share knowledge with other experts involved in radioactive waste management programmes. This international dimension is illustrated, taking into account our participation in the working group on Waste Disposal Facilities in the MODARIA project of the IAEA and our participation in various working groups of the international forum BIOPROTA. In particular regarding the national programme, we show the future needs or recommendations in assessment studies related to the disposal of Very Low Level radioactive Waste (VLLW) and Low and Intermediate Level radioactive Waste (LILW) in Spain. As these wastes are primarily disposed at El Cabril, particular attention is given to the characteristics of this site.

### **IGR-01 "CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO DE VOLÚMENES DIANA EN RADIOTERAPIA ESTEREOTÁXICA (SBRT) TORÁCICA MEDIANTE LA POSICIÓN DEL CENTROIDE. COMPARACIÓN DE DOS TÉCNICAS DE SIMULACIÓN"**

**MONROY ANTON, J.L.; BORREDA TALON, V.; ASENSIO MARTINEZ, M.I.; HERNANDIS BARBERA, J.; MARCO COLLADO, M.J.; GARCIA MARTINEZ, M.T.; SOLER TORTOSA, M.**

H.U. DE LA RIBERA

Introducción: En el tratamiento de tumores pulmonares con radioterapia estereotáxica (SBRT) se utiliza el diseño de volúmenes diana generados a partir de estudios de TAC con monitorización respiratoria (4DCT); o bien estudios convencionales, en inspiración/expiration que posteriormente generan un volumen compuesto: el Internal Target Volume (ITV). La localización y el desplazamiento del centroide de estos volúmenes en función del tipo de simulación utilizado (4DCT vs convencional) pueden orientarnos sobre el grado de movimiento de las lesiones, así como ser de utilidad para establecer un margen más adecuado e incluso individualizado para el volumen de planificación (PTV). Metodología: Analizamos un grupo de 18 casos seleccionados para tratamiento SBRT entóxico. La simulación y diseño de volúmenes de los tratamientos fue realizada con dos procedimientos: - con TAC 4D y monitorización de movimientos respiratorios. Fue diseñado un único Gross Tumor Volume (GTV\_gating) - con tres estudios de TAC convencional: respiración normal, inspiración y expiration. Fue diseñado un Internal Target Volume (ITV) recogiendo los tres volúmenes anteriores. Obtuvimos las coordenadas en los tres ejes (longitudinal, anteroposterior y lateral) de los dos centroides: centroide\_GTV\_gating, centroide\_ITV y analizamos el desplazamiento existente entre ambos en cada uno de los ejes. Resultados: Los desplazamientos globales obtenidos fueron: -eje longitudinal: media: 0.19cm; mediana: 0.1cm; rango: 0-0.6cm -eje lateral: media: 0.12cm; mediana: 0.1cm; rango: 0-0.7cm, -eje anteroposterior: media: 0.1cm; mediana: 0.1cm; rango: 0-0.2cm Conclusiones: El desplazamiento del centroide en cada eje no resulta excesivo, por lo que podemos admitir que ambos tipos de simulación resultan válidos para la planificación del tratamiento SBRT. No pudimos concretar las diferencias existentes entre los lóbulos pulmonares, debido al escaso número de pacientes en alguno de los grupos. Este desplazamiento del centroide orienta en cada caso sobre el margen más adecuado al PTV, permitiendo una individualización de dichos márgenes.

### **IGR-04 ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO INTRAFRACCIÓN MEDIANTE CBCT**

**RODRIGUEZ LOPEZ, B. (1); MONTEMUÑO MUÑOZ, S. (2); ROMERO PÉREZ, J. (2); ARIÑO GIL, A. (1); PARDO MASFERRER, J. (2); FONT GELABERT, J. (1)**

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA, HOSPITAL UNIVERSITARI SON ESPASES, PALMA DE MALLORCA; (2) SERVICIO DE ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA, HOSPITAL UNIVERSITARI SON ESPASES, PALMA DE MALLORCA

Se presentan los resultados preliminares del análisis del movimiento intrasesión del recto, vejiga y próstata en 35 sesiones de pacientes tratados de cáncer de próstata. Durante los tratamientos radioterápicos los órganos internos pueden estar en movimiento produciéndose incertidumbres dosimétricas. Éste es el caso de los pacientes de cáncer

de próstata, la cual lleva asociado un movimiento que el paciente no puede controlar. Se pretende con este estudio analizar el movimiento de la próstata y órganos adyacentes mediante el uso de IGRT, concretamente de la técnica CBCT (Cone Beam Computed Tomography) y evaluar una posible ampliación del PTV añadiendo un margen debido al ITV. Los resultados obtenidos son comparables con los de la bibliografía disponible. Si analizamos los desplazamientos en valor absoluto observamos que los mayores desplazamientos se producen en las direcciones longitudinal y lateral. La próstata es la que menos movimientos sufre entre sesión, mientras que el recto sufre los mayores desplazamientos. Se recomienda el uso de tratamientos de la menor duración posible, como puede ser VMAT, para reducir las incertidumbres asociadas a los movimientos intrasesión, en especial de órganos como el recto. Se proseguirá con el estudio para aumentar el número de pacientes de la muestra y mejorar la estadística.

### **IGR-05 APLICACIÓN PRÁCTICA DE UN TC 4D AL CÁLCULO DE MÁRGENES EN TRATAMIENTOS SYNCHRONY CON CYBERKNIFE**

**FAYOS FERRER, F.; SIMÓN DE BLAS, R.; BERTOMEU PADÍN, T.; ANTOÍN SAN MARTÍN, E.; PALAZÓN CANO, I.**

HOSPITAL RUBER INTERNACIONAL

**Objetivos** En los tratamientos de radiocirugía en órganos móviles es importante establecer un criterio para determinar los márgenes a aplicar a los volúmenes clínicos, GTV y CTV, definidos por el radioterapeuta. En Cyberknife para lesiones móviles se emplea la técnica de tracking respiratorio (Synchrony). Durante la irradiación, el propio equipo reproduce el movimiento del tumor siguiendo unas fiduciales de oro implantadas en el paciente. En este trabajo se describe un método para valorar la incertidumbre derivada de la posible falta de sincronización entre el movimiento de las fiduciales y del centro de masas del tumor, haciendo uso de un TC 4D. **Material y método** Se ha empleado un Cyberknife G4 versión 8.5. El seguimiento de las lesiones se realizó tras implantar un mínimo de 3 fiduciales de oro a los pacientes, con criterios geométricos precisos. Transcurrida una semana tras el implante se realizó un estudio TC-4D del que se obtuvieron 10 series correspondientes a diferentes fases del ciclo respiratorio. Un radiofísico contorneó cada fiducial en las diferentes fases obteniendo sus coordenadas DICOM. Un radioterapeuta hizo lo mismo con el GTV. Una hoja Excel realizó un análisis de los movimientos relativos del tumor versus el baricentro de las fiduciales, permitiendo desactivar el uso de una o varias de ellas y calcular de manera automática la combinación de semillas que maximiza la correlación. Otra aplicación de la hoja de cálculo surgió cuando durante el tratamiento se detectaba una migración excesiva alguna de las fiduciales que se habían seleccionado inicialmente, informando de la incertidumbre adicional que suponía tratar sin esa fiducial. **Resultados y discusión** El procedimiento descrito se ha aplicado a pacientes con lesiones móviles tratados en nuestro servicio con resultado satisfactorio.

### **IGR-06 COMPARING ITV DEFINITIONS FROM 4D CT-PET AND BREATH-HOLD TECHNIQUE WITH ABDOMINAL COMPRESSION.**

**ESPOSITO, R.D. (1); MIRANDA LABAJO, S. (2); DORADO RODRIGUEZ, P. (1); PLANES MESEGUER, D. (1); FERNÁNDEZ FORNOS, L. (2); POMARES ARIAS, A. (2); RUIZ SANCHEZ, M. (2); GARCÍA MIRAGALL, E. (2); GALLEGU SANCHEZ, J.A. (3); GONZÁLEZ CABEZAS, P. (4)**

(1) MEDICAL PHYSICS SERVICE, ERESA – HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO, ELCHE; (2) RADIATION ONCOLOGY SERVICE, ERESA – HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO, ELCHE; (3) RADIOLOGY SERVICE, HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO, ELCHE; (4) NUCLEAR MEDICINE SERVICE, HOSPITAL DEL VINALOPÓ, ELCHE

In this work we compare the contour of Internal Target Volume (ITV), for Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT) of a patient affected by a single liver metastasis, obtained from two different patient data acquisition techniques. The first technique consists in a free breathing CT scan acquisition, followed by exhalation breath-hold and inhalation breath-hold CT scans, all of them applying abdominal compression, while the second technique consists in a free breathing 4D CT-PET scan. Results obtained with these two methods are consistent, which demonstrate that, at least for this specific case, both techniques are adequate for ITV contouring in SBRT treatments.

### **IGR-07 CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY FOR IMAGE GUIDANCE OF LUNG STEREOTACTIC ABLATIVE RADIOTHERAPY**

**FANDIÑO, J.M.; VEIRAS, M.; CANDAL, A.; DÍAZ, I.; FERNÁNDEZ, C.; GESTO, C.; IZQUIERDO, P.; PONCET, M.L.; SOTO, M.; TRIANA, G.; LOSADA, C.; MARINO, A.**

FUNDACIÓN CENTRO ONCOLÓGICO DE GALICIA

**BACKGROUND/PURPOSE:** Stereotactic Ablative Radiotherapy (SABR) offers a non-invasive treatment modality for patients with early-stage (stage IA or IB) non-small cell lung cancer (NSCLC) not amenable to surgery because of medical reasons or patient refusal. We report our initial experience with Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) for On-Line Image Guidance of Lung SABR using the kilovoltage imager integrated into our linear accelerator. **MATERIALS/METHODS:** Between 2012 and 2014, 31 selected patients were treated with SABR delivered using online CBCT guidance to a total dose of 60Gy in 3, 5 or 8 fractions, depending on tumor size and location. No external rigid immobilization was used (only arm and knee support) nor active motion management or respiratory gating. Initial daily setup was according to patient skin tattoos, for each fraction a CBCT was performed for tumor localization and registered to the planning CT using soft tissue registration of the target. Patients were treated in the on-line corrected position after automatic couch corrections. A final CBCT after treatment assessed intrafraction tumor displacement. **RESULTS:** A total of 382 CBCT images obtained immediately before and after each fraction were analyzed. On treatment localization imaging demonstrates that initial positioning deviations

from skin markings exceeding 5 mm occur in approximately 40% of all delivered fractions. The mean displacement between lesion localization derived from soft-tissue (tumor) and bony matching was greater than 5mm, and exceeded 10 mm about 10% of the time. The mean intrafraction deviation from localization of the tumor to the end-fraction CBCT was  $3 \pm 1$  mm. **CONCLUSIONS:** Our preliminary experience indicates that CBCT-guidance using soft-tissue matching on the tumor itself, rather than the bony anatomy of the patient, is essential because lung patients can have large set-up errors due to changes in anatomy between CT and treatment, weight loss, body rotations and arm positioning variability. Therefore, relying on bony anatomy as a surrogate of the target can result in suboptimal localization and verification.

## **IGR-08 CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO DEL PROTOCOLO DE VACIADO DEL RECTO SOBRE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LA PRÓSTATA**

**BERMÚDEZ LUNA, R.; LÓPEZ FERNÁNDEZ, A.; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, C.; MARTÍN MARTÍN, G.; MEILÁN BERMEJO, E.; DE TORRES OLOMBRADA, M.V.; GARCÍA CAÑIBANO, T.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO DE FUENLABRADA*

En nuestro centro, todos los pacientes sometidos a Radioterapia de Intensidad Modulada de próstata deben prepararse antes de cada sesión de forma que tengan la vejiga llena para mantener todo el volumen posible de ésta fuera de los campos de radiación y el recto vacío para minimizar el movimiento de la próstata por posibles cambios de volumen de éste, mismas condiciones que se exigen en la adquisición de las imágenes de tomografía computarizada de planificación. La localización de la próstata previa al tratamiento se lleva a cabo diariamente mediante imágenes de tomografía computarizada de haz cónico, con las que también se controla la preparación del recto y la vejiga. En el caso de que el paciente no cumpla estas condiciones, se le baja de la mesa de tratamiento y se le proporciona un enema o una sonda para preparar el recto, o se le da indicación de beber agua para llenar la vejiga. El objetivo de este trabajo ha sido cuantificar el impacto del protocolo de vaciado del recto seguido en nuestro servicios sobre los desplazamientos de la próstata. Se han analizado 407 pares de desplazamientos de corrección en las tres direcciones espaciales, correspondientes a 127 pacientes. Cada par de desplazamientos contiene la corrección de la posición del paciente previa y posterior a cumplir la preparación en recto. A partir de ellos se han evaluado los desplazamientos de la próstata. El impacto del protocolo de vaciado del recto tiene un efecto más notable sobre los desplazamientos de la próstata en la dirección vertical. En esta dirección se han registrado diferencias estadísticamente significativas entre los valores correspondientes a los desplazamientos con el recto preparado y sin preparar. La diferencia absoluta entre los valores promedio de ambos grupos es de 0,7 mm, del orden de los valores obtenidos por otros autores.

## **IGR-09 ESTUDIO DEL EFECTO DOSIMÉTRICO DE LOS MOVIMIENTOS DE LA PRÓSTATA EN TRATAMIENTOS DE RADIOTERAPIA**

**BERMÚDEZ LUNA, R. (1); PÉREZ VELOZ, S. (2); LÓPEZ FERNÁNDEZ, A. (1); RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, C. (1); MARTÍN MARTÍN, G. (1); MEILÁN BERMEJO, E. (1)**

*(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO DE FUENLABRADA; (2) UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID*

Uno de los retos del tratamiento del cáncer de próstata con radioterapia es impartir un tratamiento de alta dosis de radiación sobre un volumen blanco susceptible de sufrir cambios de posición por los cambios de volumen de sus órganos circundantes: el recto y la vejiga. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar y cuantificar el efecto dosimétrico que tienen los desplazamientos interfacción de la próstata a lo largo de un tratamiento de radioterapia en los volúmenes blanco, el recto y la vejiga. También se ha valorado la idoneidad de realizar una prueba de imagen de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para el posicionamiento del paciente con periodicidad diaria. El estudio se ha llevado a cabo sobre los planes de tratamiento de 20 pacientes que fueron sometidos a Radioterapia de Intensidad Modulada de próstata combinada con Radioterapia Guiada por Imagen. Se simuló el efecto de no haber realizado la corrección diaria de la posición tras una corrección inicial del error sistemático. La muestra de 20 pacientes fue dividida en dos grupos. Se consideraron estables aquellos cuyos desplazamientos posteriores a la corrección inicial del error sistemático mostraron una desviación típica inferior a 4mm, o un promedio de las desviaciones absolutas inferior a 3mm. En caso contrario, se les consideró inestables. De los 20 pacientes seleccionados resultaron 7 pacientes estables y 13 inestables. La cuantificación del efecto dosimétrico en los volúmenes blanco y órganos de riesgo se realizó comparando parámetros proporcionados por los histogramas dosis-volumen del plan original y del simulado. De los resultados obtenidos se concluye que los movimientos de la próstata pueden tener efectos directos sobre la dosis que reciben los pacientes en los volúmenes blanco y en los órganos de riesgo. Se considera necesaria la periodicidad diaria en la realización del CBCT para el posicionamiento de los pacientes inestables.

## **IGR-13 IGRT ON-LINE/OFF-LINE: OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE MÁQUINA**

**ORTEGA MARTÍN, I.; FERNÁNDEZ LARA, A.A.; LAGO MARTÍN, J.D.; MORENO CANO, R.; LOZANO MARTÍNEZ, A.; TOBARRA GONZÁLEZ, B.**

*HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA ARRIXACA*

Los tratamientos de alta precisión tales como la radioterapia conformada 3D, IMRT, SBRT y radioterapia estero-tóxica intra y extra craneal, requieren el uso de técnicas de IGRT para la correcta administración de los mismos. La elección de un procedimiento de IGRT on-line para todos los pacientes conlleva un aumento del tiempo total de tratamiento y se traduce en una disminución del número de pacientes por máquina. Actualmente, en nuestro centro

sólo podemos contar con un acelerador con sistema de imagen que permita la realización de técnicas de IGRT precisas. Debido a la elevada presión asistencial, necesitamos establecer un procedimiento que permita optimizar los tiempos de máquina. El objetivo de este trabajo es presentar los primeros resultados de la implementación de un protocolo de IGRT on-line y off-line que permite optimizar nuestros recursos.

### **IGR-14 IMPACT OF WAVELET PROCESSING IN DENOISING PORTAL IMAGES**

**GONZÁLEZ-LÓPEZ, A. (1); MORALES-SÁNCHEZ, J. (2); LARREY-RUIZ, J. (2)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA ARRIXACA; (2) UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

This work discusses the performance of various denoising methods when applied to the radiation therapy portal images. Among these methods, the analysis focuses on those operating in the wavelet domain. Wavelet-based methods tested on natural images -such as the thresholding of the wavelet coefficients and the minimization of the Stein unbiased risk estimator on a linear expansion of thresholds (SURE-LET)- are compared with methods that operate on the image domain -an adaptive Wiener filter and a nonlocalmean filter (NLM)-. For the assessment of the performance, the structural similarity index (SSIM) and the calculation time are used. The performance of the wavelet filters and the NLM method are similar, but wavelet filters outperform the Wiener filter in terms of portal image denoising. As for the computational cost, filters using a decimated wavelet transform (decimated thresholding and SURE-LET) turn out to be the most efficient.

### **IGR-15 IMPLANTACIÓN DE UN PROTOCOLO E-NAL EN TRATAMIENTOS DE PRÓSTATA CON RTC3D: IMPACTO EN EL ERROR SISTEMÁTICO Y EN EL TAMAÑO DEL PTV**

**ARIZA JIMÉNEZ, MA.; ZAMORA ARDOY, LI.**

SERVICIO DE FÍSICA Y PR HOSPITAL REINA SOFIA

Se valora el impacto de la implantación de un protocolo de corrección "off-line" del error de configuración, e-NAL, en términos de reducción de la componente sistemática del error y del tamaño del PTV, para los tratamientos de ca. próstata en radioterapia3D conformada. Se realiza un estudio previo sobre 50 pacientes mediante imagen portal para determinar el error medio total, el error sistemático y el error aleatorio de nuestra población. Tras la implantación del protocolo, se efectúa un nuevo estudio, sobre 20 pacientes, determinando de nuevo los errores sistemático y aleatorio poblacionales. Se valora la reducción del error lograda en cada una de las direcciones asociadas al paciente, longitudinal, lateral y vertical, en relación a la prevista por el modelo teórico del protocolo aplicado. Se calculan los márgenes requeridos en cada caso para crear el PTV a partir del CTV. Así mismo se analiza la aparición en el transcurso del tratamiento de derivas y/o cambios bruscos en el error de configuración

### **IGR-16 IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO ON-LINE/OFF-LINE DE IGRT**

**FERNÁNDEZ LARA, A.A.; ORTEGA MARTÍN, I.; RUBIO LÓPEZ, S.; MORENO CANO, R.; LAGO MARTÍN, J.D.; LOZANO MARTÍNEZ, A.; TOBARRA GONZÁLEZ, B.**

HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA ARRIXACA

La Radioterapia Guiada por Imagen (IGRT) consiste en el uso frecuente de imágenes en 2 o 3 dimensiones durante el curso del tratamiento de radioterapia con el propósito de mejorar la precisión y exactitud en la administración del mismo. La obtención de dichas imágenes para verificar el posicionamiento del paciente en cada sesión, conlleva un aumento del tiempo de tratamiento, lo que se refleja en una disminución del flujo de trabajo del Servicio. Durante un tratamiento de radioterapia podemos identificar dos tipos de incertidumbres: las sistemáticas, debidas a las diferencias anatómicas del paciente durante la planificación y el momento del tratamiento; y las aleatorias, que corresponden a las desviaciones que se producen diariamente por el movimiento de los órganos internos y por la colocación del paciente. Con el fin de reducir las incertidumbres sistemáticas y aleatorias, y disminuir el tiempo de máquina necesario para cada paciente agilizando así el flujo de trabajo del acelerador, hemos implementado una rutina de trabajo que alterna protocolos de IGRT On-line y Off-line según el tratamiento. En este trabajo describimos el proceso de implantación de un protocolo de IGRT en nuestro centro y los resultados obtenidos tras su puesta en marcha.

### **IGR-18 OBTENCIÓN DE LOS MÁRGENES DE LOS VOLÚMENES DE PLANIFICACIÓN (PTV) PARA PACIENTES DE CÁNCER DE CABEZA Y CUELLO Y PRÓSTATA.**

**DERECHO TORRES, F.A.; CARRASCO HERRERA, M.A.; REYES GARCÍA, R.; HERRADOR CÓRDOBA, M.**

HUVR

La obtención de los márgenes del PTV es crucial para determinar y ajustar nuestras incertidumbres en el posicionamiento del paciente. Nuestro objetivo es obtener los márgenes que forman el PTV a partir del CTV, y el margen para los PRV en pacientes de cáncer de cabeza y cuello y próstata tratados con VMAT, en los que se ha utilizado como sistema de imagen guiada un CBCT. Tal y como recomiendan en la literatura, es necesario obtener los márgenes de PTV de cada centro, para poder ajustar las incertidumbres de posicionamiento, y personalizar según los sistemas de inmovilización y técnicas utilizados. Hemos particularizado para la primera serie de pacientes de cabeza y cuello y de próstata tratados con esta técnica en nuestro hospital. Los márgenes obtenidos son concordantes con los publicados previamente por otros autores, y nos muestran que aún con las técnicas actuales son necesarios tenerlos en cuenta para tratar correctamente los volúmenes de prescripción.

## IGR-19 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA IGRT CON OBI

ARIÑO, A.; SINTES, M.; MARTINEZ, J.; RODRIGUEZ, B.; FONT, J.C.

HOSPITAL UNIVERSITARI SON ESPASES

En este trabajo se presentan los resultados de la implementación de la técnica de IGRT en nuestro centro con una muestra de 90 pacientes de cáncer de próstata y 113 pacientes de cáncer de cabeza y cuello. La modalidad de imagen escogida para tal fin ha sido el CBCT (Tomografía computarizada de haz cónico). Esta modalidad proporciona, al igual que el TAC de simulación, una reconstrucción tridimensional de la anatomía del paciente, por tanto comparable a aquel. El procedimiento de adquisición del CBCT se realiza antes del inicio del tratamiento y consecutivamente durante los primeros 4 sesiones de éste. De la comparación con el TAC de simulación o matching, se obtiene un conjunto de datos para la corrección de los desplazamientos en las diferentes direcciones posibles. Con estos datos se realiza la media aritmética para así obtener una corrección promedio que se aplicará antes del inicio de las sesiones posteriores. No obstante, con periodicidad semanal se realiza un nuevo CBCT de verificación. Según el resultado de su comparación se decide continuar con las correcciones utilizadas hasta la fecha o realizar nuevamente 4 CBCT durante 4 sesiones consecutivas para obtener nuevas correcciones promedio. Se calcula el media aritmética y la desviación típica de las correcciones promedio aplicadas a 90 pacientes de cáncer de próstata y 113 de cáncer de cabeza y cuello, y también el porcentaje de pacientes cuyas correcciones superan los 3 y los 5 mm en alguna de las direcciones. La conclusión a la que se llega es que si bien el posicionamiento del paciente mediante láser suele ser bastante bueno, esta técnica permite reducir los errores de forma significativa los errores de posicionamiento.

## IGR-21 TRATAMIENTO CON SBRT Y CONTROL RESPIRATORIO (GATING) DE LESIONES HEPÁTICAS

MARTÍNEZ ORTEGA, J.; CASTRO TEJERO, P.

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA

**INTRODUCCIÓN** El control respiratorio (gating) consiste en el tratamiento de una lesión sometida a movimiento respiratorio durante una fase del ciclo respiratorio. Esta técnica, junto con la SBRT, de probada eficiencia biológica, es eficaz en el tratamiento de lesiones hepáticas. En este trabajo se recoge la metodología seguida, así como la experiencia acumulada en el tratamiento de estas lesiones. **MATERIAL Y MÉTODOS** Se dispone de un TC simulador 4D Toshiba Aquilion LB, dotado con el sistema Varian RPM de control respiratorio. Para la delimitación de volúmenes, registro y fusión de imágenes, así como la planificación dosimétrica, se utilizan los sistemas de planificación iPlan 4.1.4, y MonacoSim/XiO 5.00. Los tratamientos se realizan en los aceleradores lineales Novalis (con Exactrac IR y Rx) y Clinac OBI. Es esencial evaluar la idoneidad del paciente para esta técnica de tratamiento. Se realiza una sesión de entrenamiento con el paciente en respiración libre, cuyo período de respiración ha de ser superior a 6 s para posibilitar el ajuste del pitch en el TC4D. Previamente al TC4D, se implantan tres marcadores fiduciales que deberán quedar a menos de 4 cm de la lesión. Si es necesario, se realiza estudio de resonancia magnética en apnea. La elección de una u otra unidad de tratamiento depende del tamaño de la lesión, así como de la correcta implantación de los marcadores fiduciales. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN** Se han tratado 4 pacientes en Novalis y 7 en Clinac OBI con buenos resultados. Se ha elaborado un esquema de decisión basado en la experiencia recogida. **CONCLUSIONES** Los marcadores fiduciales son de gran importancia para la correcta localización de la lesión. Se debe poner especial cuidado en la delimitación de volúmenes. Se debe tener en cuenta que no todos los sistemas de imagen permiten la adquisición de imágenes sincronizadas con el movimiento respiratorio.

## IGR-22 UN MÉTODO ÓPTICO PARA ESTUDIAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA RESPIRACIÓN DE PACIENTES

BARBÉS, B. (1); DE MIGUEL, L. (2); GARCÍA, M. (2); AZCONA, J.D. (1); MARTÍ-CLIMENT, J.M. (1); BURGUETE, J. (3); FERNÁNDEZ, S. (3)

(1) CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA; (2) TECNUN. UNIVERSIDAD DE NAVARRA; (3) UNIVERSIDAD DE NAVARRA

Presentamos una aplicación para estudiar el ciclo respiratorio, empleando un nuevo sistema óptico de control de movimiento, desarrollado por nuestro grupo de trabajo. El paciente se sitúa de pie y respirando con normalidad, y el dispositivo lo filma con cuatro cámaras: dos para la superficie anterior y dos para la posterior. Con ello, el sistema determina los desplazamientos relativos de puntos de control de la superficie de la caja torácica. Se ha comprobado que el algoritmo empleado permite obtener con precisión sub milimétrica las trayectorias independientes de un número arbitrario de puntos en el espacio, a través de sus imágenes en vídeo. Con los resultados del presente estudio, el sistema ha demostrado ser una solución sencilla, precisa y económica para el análisis de la respiración y fonación de pacientes. Por sus dimensiones y facilidad de uso, se puede instalar fácilmente en una consulta médica

## IGR-24 VALIDATION OF A DEFORMABLE IMAGE REGISTRATION PRODUCED BY A COMMERCIAL TREATMENT PLANNING SYSTEM IN HEAD AND NECK

GARCÍA MOLLÁ, R.

CONSORCIO HOSPITALARIO PROVINCIAL DE CASTELLÓN

In recent years one of the areas of greatest interest in radiotherapy has been adaptive radiation therapy (ART), with the most efficient way of performing ART being the use of deformable image registration (DIR). In this paper we use the distances between points of interest (POIs) in the computed tomography (CT) and the cone beam computed tomography (CBCT) acquisition images and the inverse consistency (IC) property to validate the RayStation treatment planning system (TPS) DIR algorithm. This study was divided into two parts: Firstly the distance-accuracy of

the TPS hybrid DIR algorithm was ascertained by placing POIs on anatomical features in the CT and CBCT images from five head and neck cancer patients. Secondly, a method was developed for studying the implication of these distances on the absorbed dose in distinct anatomical regions by using the IC property of the DIR algorithm. This method compared the absorbed dose received by the structures contoured in the CT by the physician, and the structures that were quadruply-deformed by the hybrid DIR algorithm. The accuracy of the TPS was  $1.7 \pm 0.8$  mm, and the distance obtained with the quadruply-deformed IC method was  $1.7 \pm 0.9$  mm, i.e. the difference between the IC method multiplied by two, and that of the TPS validation method, was negligible. Moreover, the IC method shows very little variation in the dose-volume histograms when comparing the original and quadruply-deformed structures. This indicates that this algorithm is useful for planning adaptive radiation treatments using CBCT in head and neck cancer patients, although these variations must be taken into account when making a clinical decision to adapt a patient's treatment plan.

## **IGR-25 VERIFICACIÓN DE UN ALGORITMO DE FUSIÓN 4D AUTOMÁTICO PARA IMAGEN GUIADA EN SBRT DE PULMÓN.**

**GOMEZ-TEJEDOR ALONSO, S.; RINCON PEREZ, M.; PENEDO COBOS, J.M.; GARCIA CASTEJON, M.A.; DIAZ SILVERA, C.; LUNA TIRADO, J.; PEREZ CASSAS, A.M.**

FUNDACION JIMENEZ DIAZ

**Objetivos:** Nuestro objetivo es verificar el algoritmo "Grey Value 4D (T) automatic registration algorithm" de Elekta para IGRT, utilizado en tratamientos de SBRT de pulmón con imagen guiada. Para ello comparamos los desplazamientos obtenidos con este algoritmo entre los escaneres de localización pre-tratamiento (4D-CBCT) y el CT de planificación, con los desplazamientos calculados mediante una fusión manual 4D-CBCT vs CT. **Material y Método:** Para los CT de planificación de cada paciente se realizaron estudios 4D con respiración libre (4D-UnttagCT). Estos estudios serán nuestras imágenes de referencia. Los ITV (Internal Target Volumen) fueron dibujados sobre imágenes modificadas, los estudios MIP (maximum intensity projection). Antes de cada sesión de radioterapia, se le realiza un 4D-CBCT de localización al paciente usando XVI 4.5. Symmetry (protocolo de Elekta para IGRT). El protocolo Symmetry captura imágenes durante todo el ciclo respiratorio, clasificándolas en 10 conjuntos de imágenes (frames) correspondientes a diez fases distintas del ciclo respiratorio y generando el 4D-CBCT. Para este estudio el médico realiza la fusión manual (sin permitir rotaciones) de cada uno de los 10 frames del 4D-CBCT con el 4D-UnttagCT de referencia y calculamos la media y la desviación estandar de los desplazamientos obtenidos en las tres coordenadas. En el procedimiento clínico se calcula los desplazamientos mediante la fusión automática, usando para ello Grey Value 4D (T) automatic registration algorithm de Elekta. **Discusión:** Los desplazamientos obtenidos con el algoritmo de fusión automático (mean±SD) son similares a los obtenidos con la fusión manual. La desviación estandar es siempre mayor para la fusión manual debido a la subjetividad del ajuste. **Conclusiones:** Los resultados son concordantes, no encontrándose discrepancias mayores de 1.3mm entre los desplazamientos. Se pueden administrar tratamientos de SBRT de pulmón de forma segura utilizando el algoritmo Grey Value 4D (T) automatic registration algorithm de Elekta para IGRT.

## **MNU-02 EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE IMAGEN EN UN SISTEMA SPECT-CT EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD**

**JIMÉNEZ LÓPEZ, P.; POLO CEZÓN, R.; SAN MIGUEL AVEDILLO, F.; GONZÁLEZ RUIZ, C.; SIERRA DIAZ, F.; LÓPEZ BOTE, M. A.**

HGU GREGORIO MARAÑÓN

En el presente trabajo se ha estudiado la dependencia de algunos de los parámetros relacionados con la calidad de imagen característicos del sistema detector SPECT con la variación de la concentración de actividad. El maniquí Jaszczak disponible permite parametrizar de forma relativamente objetiva distintas características de funcionamiento total en un SPECT-CT tales como: resolución espacial volumétrica con patrón (número y tamaño resuelto de lesiones frías), resolución espacial lineal (con y sin dispersión), evaluación de la uniformidad. en los cortes transversales. Para el control de calidad de una gammacámara tomográfica y de un CT se realizan por separado distintos tipos de pruebas para evaluar las características del equipo y ambos inciden en la evaluación de la imagen obtenida. El maniquí Jaszczak permite obtener una estimación cualitativa del funcionamiento total del equipo en condiciones clínicas en una única prueba. El objetivo de este estudio es determinar la dependencia de los parámetros propuestos dentro de la prueba de funcionamiento total del protocolo de control de calidad de medicina nuclear con la concentración de actividad. Se trata de estudiar si es posible aprovechar las altas prestaciones de los equipos actuales, para tratar de reducir las dosis recibidas por los pacientes debidas a la utilización de radioisótopos en las pruebas de imagen de medicina nuclear.

## **MNU-03 EXPERIENCIA EN DOSIMETRÍA INDIVIDUALIZADA PARA PACIENTES DE CÁNCER DIFERENCIADO DE TIROIDES TRATADOS CON 131I BASADA EN EL MODELO DE LA SEFM**

**BAUTISTA BALLESTEROS, J.A. (1); TORRES ESPALLARDO, I. (1); RIVAS SANCHEZ, A. (1); BORRELLI, P. (1); BELLO, P. (1); MARTÍ BONMATÍ, L. (2);**

(1) SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR HUP LA FE; (2) SERVICIO DE RADIOLOGÍA HUP LA FE, GRUPO DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA (GIBI2^30)

Siguiendo las indicaciones del Real Decreto 1841/1997, de 5 de diciembre, en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Universitario y Politécnico La Fe se implementa la dosimetría individualizada a los pacientes de terapia metabólica. El presente trabajo muestra los resultados de dicha dosimetría individualizada para 29 pacientes de cancer diferenciado de tiroides tratados con 131I. El protocolo seguido para la obtención de las magnitudes dosimétricas de interés es el



propuesto por la SEFM, que se basan en la medida de la tasa de dosis externa y en el ajuste de estas medidas a una curva bi-exponencial de acuerdo a un modelo de dos compartimentos. Los resultados muestran que los valores de las magnitudes dosimétricas de interés quedan muy por debajo de los límites establecidos en el rango de actividades utilizado.

## **MNU-06 IMPLEMENTATION OF A FDG QUADRATIC DOSE REGIME: PREDICTION ON THE FDG COSTS IMPACT**

**CORTES RODICIO, J.; SANCHEZ MERINO, G.; LOPE LOPE, R.; RUIZ POMAR, J.; MARTIN GONZALEZ, T.; GARCIA FIDALGO, M.A.;**

HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA

**Aim:** The objective of this work is to predict the variation of the FDG costs when a quadratic dose regime with the patient's weight is used. **Methods and Materials:** A quadratic FDG-dose regime is calculated for different optimum weights mopt between 40kg and 130kg. The population weight distribution of PET/CT patients has been obtained from 471 patients. The FDG costs differences between both linear and quadratic dose regimes have been calculated. **Results:** We found that, if mopt is fixed below 77kg our nuclear medicine service will use more FDG whereas if mopt is above 77kg, the service will save FDG. **Conclusions:** The evolution of the FDG costs after the implementation of a quadratic FDG-dose regime has been investigated showing a strong dependence on the choice of the optimum weight mopt. Further studies are needed to determine the relation between SNR and clinical image quality and establish mopt.

## **MNU-07 MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA DAR EL ALTA A PACIENTES CON CÁNCER DIFERENCIADO DE TIROIDES DE BAJO RIESGO TRATADOS CON 1100MBQ DE I-131 EN RÉGIMEN AMBULATORIO**

**BELTRAN VILAGRASA, M.; SEBASTIAN SEGURA, M.A.; DELGADO SOLER, C.; GARCÍA BURILLO, A.; ANDUCAS SANTIAGO, N.; ANTON JIMENEZ, A.; CASTELL CONESA, J.**

HOSPITAL UNIVERSITARI VALL D'HEBRON

Para el tratamiento de pacientes con cáncer de tiroides bien diferenciado de bajo riesgo se recomienda utilizar actividades de 1100MBq de I-131. Con estas actividades se puede plantear un tratamiento ambulatorio siempre y cuando se asegure la protección radiológica de las personas que van a permanecer cerca del paciente y de los miembros del público. En este trabajo se estudian 29 pacientes tratados con 1100 MBq de I-131. Durante las primeras horas tras la administración se registran los valores de tasa de exposición. Se toma como criterio de alta que la medida de la tasa de dosis a 1 m sea menor a 40  $\mu$ Sv/h. Además, se debe cumplir que el paciente quiera y sea capaz de seguir las instrucciones de protección radiológica que se le indiquen. Adicionalmente, en los casos que el paciente estará acompañado durante los días posteriores al tratamiento, se proporciona un dosímetro al acompañante más próximo para estimar la dosis efectiva que recibe. Los resultados de las medidas de tasa y del dosímetro del acompañante muestran que la mayoría de pacientes pueden ser dados de alta a las 6h de la administración del tratamiento sin que ello comporte un riesgo de irradiación para sus familiares y para los miembros del público.

## **MNU-08 MÉTODO CUANTITATIVO PARA LA EVALUACIÓN DE LA UNIFORMIDAD TOMOGRÁFICA EN SPECT**

**JIMÉNEZ FELSTRÖM, D.; DERECHO TORRES, F.; LUIS SIMÓN, J.; REYES GARCÍA, R.; HERRADOR CÓRDOBA, M**

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCÍO (SEVILLA)

La uniformidad tomográfica evalúa la calidad de una imagen single photon emission computed tomography (SPECT). Esta prueba consiste en realizar una reconstrucción tomográfica de un maniquí cilíndrico con una distribución de actividad homogénea. La imagen reconstruida se analiza de forma visual corte a corte. La falta de uniformidad aparece como artefactos en forma de anillos, los cuales son evaluados de forma cualitativa por la persona que lleva a cabo la prueba. Este método es cualitativo y dependiente del observador. Hemos desarrollado un método cuantitativo para determinar el resultado de la prueba de una forma objetiva. El método está basado en utilizar métricas de similitud, como el índice de Pearson, entropía conjunta de Shannon y la información mutua, las cuales se usan de forma habitual en el registro de imágenes. El cilindro reconstruido es registrado con un cilindro virtual homogéneo. El resultado del registro, evaluado a partir de los valores numéricos de las métricas de similitud mencionadas, proporcionan al mismo tiempo un valor cuantitativo de la prueba de la uniformidad tomográfica. Mostramos los resultados obtenidos durante un año en tres gammacámaras.

## **MNU-09 MUESTREO DEL AIRE EN RADIOTERAPIA METABÓLICA**

**LAGO MARTÍN, J.D.; FERNÁNDEZ LARA, A.A.; MORENO CANO, R.; TOBARRA GONZÁLEZ, B.M.; CAMPOS MORCILLO, P.**

H.C.U. VIRGEN DE LA ARRIXACA

La toma de muestras de aire en las habitaciones de tratamiento metabólico con I-131 se ha mostrado como un método eficaz para descubrir incidencias en la adecuada ventilación de esas dependencias, así como en la detección de contaminaciones accidentales. Para comprobar que la concentración de I-131 en aire de las habitaciones no representa un peligro para los trabajadores, se estableció un programa de medidas con el fin de evaluar la efectividad del sistema de ventilación. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos. A la vista de los resultados obtenidos, un programa de vigilancia de la contaminación del aire, a través de toma de muestras de aire filtrado y con análisis espectral gamma, se ha revelado como un instrumento eficaz para descubrir problemas derivados de una falta de ventilación en las habitaciones de tratamiento y locales circundantes así como de los derivados de contaminaciones accidentales y crónicas.

## **MNU-12 PROCEDIMIENTO PARA LA ACREDITACIÓN EARL FDG PET-CT**

**GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; CONS PÉREZ, N.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; GARCÍA REPISO, S.; MONTES FUENTES, C.; GARCÍA LEDESMA, J.; DÍEZ GALLEGU, M.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SALAMANCA

En 2010 la EANM (European Association of Nuclear Medicine) lanzó el programa de acreditación EARL (EANM Research Ltd) FDG PET-CT. El fin de esta acreditación es asegurar un funcionamiento comparable entre centros a través de la armonización en la adquisición y procesado de los estudios PET-CT. En este trabajo se resumen los procedimientos realizados para acceder a dicha acreditación. El programa de acreditación EARL FDG-PET/CT ofrece un procedimiento de calibración inter-institucional con el fin de asegurar una obtención estándar de los valores de SUV entre centros, proporcionando unos requerimientos comunes mínimos para la adquisición e interpretación de las imágenes de PET/CT con 18F-FDG. Las normas comunes ayudan, por tanto, a permitir la interpretación cuantitativa de la imagen ya que los valores numéricos deben ser coherentes en diferentes centros.

## **MNU-14 PROTOCOLO DEL CONTROL DE CALIDAD DEL PET BIOGRAPH MCT 20 EXCEL DE SIEMENS**

**GARCÍA-MARCOS, R.; JIMÉNEZ GONZÁLEZ, J.M.; DE LA CASA DE JULIÁN, M.A.; SEGURO FERNÁNDEZ, A.**

HOSPITAL REY JUAN CARLOS

Introducción La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica de imagen utilizada en el campo de la medicina nuclear, con el fin de diagnosticar y estadificar enfermedades. Por ello y para poder asegurar una continuidad óptima del sistema PET en términos de calidad de imagen y exactitud, es importante realizar un control de calidad periódico del sistema. En nuestro centro se dispone de un Biograph mCT 20. Es un sistema híbrido de diagnóstico por imagen que integra un PET con un CT de 20 cortes. Incorpora también la tecnología Tiempo de Vuelo (TOF), que permite localizar el evento de coincidencia con más precisión a lo largo de la línea de coincidencia y posee tecnología TruePoint C. Método y materiales En este centro se dispone de procedimientos de control diario y periódico de calidad que verifican el estado de los detectores y calibración periódica de los mismos. Para realizar las pruebas del control de calidad del PET mCT, se dispone de: - Fantoma cilíndrico de uniformidad de actividad 1.2mCi de Ge-68/Ga-68 (PET) - 2 fuentes lineales de Ge-68/Ga-68 para calibración periódica de actividad 0.5 y 1.2 mCi (PET). Las pruebas que se realizan son: 1. Calibración del desplazamiento del FOV 2. Normalización, cálculo y verificación del factor de calibración del PET. Inspección de los sinogramas 3. Calibración cruzada Si todos estos parámetros están dentro de las tolerancias dadas por el fabricante, el control de calidad del sistema finaliza correctamente. Conclusiones Durante el desarrollo del protocolo expuesto, todos los procedimientos involucrados en el control de calidad y la constante repetición de los mismos, permitieron alcanzar un gran nivel de manejo y conocimiento de las pruebas implementadas. Es el primer paso para que con el material adecuado, poder realizar los controles propuestos por el protocolo NEMA.

## **MNU-16 PUESTA EN MARCHA DE LA TÉCNICA DE CONTROL RESPIRATORIO EN UN PET/CT**

**MARTÍNEZ ORTEGA, J.; CASTRO TEJERO, P.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA

INTRODUCCIÓN: El control respiratorio en PET/CT permite detectar nuevas metástasis, así como delimitar un menor PTV en los tratamientos radioterápicos. En este trabajo se evalúa el correcto funcionamiento de un sistema de control respiratorio en un PET/CT para su utilización en radioterapia con control respiratorio. MATERIAL Y MÉTODOS: El PET/CT es un Siemens Biograph 6 (Siemens Healthcare, Erlangen, Alemania), equipado con el sistema AZ-733V (Anzai Medical, Tokio, Japón). Su funcionamiento está basado en un sensor piezoeléctrico situado en un cinturón que permite recoger el ciclo respiratorio basado en la presión recibida en dicho sensor. Se utiliza el maniquí de control de calidad suministrado, que permite simular un movimiento respiratorio de 2 cm de amplitud, junto con el sensor "Low" de alta sensibilidad. El montaje utilizado consiste en situar dos fuentes de <sup>68</sup>Ge, una en la parte fija y otra en la parte móvil. Primeramente, en el instante en que ambas fuentes están más alejadas, lo que correspondería con la espiración, se realiza el estudio TC de atenuación y se mide la distancia entre ambas. Posteriormente, se vuelve a poner en marcha el maniquí y se adquiere el estudio PET, adquiriendo imágenes durante todo el ciclo respiratorio, del que se obtienen 10 estudios, cada uno de ellos correspondiente a 1/10 del ciclo respiratorio. La fase del 50% corresponde a la espiración. RESULTADOS Y DISCUSIÓN: Las mediciones realizadas en el TC, en un corte coronal, con el maniquí en reposo en la fase de espiración, muestra una separación de 4 cm entre las dos fuentes. En la imagen PET, la separación es de 2 cm en inspiración y de 4 cm en espiración. CONCLUSIONES: El sistema de control respiratorio compuesto por el PET/CT Siemens Biograph 6 y el sistema AZ-733V muestra la suficiente fiabilidad y sincronía para su utilización clínica.

## **MNU-17 PUESTA EN MARCHA Y PRIMERA EVALUACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO COMBINADO DE DISPENSACIÓN/INYECCIÓN DE 18-FDG**

**SALDAÑA GUTIÉRREZ, P. (1); ROMERO ZAYAS, I. (2); PRATS CABACES, LL. (1); ROCA ENGRONYAT, M. (3); GÁMEZ CENZANO, C. (2)**

(1) INSTITUT CATALÀ D'ONCOLOGIA; (2) INSTITUT DE DIAGNÒSTIC PER LA IMATGE; (3) HOSPITAL UNIVERSITARI DE BELLVITGE

La dispensación e inyección automática ha de garantizar una exactitud y precisión en la preparación de las dosis de radiofármacos equivalente a la manual, a la vez que mejora los niveles de exposición a la que están sometidos los operadores. En este trabajo se evalúan los cinco primeros meses de funcionamiento de un sistema de este tipo en nuestra institución. Se ha verificado la exactitud, precisión y linealidad del activímetro. Se ha estudiado la preci-

sión en la preparación de monodos y la actividad residual en los viales multidosis. Además se ha evaluado la dosimetría de anillo, muñeca y solapa de los operadores del sistema. El resultado del estudio verifica la capacidad del sistema de dispensar con precisión las dosis requeridas y la mejora en la protección radiológica de los operadores.

### **MNU-18 SEGMENTACIÓN DE ESTUDIOS ULTRA HD PET EN ECLIPSE**

**CONS PÉREZ, N.; GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; GARCÍA REPISO, S.; MONTES FUENTES, C.; GARCÍA LEDESMA, J.; DíEZ GALLEGU, M.A.**

*H. UNIVERSITARIO SALAMANCA*

El mecanismo de segmentación de estudios PET mediante umbrales es, con diferencia, el más extendido en el uso clínico para la obtención de los contornos de volúmenes blanco de forma objetiva. Al emplear este modo de segmentación es importante la selección del umbral que reproduce con mayor fidelidad el volumen de la lesión (umbral óptimo) o de otro modo se podría estar sobreestimando o subestimando el tamaño de la misma. El umbral óptimo es función de multitud de parámetros, entre los cuales los de mayor importancia son: el algoritmo de reconstrucción, el volumen de la lesión y la relación de concentraciones de actividad entre la lesión y el tejido adyacente (contraste). El objetivo del trabajo es la obtención de una relación matemática que permita recuperar el volumen real de las lesiones al segmentar estudios PET en diferentes escenarios de concentración de actividad de la lesión y la de su entorno (contraste) y distintos tamaños de la lesión. Para ello se realizan una serie de estudios con un maniquí de esferas con distintas concentraciones de fondo y se obtiene una parametrización del umbral de segmentación óptimo en función del contraste.

### **MNU-20 STUDY OF THE SIGNAL TO NOISE RATIO IN THE LIVER AS A SURROGATE FOR PET CLINICAL IMAGE QUALITY QUANTIFICATION**

**SANCHEZ MERINO, G.; CORTES RODICIO, J.; LOPE LOPE, R.; RUIZ POMAR, J.; MARTIN GOMEZ, T.; GARCIA FIDALGO, M.A.**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA*

**Purpose:** To study the convenience of the signal-to-noise ratio measured in the liver as a surrogate for the clinical image quality for whole body PET studies. **Material and Methods:** Fifty consecutive patients were prospectively revised to measure the clinical image quality and signal-to-noise ratio in the liver. Three experienced nuclear medicine physicians independently graded image quality. We studied the monotone trend association between the signal-to-noise ratio and the clinical image quality using the Goodman-Kruskal gamma statistic. Furthermore we applied a Cohen's kappa statistic to assess the agreement between the three observers. **Results:** We find a good correlation between clinical image quality and the surrogate for two of three cases studied (gamma 0.683 and 0.763). For this two physicians a fair agreement between observers has been found (kappa 0.3045) but not between them and the third physician (kappa 0.2292 and 0.1898). **Conclusion:** The agreement between two of the observers, although modest, seems to suggest some robustness in the signal-to-noise ratio as a surrogate for clinical image quality for some observers. Nevertheless more studies must be conducted with more observers to further confirm this result and clarify the case of the physician not showing correlation.

### **MNU-22 VERIFICACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE CORRECCIÓN DE MOVIMIENTOS EN RECONSTRUCCIÓN SPECT.**

**PRATS CABACÉS, LL.; SALDAÑA GUTIÉRREZ, P.**

*INSTITUT CATALÀ ONCOLOGIA*

**Introducción:** Se ha verificado la herramienta de corrección de movimiento en reconstrucción SPECT, a partir de generar desplazamientos y reconstruir una fuente puntual para una estación de trabajo Extended Brilliance Workspace (Philips Healthcare). **Materiales y métodos:** Se ha adquirido una imagen SPECT de una fuente puntual. Se han realizado desplazamientos a las proyecciones y se ha reconstruido con los desplazamientos realizados y con desplazamientos corregidos con la herramienta de corrección de desplazamientos de forma manual y automática. Se han analizado las imágenes en busca de artefactos y se ha realizado un programa para obtener la resolución espacial. **Resultados y discusión:** Se han observado las imágenes en busca de artefactos después de la corrección manual y solamente ha aparecido un artefacto para FBP. Se ha calculado la variación porcentual de la resolución espacial de las reconstrucciones respecto al mismo valor de las reconstrucciones sin desplazar obteniendo un valor menor al 2%. **Conclusiones:** Para una corrección manual solamente aparecen artefactos en la reconstrucción con desplazamiento de 1.2cm y con desplazamiento de 10 cortes y para FBP. Se ha verificado que la reconstrucción con los distintos algoritmos después de corregir el movimiento es correcta, teniendo una variación porcentual menor al 2% respecto a la resolución de la fuente puntual sin desplazamiento.

### **MNU-25 ANÁLISIS DE LA TEXTURA EN IMAGEN PET Y SU DEPENDENCIA CON LOS PARÁMETROS DE ADQUISICIÓN**

**CORTES RODICIO, J.; SANCHEZ MERINO, G.; LOPE LOPE, R.; RUIZ POMAR, J.; MARTIN GONZALEZ, T.; GARCIA FIDALGO, M.A.**

*Hospital Universitario Araba*

**Objetivo:** Estudiar la variabilidad de los parámetros texturales en función de la concentración de actividad y el protocolo de reconstrucción. **Material y Métodos:** Se han tomado 19 series de imágenes PET (Philips GEMINI/TF) de un maniquí con FDG uniformemente distribuida y una concentración de actividad variable (max. 23,5kBq/mL, min. 0,66kBq/mL). Las imágenes se han reconstruido siguiendo tres protocolos diferentes. Se han analizado hasta

72 parámetros texturales proporcionados por el software CGITA. Resultados: De los 72 parámetros evaluados, sólo 11 de ellos presentan una baja variabilidad (< 5%) frente a la concentración de actividad en cualquiera de los tres protocolos de reconstrucción estudiados. Conclusiones: En este trabajo se ha descrito la variabilidad de las texturas frente a los parámetros de adquisición, encontrando que sólo 11 de los 72 parámetros estudiados presentan una baja variabilidad. Estos parámetros texturales podrían ser buenos candidatos para analizar las características texturales de casos clínicos reales en futuros trabajos.

### **MNU-26 ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DE TASA DE DOSIS EN PACIENTES SOMETIDOS A TERAPIA METABÓLICA CON I-131 PARA EL TRATAMIENTO DE CÁNCER DIFERENCIADO DE TIROIDES.**

**GARCÍA FUENTES, J.D.; ESTEVE SÁNCHEZ, S.; PRIETO MORÁN, D.; MARTÍNEZ ALBALADEJO, M.; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, I.; DE ANDRÉS GARCÍA, J.C.; FERRER GARCÍA, N.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL

Se ha realizado un análisis de las medidas de tasas de dosis a pacientes ingresados tras la cirugía de carcinoma diferenciado de tiroides, con el fin de encontrar la relación con la eliminación del I-131 en el organismo. Por motivos de protección radiológica de los trabajadores profesionalmente expuestos y los familiares, se debe conocer la tasa de dosis emitida por estos pacientes durante el ingreso y en el momento del alta, para hacerles conocer las normas de convivencia fuera del hospital. Se ha evaluado el equivalente de dosis Hp(10) con la cámara de ionización portátil Ram-lon Digilog (LAMSE S.L.) cada 24 horas tras el ingreso del paciente hasta el día del alta en contacto con los órganos tiroides, vejiga y riñones, así como a 1 y 2 metros del paciente. Con el fin de obtener un tiempo efectivo de eliminación del I-131 por parte del organismo, se han realizado ajustes monoexponenciales a la tasa de dosis a 1 metro de cada paciente, utilizando el programa Origin. Para cada paciente se han obtenidos sus periodos de semidesintegración, tanto efectivo como biológico. A partir de estos datos hemos calculado un valor promedio para ambos, así como sus incertidumbres. Un estudio con una muestra grande de pacientes nos ha permitido poder estimar el equivalente de dosis en el alta a partir de las medidas en los dos primeros días de ingreso haciendo conocer con antelación unas primeras normas de convivencia al paciente. Por otro lado, ha servido para poder programar los pacientes de la semana previendo la tasa de dosis en función del número de días de ingreso.

### **MNU-27 ANÁLISIS DEL TIEMPO DE ADQUISICIÓN EN ESTUDIOS PET CON MOVIMIENTO CONTINUO DE CAMA**

**CONS PÉREZ, N.; GÓMEZ GONZÁLEZ, N.; GARCÍA REPISO, S.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.; MONTES FUENTES, C.; GARCÍA LEDESMA, J.; DíEZ GALLEGO, M.A.**

H. UNIVERSITARIO SALAMANCA

Con la reciente introducción de adquisiciones PET con movimiento continuo de cama (CBM) es necesario evaluar las condiciones de adquisición que permitan migrar desde la técnica de camas estáticas (S&S) manteniendo la calidad de imagen. En el presente trabajo nos proponemos obtener la relación entre los valores de tiempo de adquisición del estudio (determinados por la velocidad de cama y tiempo por cama en CBM y S&S respectivamente) que mantenga la calidad de imagen, evaluada a través de la relación señal/ruido. Con los resultados obtenidos se concluye que los tiempos de estudio necesarios para obtener niveles de SNR equivalentes en CBM son superiores a los de S&S.

### **MNU-28 ANÁLISIS FRACTAL DE LA IMAGEN PET Y SU DEPENDENCIA CON LOS PARÁMETROS DE ADQUISICIÓN**

**CORTES RODICIO, J.; SANCHEZ MERINO, G.; LOPE LOPE, R.; RUIZ POMAR, J.; MARTIN GONZALEZ, T.; GARCIA FIDALGO, M.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA

Objetivo: Estudiar las características fractales de la imagen PET en función de la concentración de actividad y el protocolo de reconstrucción. Material y Métodos: Se han tomado 19 series de imágenes PET (Philips GEMINI/TF) de un maniquí con FDG uniformemente distribuida y una concentración de actividad variable (max. 23,5kBq/mL, min. 0,66kBq/mL). Las imágenes se han reconstruido siguiendo tres protocolos diferentes. Se ha analizado la dimensión fractal D y la lacunaridad  $\lambda_{\epsilon,g}$  con el plugin Fraclac de ImageJ y se ha estudiado la correlación entre estos parámetros y la concentración de actividad. Resultados: Ambos parámetros presentan una significación estadística con la concentración de actividad en las tres reconstrucciones. La dimensión fractal sigue una dependencia cuadrática mientras que la lacunaridad se ajusta bien linealmente. Conclusiones: Se ha descrito el estado de referencia del equipo respecto a las características fractales en tres reconstrucciones diferentes, lo que será de utilidad en el futuro para analizar las características fractales de casos clínicos.

### **MNU-29 APORTACIÓN DEL RADIOFÍSICO A LA TÉCNICA DE RESECCIÓN DEL GANGLIO CENTINELA EN EL CÁNCER DE PRÓSTATA**

**IBÁÑEZ ROSELLÓ, B.; TORRES ESPALLARDO, I.; BAUTISTA BALLESTEROS, J.A.; CANDELA JUAN, C.; BELLO, P.; PÉREZ CALATAYUD, J.; VERA DONOSO, C.D.; VERA, V.**

H.U.P. LA FE

Se expone la técnica de resección del ganglio centinela (GC) en el cáncer de próstata, en etapa de validación en nuestro hospital, y las implicaciones que puede tener el radiofísico en las etapas iniciales de implantación de este tipo de técnicas que conllevan el uso de radiaciones ionizantes. La técnica de resección del ganglio centinela

en el cáncer de próstata se realiza mediante cirugía laparoscópica radioguiada, utilizando una sonda portátil de detección de radiación gamma, que permite la localización exacta de los ganglios captantes, y la Sentinella, que permite hacer imágenes planares del área prostática durante el transcurso de la intervención. Existen estudios que respaldan la utilización de una semilla de I-125 que, al fijarse en la punta de la sonda, permite su visualización en la pantalla de la Sentinella y, de esta forma, facilita la localización de los GC. En este entorno, los radiofísicos del servicio de Medicina Nuclear colaboramos con las siguientes aportaciones antes de las primeras experiencias y durante la puesta en marcha de la técnica: (a) Previo al primer paciente, se ha comprobado el modo de funcionamiento óptimo de la semilla para utilizarla como localizador de la sonda; (b) Se ha estudiado la tasa de dosis del personal de quirófano debida a las semillas utilizadas durante la intervención; (c) Se pretende realizar un estudio para analizar si hay correlación entre las cuentas detectadas en los ganglios extirpados con los resultados proporcionados por el servicio de anatomía patológica, para ello, se han ido recopilando estos datos en las distintas intervenciones realizadas hasta la fecha. Los estudios realizados, han permitido observar detalles a tener en cuenta en la práctica de radioguiado mediante el uso de la semilla. Esto demuestra que la implicación del radiofísico en este tipo de técnicas puede aportar información relevante para su aplicación.

## **MNU-31 CÁLCULO DE LA MTF DE DOS GAMMACÁMARA GE MILLENIUM VG**

**TABOADA, I.**

TORRES

1. Objetivo: El objetivo es calcular la función de transferencia de modulación (MTF) de las dos gammacámaras del servicio para tener una caracterización más completa y cuantitativa de las mismas. 2. Material y métodos: Matemáticamente, la MTF se obtiene mediante el cálculo de la transformada de Fourier de una distribución de actividad, o bien lineal (LSF), o bien puntual (PSF). Para poder considerar las fuentes idealmente lineales o puntuales debemos asegurarnos de que el diámetro de la distribución es lo bastante pequeño en comparación a la resolución del sistema,  $d \leq \text{FWHM}/4$ . Para la obtención de la LSF se utilizó el maniquí de forma cilíndrica que permite la obtención de una línea de actividad lo suficientemente fina como para cumplir la condición anterior. Para la fuente puntual se utilizó un vial con actividad colocado dentro de un blindaje de plomo con un pequeño agujero. 3. Resultados y discusión: A partir de la LSF hemos calculado la MTF de las dos gammacámaras, para cada cabezal, en las direcciones X e Y, para distintos colimadores y distintas distancias fuente-colimador. En una reconstrucción SPECT la LSF nos permite calcular la MTF en 2 dimensiones para cada plano de la reconstrucción, con esto obtenemos la respuesta del sistema para todos los ángulos, lo que nos permite verificar su isotropía. El método empleado para la obtención de la PSF ha resultado no ser válido, ya que el blindaje genera dispersión y a altas energías también penetración. 4. Conclusiones: El cálculo de la MTF nos ha permitido conocer con más detalle la respuesta de las gammacámaras y la fidelidad con la que representan cada frecuencia espacial contenida en una imagen, tanto en imagen plana como en SPECT. Además el método es lo suficientemente sencillo como para poder incorporarlo en un programa de control de calidad.

## **MNU-32 CARACTERIZACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROTOCOLO DE GARANTÍA DE CALIDAD DE UN EQUIPO PET ESPECÍFICO DE MAMA (MAMMI-PET)**

**GUIU-SOUTO, J.; MARTÍN-RODRÍQUEZ, Z.; TABOADA-TORRES, I.; GIMÉNEZ-INSUA, M.; MONTOYA-PASTOR, A.; SÁNCHEZ-GARCÍA, M.; VÁZQUEZ-VÁZQUEZ, R.; AGUIAR-FERNANDEZ, P.; POMBAR-CAMEÁN, M.**

HOSPITAL CLÍNICO SANTIAGO DE COMPOSTELA

Introducción: La implantación de nuevas técnicas más específicas destinadas a la monitorización del cáncer de mama, como es el caso del Mammi-PET, exige la configuración de nuevos procedimientos de garantía de calidad. Dada la similitud de este equipo con los tomógrafos por emisión de positrones de cuerpo completo y con los utilizados en preclínica, resulta plausible considerarlos como un punto de partida en la elaboración de un programa de garantía de calidad para el Mammi. Materiales y Métodos: El equipo estudiado en el presente trabajo se corresponde con el modelo Mammi Breast PET de Onconvisión GEM-Imaging S.A. Este equipo consta de un anillo móvil de detección de 185 mm de diámetro con un FOV axial de 40mm, formado por cristales continuos LYSO. Para el diseño de las diferentes pruebas del programa de garantía de calidad (uniformidad, sensibilidad, resolución energética, resolución temporal,...) se han utilizado diferentes maniqués de PMMA: un cilindro hueco, esferas huecas, una fuente puntual, una mama artificial, capilares, etc. Resultados: En una primera fase del trabajo se ha realizado un análisis de la uniformidad, la sensibilidad y la resolución energética. Ya en una segunda fase, se ha procedido a la caracterización de la resolución temporal del equipo, determinando su grado de paralelización. Y también se ha estudiado la degradación de la resolución espacial a lo largo de la coordenada radial y del ángulo polar, y finalmente se procedió a la caracterización del factor de calibración de la concentración de actividad. Conclusiones: Los resultados aquí presentados, complementan las pruebas de control de calidad del fabricante, y posibilitan una evaluación completa de aquellos parámetros fundamentales que afectan al buen funcionamiento del equipo. Además, también contribuyen al diseño futuro de un programa de garantía de calidad unificado para dichos equipos, todavía inexistente.

## **MNU-33 CONTROL DE CALIDAD EN CROMATÓGRAFOS**

**OJEDA LÓPEZ, A.; GARCÍA GRANADOS ALAYÓN, J.J.**

COMPL. HOSP. UNIV. INSULAR MATERNO INFANTIL

Uno de los dispositivos basados en las medidas de las radiaciones ionizantes y que resultan uno de los grandes olvidados por nuestra especialidad son los cromatógrafos utilizados para realizar el control de calidad de los

radiofarmacos en medicina nuclear. Como todo equipo destinado a la medida de radiaciones ionizantes debería ser sometido a una revisión de su idoneidad. Sin embargo los controles que se suelen hacer sobre los mismos son muy básicos, y no tienen en cuenta algunos aspectos para los cuales son utilizados estos equipos. Así además de la medida de la actividad del material, el cromatógrafo evalúa la distancia entre las diferentes actividades, por lo que es esencial garantizar que el mecanismo que transporta la tira esté bien sincronizado para una medida real de la distancia. Se propone procedimiento para evaluar la resolución energética en pico, resolución espacial, evaluación de las distancias correctas, sensibilidad y linealidad con la actividad en un cromatógrafo de uso en medicina nuclear.

### **MNU-34 CONTROL DE HERMETICIDAD DE FUENTES RADIATIVAS ENCAPSULADAS MEDIANTE GAMMACÁMARA**

**CANDELA RODRÍGUEZ, F. (1); CÁMARA TURBÍ, A. (1); GARCÍA MARTÍNEZ, T. (1); CASTRO NOVAIS, J. (2); ASENSIO MARTÍNEZ, M. (1); HERNANDIS BARBERÁ, J. (1)**

(1) HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO QUIRÓN

Descripción de procedimiento para control de hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas, basado en la gammacámara como detector de centelleo, y justificación de su capacidad de detección de acuerdo a la GS-05.03 del CSN. Se contaminó con Tc-99m un material similar al de frotis (recorte 7x5 cm de papel secante), aislándolo en un envoltorio plástico para confinar la contaminación. Las medidas se realizaron con Gammacámara (Phillips Skylight) y Activímetro (Biodex Atomlab500), considerando como límite de detección en cada caso el doble del fondo existente. La actividad inicial depositada fue lo suficientemente alta para resultar medible en el activímetro con baja incertidumbre relativa ( $105820 \pm 1$ ) KBq. De este modo, mediante la ley de desintegración radiactiva puede calcularse la actividad esperable en momentos posteriores con menor incertidumbre asociada que mediante una nueva medida directa en ese instante (incluso en instantes cuando ya no resulte directamente medible). Posteriormente, en un tiempo intermedio en que todavía resultase detectable con el activímetro, se efectuó una medida, resultando  $(50274 \pm 13)$  Kc en 600s, es decir,  $(83,79 \pm 0.02)$  Kcps. Para estimar la actividad en Bq que corresponde a la medida (en Kcps) de la gammacámara, se "calibró" para esta prueba utilizando la actividad esperable a partir de la medida inicial del activímetro, obteniendo un factor  $(3715 \pm 44)$  (Bq/Kcps). Finalmente, a fin de comprobar las capacidades de detección, se midió con la gammacámara cuando la actividad esperable era de aproximadamente 185 Bq ( $(186,849 \pm 0.002)$  Bq, calculada mediante la ley de desintegración a partir de la medida inicial del activímetro). Se aplicó el factor anterior de "calibración" al resultado de esta medida, obteniéndose una estimación de la actividad en ese instante, que se comparó con la esperable, resultando coherente (dentro del rango de incertidumbre), y claramente distinguible del fondo.

### **MNU-35 CORREGISTRO DE IMÁGENES MULTIMODALES EN LA EPILEPSIA FARMACORRESISTENTE. OPTIMIZACIÓN DE UN ALGORITMO ITERATIVO DE RECONSTRUCCIÓN TOMOGRÁFICA DE ESTUDIOS DE SPECT.**

**GARCÍA-MIGUEL QUIROGA, J. (1); MARTÍ FUSTER, B. (2); NIÑEROLA BAIZÁN, A. (2); SETOAIN PEREGO, X. (1); ROS PUIG, D. (2); PAVÍA SEGURA, J. (1)**

(1) HOSPITAL CLÍNIC DE BARCELONA, CIBERBBN; (2) UNIVERSITAT DE BARCELONA, CIBERBBN

Objetivos: Los pacientes de epilepsia focal farmacorresistente pueden beneficiarse de la exéresis del foco epileptógeno, siendo SISCOM una de las técnicas que permiten la localización del foco. Este método incluye el registro entre el SPECT ictal y el interictal y el corregistro entre el SPECT interictal y la RM del paciente. La reconstrucción de SPECT utilizando el método iterativo OSSPS-UQP puede ser beneficiosa en el proceso, por tratarse de un método con una relación señal/ruido mayor y más estable con el número de iteraciones que OSEM. El objetivo de este trabajo es optimizar los parámetros del algoritmo (factor de penalización y parámetro de relajación) para obtener errores de registro pequeños e independientes del número de iteraciones. Material y método: Se simuló 32 estudios SPECT ictales e interictales utilizando SimSET. Las proyecciones fueron reconstruidas utilizando STIR con el método OSSPS-UQP, usando cuatro valores diferentes del factor de penalización (0.005, 0.01, 0.05 y 0.1) y dos del parámetro de relajación (0.1 y 1). Se realizaron hasta 100 iteraciones analizando los resultados cada 5 iteraciones y calculando los errores de registro. Resultados: Los menores errores de registro se obtuvieron para los valores del factor de penalización de 0.005 y 0.01, mientras que no se observaron diferencias al modificar el valor del parámetro de relajación. Los valores medios obtenidos para los errores de registro del proceso SISCOM completo fueron de  $1.11 \pm 0.02$  mm para el parámetro de relajación 1 y factor de penalización 0.01. Discusión: Observamos que las imágenes reconstruidas no varían visualmente con el número de iteraciones y también se mantienen estables los errores de registro calculados.

### **MNU-36 CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE LA UNIFORMIDAD PLANAR EN TOMOGRAFÍA**

**MONTES URUÉN, A.; ESCALADA PASTOR, C.; CASTANEDO ALVAREZ, M.; RODRIGUEZ COBO, C.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO

Una gammacámara es un equipo con el que tratamos visualizar la imagen de la biodistribución de un radiofármaco en un paciente buscando diferenciar captaciones normales con posibles patologías. La naturaleza no anatómica de las imágenes así obtenidas hace especialmente difícil detectar en la práctica clínica defectos de calidad de que pueden, incluso, alterar el diagnóstico resultante. En este trabajo se ha cuantificado la repercusión de los defectos de uniformidad planar en la uniformidad tomográfica mediante la simulación computacional de fallos en el fun-

cionamiento del detector y la comparación de las reconstrucciones resultantes con las originales. La adquisición de imágenes se ha realizado con una Infinia Hawkeye de General Electric Healthcare. Además, se ha utilizado un maniquí para la valoración de la uniformidad tomográfica. Para el análisis posterior de las imágenes se ha utilizado MATLAB. Se introdujeron defectos de uniformidad en forma de gaussiana bidimensional centrada en el eje, y de sigma y amplitud variables, que pueden relacionarse fácilmente con los parámetros uniformidad integral y diferencial. Con cada combinación elegida se generó un nuevo "raw data" que simula al obtenido con un equipo que presente ese defecto, y posteriormente se reconstruyeron. Se encuentra que la intensidad del defecto introducido se multiplica notablemente en la reconstrucción, hallándose que defectos de uniformidad diferencial de por ejemplo 4% ( $\sigma = 4$  y Defecto Uniformidad = 7) se traduce en un artefacto en la reconstrucción tomográfica de intensidad 25%. En nuestro trabajo hemos encontrado que la región cercana al eje de rotación es extremadamente sensible a ciertos defectos de uniformidad, por lo que se debería tener en cuenta este factor para estudiar con más detalle esta zona y, posiblemente, establecer límites más restrictivos.

### **MNU-37 DISEÑO Y DESARROLLO DE MEDIOS DE MANIPULACIÓN DE RADIOFÁRMACOS PARA LA REDUCCIÓN DE DOSIS EN MANOS DEL PERSONAL EXPUESTO EN UNIDADES DE IMAGEN PRECLÍNICA.**

**ESCUERO TORO, R. (1); DELGADO ALBERQUILLA, R. (1); MORENO LÓPEZ, J. (1); LOPEZ, G. (2)**

(1) CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CARDIOVASCULARES; (2) IBTECH SOLUTION

El desarrollo de imagen preclínica actual, y especialmente los estudios en pequeños modelos animales, plantea la necesidad de enfocar el problema de la dosimetría en manos del personal desde un punto de vista orientado a la optimización de los procedimientos y de los medios técnicos utilizados, más allá del uso de material de atenuación, muchas veces de difícil utilización. Con este trabajo se pretende el desarrollo e implementación de ayudas técnicas para el operador de estas instalaciones. La dosimetría de manos proviene, en estas unidades, de la dosificación, la administración del radiofármaco al modelo animal y el manejo posterior del mismo como la colocación para la adquisición de las imágenes y finalmente su estabilización. De todas estas tareas las de mayor incidencia dosimétrica son la dosificación y administración del radiofármaco, para lo que implementamos por un lado un prolongador para la dosificación y medida de la jeringuilla que contiene el radiofármaco a inyectar, y por otro lado un soporte de inyección para facilitar la visualización y acceso al punto de inyección. Con el prolongador aumentamos la distancia de la mano a la fuente radioactiva y con un diseño que no complica la manipulación dentro de una cabina o detrás de una pantalla de protección. Con el soporte de inyección intentamos acortar el tiempo del proceso de inyección, a la vez de hacer el proceso más accesible a más personal sin tanta experiencia. El objetivo final es reducir al menos unas 10 veces la dosis que se recibe al dosificar y medir y una reducción similar en la administración, sumado a disponer de más personal capacitado para ejecutarla, con la intención de hacer corresponder la dosimetría de este personal respecto a la del personal que trabaja con modelos animales grandes o incluso humanos.

### **MNU-38 DOSIMETRÍA DE PACIENTES TRATADOS CON I-131**

**RODRIGUEZ LOPEZ, B.; SINTES GARRIGA, M.; MARTINEZ VALDIVIA, J.; COSTA TUR, M.; FONT GELABERT, J.**

HOSPITAL SON ESPASES

Se presentan los resultados de la implementación de un método, basado en las medidas de tasa externa, según el "Protocolo de dosis en CDT con I-131" de la SEFM, para realizar una dosimetría personalizada sobre 74 pacientes que son tratados con I-131 a partir de medidas de tasa externa. Se evalúa la validez del protocolo en nuestro hospital, en el que sólo se hacen medidas de tasa externa los tres primeros días y no se puede realizar un sesgo en los parámetros de ajuste de la función biexponencial. Se comprueba también que las dosis calculadas para médula roja y la retención corporal de la actividad están por debajo de los valores recomendados. Se observa una buena concordancia entre los resultados obtenidos y los presentes en la bibliografía, deduciéndose que el método es suficientemente bueno. Se comprueba además que los valores de dosis en médula roja y actividad en el cuerpo tras 48 horas se encuentran por debajo de los valores establecidos.

### **MNU-39 DOSIMETRÍA INDIVIDUALIZA EN LOS TRATAMIENTOS CON 177LU-DOTATATE**

**MARTÍ-CLIMENT, J.M. (1); MORÁN, V. (2); PRIETO, E. (1); SANCHO, L. (2); RIBELLES, M.J. (2); GUILÉN, F. (2); RAMOS-MEMBRIVE, R. (2); QUINCOCES, G. (1); PEÑUELAS, I. (1); RODRÍGUEZ-FRAILE, M. (1); RICHTER, J.A. (1); ARBIZU, J. (1)**

(1) CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA E INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA DE NAVARRA; (2) CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA

Introducción: El objetivo es desarrollar la metodología para determinar la dosis absorbida a partir de la biodistribución del  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE tras el tratamiento. Material y métodos: El tratamiento se realiza con una actividad estándar de 7.4 GBq de  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE. La biodistribución del radiofármaco se determina con un equipo SPECT/CT y un contador de pozo, para muestras de sangre. Se emplea el programa OLINDA para determinar las dosis absorbidas. Para cuantificar las imágenes es necesario calibrar la gammacámara con una fuente cilíndrica de  $^{177}\text{Lu}$  medida en aire y dentro de un maniquí equivalente a agua que simule un paciente, y determinar los coeficientes de atenuación tanto del  $^{177}\text{Lu}$  como del  $^{57}\text{Co}$ , que se utiliza para medir la atenuación del paciente. El procedimiento se ha aplicado a 5 pacientes con un total de 13 tratamientos con  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE. Resultados: Los coeficientes de atenuación para el  $^{177}\text{Lu}$  y el  $^{57}\text{Co}$  son 0.126 y 0.116  $\text{cm}^{-1}$ . La sensibilidad de la gammacámara medida con la fuente en aire y dentro el maniquí es de  $6395 \pm 50$  y  $6466 \pm 150$  cuentas/MBq, respectivamente. Se obtienen imágenes gammagráficas de cuerpo entero del paciente a las 24, 48 y 96 horas y se extraen muestras de sangre a las 0.5, 1, 2.5, 4, 8, 24, 48 y 96 horas, tras el tratamiento. Se realiza una imagen de transmisión con la fuente

de  $^{57}\text{Co}$ . Las curvas actividad tiempo se obtienen por medio de regiones de interés sobre los órganos, corrigiéndose por la atenuación. Estas curvas permiten determinar el tiempo de residencia y las dosis, especialmente de los órganos críticos (riñones y médula roja). Conclusión: Se ha establecido un procedimiento dosimétrico para los tratamientos con  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE a partir de imágenes gammagráficas y de medidas de muestras de sangre del paciente, obtenidas durante los cuatro días siguientes al tratamiento.

### **MNU-40 EFECTO DE LA RECONSTRUCCIÓN EN LA CALIDAD DE IMAGEN EN UN PET PHILIPS GEMINI/TF**

**CORTES RODICIO, J.; SANCHEZ MERINO, G.; LOPE LOPE, R.; RUIZ POMAR, J.; MARTIN GONZALEZ, T.; GARCIA FIDALGO, M.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA

**Objetivo:** Caracterizar la calidad de imagen en un PET Philips GEMINI/TF para diferentes protocolos de reconstrucción y relaciones de actividad. **Material y Métodos:** Se ha usado el protocolo NEMA NU2-2007 para analizar la calidad de imagen de tres protocolos de reconstrucción, dos con tecnología ToF, y tres relaciones de actividad 8:1, 4:1 y 2:1. Se han obtenido los valores de contraste, variabilidad del fondo y variabilidad del inserto de pulmón. **Resultados:** En general se observa una mejora de contraste para la reconstrucción HN-CTAC y peor contraste para WB-CTAC-R3D, que no utiliza ToF. Asimismo, la reconstrucción WB-CTAC-R3D, presenta una mayor variabilidad de fondo para las ROIs de menor tamaño y menor porcentaje de variabilidad en el inserto de pulmón. **Conclusiones:** El equipo PET estudiado presenta buenas características de calidad de imagen, aunque, en general, son mejores en los protocolos que utilizan ToF.

### **MNU-41 EFECTO DEL MEDIO DISPERSOR EN LA RESOLUCIÓN ESPACIAL DE UN EQUIPO PET PHILIPS GEMINI/TF**

**CORTES RODICIO, J.; SANCHEZ MERINO, G.; LOPE LOPE, R.; RUIZ POMAR, J.; MARTIN GONZALEZ, T.; GARCIA FIDALGO, M.A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA

**Objetivo:** Caracterizar la resolución espacial de un PET Philips GEMINI/TF con las fuentes puntuales en el interior de un medio dispersor. **Material y Métodos:** Se ha construido un maniquí que soporta tres fuentes puntuales según la distribución del protocolo NEMA NU2-2007. Se ha realizado un estudio con las fuentes suspendidas en aire y otro con las fuentes en el interior de esferas de material dispersor. Se ha utilizado un software propio basado en ImageJ para obtener las anchuras de las fuentes puntuales. **Resultados:** La resolución en aire se ajusta bien a las especificaciones del fabricante ( $\pm 10\%$ ). Se observa un detrimento de la resolución cuando las fuentes se encuentran en el interior de un medio dispersor de casi 1 mm en el eje del FOV. **Conclusiones:** Se han estudiado las capacidades del equipo para resolver fuentes puntuales en medios dispersores. Se ofrece así información adicional de interés para el servicio de Medicina Nuclear.

### **MNU-42 ESTUDIO DE LA DETECTABILIDAD DE UN PET DEDICADO A MAMA**

**GARCÍA HERNÁNDEZ, T. (1); VICEDO GONZÁLEZ, A. (1); FERRER REBOLLEDA, J. (2); SANCHEZ JURADO, R. (2); GRANERO CABANERO, D. (1); BRUALLA GONZÁLEZ, L. (1); ROSELLÓ FERRANDO, J. (1); SOLERA MOSCARDÓ, C. (1); BORDERIA NAVARRO, B. (1); PANDO FERNANDEZ, G. (1);**

(1) SERVICIO DE RADIOFÍSICA. ERESA. HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE VALENCIA; (2) SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR. ERESA. HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE VALENCIA

**Introducción:** Actualmente la resolución espacial de los PETs de cuerpo entero es del orden de 5mm. El diámetro de las lesiones de cáncer de mama en estadio temprano es menor de 1 cm por lo que podrían no detectarse en un PET de cuerpo entero. Los PET dedicados a mama (DbPET) emergen con el fin de mejorar la resolución espacial. En este trabajo analizamos la detectabilidad de un DbPET de alta resolución simulando condiciones clínicas. **Métodos:** Se insertan esferas de distinto tamaño (2.5, 4, 5 y 6 mm de diámetro) y diferentes valores de concentración de FDG en un maniquí de mama de 18-FDG hecho con gelatina en nuestra institución. Las lesiones se simulan usando esferas de hidrogel que absorben el agua y aumentan de tamaño. Se simularon distintas relaciones lesión-fondo (LFR). El tamaño de vóxel de la matriz de reconstrucción fue  $0.5 \times 0.5 \times 0.5$  mm<sup>3</sup> y  $1 \times 1 \times 1$  mm<sup>3</sup>. Se estudió la detectabilidad de las lesiones en función del tiempo, LFR y tamaño de la lesión. **Resultados:** El sistema presentó muy buena detectabilidad para lesiones  $\geq 4$  mm y  $LFR \geq 10$  con una detectabilidad del 100% para un tiempo de adquisición  $> 3$  minutos por cama. Para  $LFR < 10$  y tiempo de adquisición de 5 minutos la detectabilidad fue del 75% para lesiones de tamaño  $\leq 5$  mm y 50% para lesiones  $\leq 2.5$  mm. Aumentando el tiempo por cama a 7 minutos la detectabilidad se recupera parcialmente para los LBR bajos. **Conclusiones:** El DbPET muestra alta detectabilidad para lesiones pequeñas en condiciones clínicas siendo del 100 % para lesiones de tamaño  $\geq 4$  mm, tiempos de adquisición por cama  $\geq 3$  minutos y  $LFR \geq 10$ . Este maniquí reproduce muy fácilmente las condiciones clínicas pudiendo ser utilizado para estudios ciegos que permitan caracterizar clínicamente los DbPET.

### **MNU-43 ESTUDIO DE LA RESOLUCIÓN ESPACIAL CON LA DISTANCIA EN GAMMACÁMARAS**

**RODRIGUEZ LOPEZ, B.; SINTES GARRIGA, M.; MARTINEZ VALDIVIA, J.; MARI PALACIOS, A.; FONT GELABERT, J.**

HOSPITAL SON ESPASES

Se pretende evaluar la resolución espacial con la distancia de las gammacámaras de nuestro hospital verificando la fórmula teórica que relaciona la resolución espacial con la distancia. Se comparará además la resolución entre distintas gammacámaras y distintos colimadores. El servicio de Medicina Nuclear de nuestro hospital cuenta con 3



gammacámaras en las que se realizan estudios diarios con administración de Tc99m. Se utiliza un maniquí lineal, que se rellena con Tc99m proporcionado por el servicio de Radiofarmacia del hospital. Este maniquí es escaneado a distintas alturas. De esas medidas se obtienen los distintos FWHM. Se observa que para las tres gammacámaras existe una dependencia lineal del FWHM con la distancia. Para todos los ajustes obtenidos el coeficiente de correlación es muy próximo a uno. Se compara la resolución espacial para los colimadores LEHR y MEGP de la Infinia, observándose que los LEHR ofrecen una más alta resolución, al tener unos diámetros de agujero más pequeños. Teniendo en cuenta la resolución intrínseca, se ajusta el  $[(FWHM)]^2$  frente a la distancia a un polinomio de segundo grado. Se obtienen un buen coeficiente de correlación para el ajuste, y los parámetros de la curva obtenidos se relacionan bastante bien con los teóricos, a excepción del término independiente.

## **MNU-44 ESTUDIO DE LA UNIFORMIDAD INTEGRAL EN GAMMACÁMARAS DE MEDICINA NUCLEAR USANDO EL ÍNDICE DE AUTOCORRELACIÓN**

**ONSÉS SEGARRA, A.**

*INSTITUT CATALÀ DE ONCOLOGIA · HOSPITAL DE BELLVITGE*

**I. INTRODUCCIÓN** El objetivo de este trabajo es caracterizar de manera exhaustiva la imagen obtenida al exponer el detector de una gammacámara a una fuente uniforme de radiación, para ello se ha ensayado un índice que permite predecir la presencia de artefactos, basándose no solamente en el número de cuentas por píxel, sino teniendo en cuenta la relación entre el número de cuentas y la posición de cada píxel. **II. MATERIAL Y MÉTODOS** Para analizar la correlación del valor de píxel y su ubicación en la imagen se ha utilizado el índice de autocorrelación de Morán. Para evaluar la capacidad del índice de autocorrelación de detectar y cuantificar diferentes tipos de artefacto, se han generado imágenes sintéticas simulando diferentes tipos de defecto:

- Punto frío / punto caliente.
- Artefacto de rampa.
- Artefacto reticular.

Por otra parte se ha calculado el índice de autocorrelación de Moran y la uniformidad integral de 9 pares de imágenes tomadas a partir de una fuente planar uniforme de Co-57 en una gammacámara Philips SKYLIGHT, uno de los cabezales de la cual presentaba un desajuste en la ventana de energía. **III. RESULTADOS** Tanto para las imágenes sintéticas en las que se ha introducido un artefacto como en las imágenes experimentales tomadas en la gammacámara Philips SKYLINE se calcula la uniformidad integral según la norma NEMA y el índice de autocorrelación de Moran. **IV. CONCLUSIONES** En el caso de artefactos introducidos en imágenes sintéticas el índice de autocorrelación ha resultado ser particularmente eficaz para detectar el artefacto de rampa y el de retícula, mostrándose poco o nada sensible a los artefactos de punto caliente y frío. Para la prueba realizada con imágenes experimentales, el índice de autocorrelación ha resultado ser significativamente mayor en el caso del cabezal que tenía un defecto de ajuste conocido.

## **MNU-45 EVALUACIÓN DE GAMMACÁMARAS A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA DQE**

**PERALES MOLINA, Á. (1); TERRÓN LEÓN, J.A. (1); PRIETO AZCÁRATE, E. (2)**

*(1) H. U. VIRGEN MACARENA; (2) CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA*

El objetivo de este estudio es evaluar y caracterizar las gammacámaras, a través de los resultados obtenidos de la medida de la eficiencia cuántica de detección (DQE). El estudio se llevó a cabo en dos gammacámaras, modelos Siemens Ecam y Siemens Symbia TruePoint. En cada uno de ellas se emplearon dos tipos de colimadores (LEHR, MELP) así como dos profundidades de medida distintas de PMMA (2.5 y 10 cm). Se observa en ambos equipos mejores resultados para LEHR, a 2.5 cm, a partir de una frecuencia dada, mientras que a 10 cm gobierna la configuración MELP en todo el rango de frecuencias. Se ha establecido, por tanto, un procedimiento para la caracterización y comparativa de este tipo de equipos.

## **PRA-01 EVOLUTION OF RADIOACTIVITY REMOVAL AT A BESÒS AQUIFER DRINKING WATER TREATMENT PLANT**

**MULAS, D. (1); CAMACHO, A. (1); SERRANO, I. (1); PRAT, X. (2); DEVESA, R. (2); BLÁZQUEZ, S. (1); DUCH, MARIA A. (1)**

*(1) INTE-UPC; (2) AGBAR*

Water treatment is an industrial process to potabilize raw waters for human consumption. Water can contain detectable radioactive elements, with more or less activity depending on its nature. R.D. 140/2003 have established parametrical values for radioactivity in drinking water. Gross Alpha activity is recommended to be lower than 0.1 Bq/L and Residual Beta activity (without considering 40K and 3H activities) lower than 1 Bq/L. The maximum allowed indicative dose is 0.1 mSv/y (without considering 40K, the 222Rn decay chain or 3H). Radioactivity removal evolution during the period 2001-2013 at a Drinking Water Treatment Plant (DWTP) is analyzed in this work. The plant treats groundwater from the Besòs Aquifer (BA). Water infiltration from the Besòs River is the main recharging source for BA. The plant has four treatment lines, one uses nanofiltration, while the other three use reverse osmosis. Inflow and treated waters were sampled to determine Gross Beta, Residual Beta and Gross Alpha activities. In addition, potassium concentration and conductivity were measured in inflow waters. Gross Beta results were between 0.30-0.48 Bq/L for inflow waters and 0.02-0.23 Bq/L in treated waters. Residual Beta values were substantially lower because 40K represents the main activity source; only 5 from 26 samples were above the Minimum Detectable Activity (MDA). Gross Alpha analysis provided activities above MDA only in 47% of the samples. The mean values of Gross Alpha results in inflow waters and treated waters were 0.05 and 0.01 Bq/L, respectively. The median removal efficiencies were 87% for beta emitters and 88% for alpha emitters. The analysis of the evolution of Gross

Beta results in the BA showed an activity decrease in the studied period due to potassium reduction. The reason is the improvement of the quality parameters of the Besòs River, this hypothesis was also confirmed by the evolution of the conductivity results in the same period.

### **PRA-05 INFLUENCIA DE LA PREPARACIÓN DE LOS PATRONES DE POTASIO EN LA ACTIVIDAD BETA RESTO EN AGUAS**

**LÓPEZ PÉREZ, M.; LORENZO SALAZAR, J. M.; DUARTE RODRÍGUEZ, X.; RODRÍGUEZ PERESTELO, N. I.; CATALÁN ACOSTA, A.; HERNÁNDEZ-ARMAS, J.**

LABORATORIO DE FÍSICA MÉDICA Y RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL, UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

El cálculo de la actividad beta resto en agua de consumo a partir de las medidas de la actividad beta total con contadores proporcionales requiere la preparación de una serie de planchetas con concentraciones conocidas de una sal potásica. Estas planchetas se utilizan para la obtención de la curva de eficiencia de recuento del K-40. Las concentraciones de la sal potásica depositadas en estas planchetas patrón deben cubrir un rango de espesores máxicos adecuados a las muestras que se vayan a analizar. Dado que estos patrones de potasio se miden con el mismo contador proporcional con el que se realizan las medidas de actividad beta total, los resultados de los valores de eficiencia de recuento de potasio están influenciados no sólo por las incertidumbres debidas a su preparación sino también por las incertidumbres de la medida. Por tanto, ambos aspectos deben ser tenidos en cuenta en el cálculo de las incertidumbres de la actividad beta resto.

### **PRA-06 INTERFAZ PARA EL CÁLCULO AUTOMÁTICO DE BLINDAJES Y TASA DE DOSIS EN BRAQUI-TERAPIA**

**MARTÍN RODRÍGUEZ, Z.; TABOADA TORRES, I.; GIMÉNEZ INSUA, M.; GUIU SOUTO, J.; SÁNCHEZ GARCÍA, M.; OTERO MARTINEZ, C.; LUNA VEGA, V.; POMBAR CAMEÁN, M.**

COMPLEJO CLÍNICO HOSPITALARIO DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Introducción: El adecuado cálculo de los blindajes en instalaciones radiativas es clave para proteger al personal sanitario y miembros del público. En este trabajo se ha llevado la automatización del cálculo o comprobación de blindajes en instalaciones radiativas de braquiterapia. Para ello, se ha desarrollado una interfaz gráfica que permite la selección de puntos de medida sobre el plano de la misma, así como el resto de parámetros requeridos para el cálculo, de una serie de menús disponibles. Ello da lugar, no sólo un ahorro en el tiempo de cómputo, pero además una reducción de posibles errores en una tarea que se realiza ocasionalmente, con la aceptación de nuevos equipos. Métodos: La interfaz se ha desarrollado utilizando la herramienta Guide de MATLAB. Permite la obtención directa del espesor de blindaje requerido, en función de la tasa de kerma de referencia en aire, la distancia al punto de medida, el límite de dosis, el factor de ocupación y el factor de uso. Para ello, se ha implementado la expresión analítica que ajusta valores de transmisión obtenidos por métodos Monte Carlo. Además, se ha introducido el cálculo de radiación dispersa en la puerta de la instalación como una adaptación de la metodología del NCRP 151 en braquiterapia. Resultados: Los resultados son coherentes con los obtenidos en un segundo cálculo manual aplicando las expresiones analíticas mencionadas anteriormente. Conclusiones: La interfaz desarrollada proporciona una herramienta gráfica, robusta y compacta para el cálculo y comprobación automática de blindajes en braquiterapia. Su automatización aumenta la velocidad de cómputo y reduce posibles fallos en una labor infrecuente para el radiofísico hospitalario. Asimismo, ofrece consenso de los conceptos aplicados y una fuente de información de los radioisótopos utilizados en braquiterapia.

### **PRA-09 MAPAS PREDICTIVOS DE EXPOSICIÓN AL RADÓN: EL CASO DE GALICIA**

**FERNÁNDEZ VILLAR, A.**

FACULTAD DE MEDICINA. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

La necesidad de realizar un mapa predictivo de exposición al radón a nivel nacional radica en el hecho de que la concentración de radón en las viviendas varía según sea su situación geográfica. Esto es debido a la existencia de diferentes factores que favorecen la aparición de radón en las casas, como son la geología en sobre la que se asienta la edificación, la permeabilidad del suelo, las características específicas de las rocas, la meteorología y topografía de la zona, la proximidad de fallas activas, o las propias características constructivas de la vivienda. La realización de un mapa predictivo de exposición al radón será la herramienta que permitirá identificar áreas geográficas en las que exista una mayor probabilidad de encontrar altas concentraciones de radón en viviendas, extrapolando los datos obtenidos en una región como Galicia en la cual existen altos niveles de radiación natural y altas concentraciones de radón en las viviendas. La información generada facilitará en su momento las posibles estrategias de protección y planificación tanto a nivel individual, estatal, autonómico o local.

### **PRA-10 MONITORING OF 7BE IN SURFACE AIR OF GRANADA AND THEIR VARIATIONS WITH SOLAR IRRADIANCE AND METEOROLOGICAL PARAMETERS**

**CHHAM, E. (1); PIÑERO-GARCÍA, F. (1); FERRO-GARCÍA, M<sup>o</sup> Á. (1); AZAHRA, M. (2); EL BARDOUNI, T. (2)**

(1) LABORATORIO DE RADIOQUÍMICA Y RADIOLOGÍA AMBIENTAL, UNIV. DE GRANADA; (2) PHYSICS DEPARTMENT, FACULTY OF SCIENCES, ABDELMALEK ESSAADI UNIVERSITY, TÉTOUAN, MOROCCO TÉTOUAN, MOROCCO

The solar irradiance that reaches the ground is affected by solar activities. The aim of this study is to focus on the variation of the <sup>7</sup>Be activity concentration caused mainly by the irradiance solar and meteorological parameters.

Measurements of  ${}^7\text{Be}$  have been weekly carried out during the study period (2011-2014), and 194 samples were collected. In this period, the  ${}^7\text{Be}$  concentrations range from 0.94 to 12.20 mBq•m<sup>-3</sup>, with the highest activity concentrations during the summer and the lowest during the winter. A Kolmogorov-Zurbenko filter was used to remove the possible fluctuation on collected data and the factors included in this study. Finally, the multiple regressions analyses for  ${}^7\text{Be}$  activity concentration shows that solar irradiance and Total Suspended Particles in the atmosphere explained about 82% of the variance in the  ${}^7\text{Be}$  experimental data found. However, this percentage and also the constituent factors varied with the seasonal analysis.

## **PRA-12 NUEVAS CAPACIDADES EN LA ESTACIÓN DE REFERENCIA PARA LAS MEDIDAS DE RADIACIÓN AMBIENTAL ESMERALDA DEL CIEMAT**

**MÁRQUEZ FERNÁNDEZ, J.L.; YAGUE RODRIGUEZ, L.; NAVARRO ORTEGA, N.; SAEZ VERGARA, J.C.**

CIEMAT

El centro de investigaciones energéticas, medioambientales y tecnológicas (CIEMAT) creó una estación de referencia para la medida de la radiación ambiental (ESMERALDA) como consecuencia de la participación del CIEMAT en varios proyectos y grupos de trabajo financiados por la unión europea sobre la medida de dosis y tasa de dosis ambientales externas. La selección de los equipos de medida de variables radiológicas y meteorológicas instalados en un entorno natural bien conocido y caracterizado como la estación ESMERALDA, permite asegurar la fiabilidad y la calidad de las medidas de la radiación ambiental. Actualmente el CIEMAT participa en el proyecto ENV 57: "Metrology for radiological early warning networks in Europe". Se trata de un proyecto interdisciplinar, que tiene como principales objetivos el desarrollo y mejora de la instrumentación y procedimientos de medida empleados en las estaciones radiológicas de alerta rápida, con el fin de lograr la armonización de los resultados de vigilancia radiológica. Los equipos instalados en la estación ESMERALDA miden tanto variables radiológicas (radón, descendientes de radón, tasa de dosis equivalente ambiental H\*(10) y concentración de actividad de radioisótopos en aerosoles) como variables meteorológicas (presión atmosférica, temperatura, irradiación solar, humedad relativa, precipitaciones, velocidad y dirección del viento). Los datos adquiridos por los equipos de medida de la estación ESMERALDA, son centralizados en una base de datos instalada en un ordenador de la instalación de reporte de las medidas, junto a las aplicaciones informáticas de control de la instrumentación utilizada. La adquisición de un gran conjunto de medidas de las variables radiológicas y meteorológicas permite realizar un profundo estudio de caracterización de la radiación ambiental.

## **PRA-15 OPTIMIZACIÓN DE UN EQUIPO LSC PORTATIL PARA MUESTREO IN SITU DE ${}^{222}\text{Rn}$ EN AGUA**

**CELAYA GONZALEZ, S.**

FACULTAD DE MEDICINA, UNIVERSIDAD DE MEDICINA

La aprobación recientemente de la Directiva 2013/Euratom introduce límites por primera vez al contenido de  ${}^{222}\text{Rn}$  en aguas de consumo lo que implica la realización de extensas campañas de análisis de aguas. La posibilidad de realizar los análisis a pie de campo con un equipo LSC portátil permita analizar un mayor número de muestras reduciendo tiempos y costes, frente a los equipos de laboratorio de espectrometría gamma de INa empleados en nuestro grupo de trabajo desde finales de los 80. El objetivo de este trabajo es la optimización del equipo portátil LSC (Triathler) para su utilización in situ en las campañas a pie de campo.

## **PRA-16 PERSONALIZACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES A LOS PACIENTES DE TERAPIA METABÓLICA (I-131)**

**DOMINGO FERNÁNDEZ, P.I.; GARRIDO BRETÓN, C.; CATALÁN ACOSTA, A.D.; CAÑAVERA GONZÁLEZ, M.D.; HERNÁNDEZ-ARMAS, J.**

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE CANARIAS

Se presentan las hipótesis y resultados de las estimaciones de dosis al personal que está en el entorno cercano del paciente tratado con el radioisótopo I-131, con idea de personalizar las recomendaciones, en materia de Protección Radiológica, que se da a dichos pacientes en el Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (CHUC), en función de su ambiente cotidiano y de la tasa de dosis en el momento del alta. El estudio está basado en la normativa europea [1], a partir del cual, los pacientes se dividen en tres grupos respecto los parámetros anteriormente mencionados. Con idea de simplificar el tiempo de cálculo, las tasas de dosis quedan registradas en tablas de cálculo automáticas, que además facilitan su accesibilidad. Así, en función del grupo en el cual ha sido clasificado el paciente, se obtendrá un determinado número de días sobre los que se informará al mismo para que actúe en consecuencia, maximizando, dentro de lo razonablemente posible, la protección radiológica, y minimizando el riesgo al que somete a las personas que le rodean.

## **PRA-20 REDUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE RADÓN EN AIRE EN UNA ESTACIÓN DE PRETRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (EPAR)**

**JUSTE VIDAL, B. (1); ORTIZ, J. (2); VERDÚ, G. (1); MARTORELL, S. (2)**

(1) ISIRYM; (2) LABORATORIO DE RADIACTIVIDAD AMBIENTAL. UPV

Radon-222 is a naturally occurring gas, with intense radiation capacity and a short half-life (3.8 days), created from the decay of Radium-226. Further decay generates alpha rays, which can do extensive damage to internal organs since the radioactive particles get trapped in the lungs, and as those particles break down, they release energy. The long-term health risk of breathing radon is lung cancer. One particular place where indoor radon concentrations

can exceed national guidelines is in WasteWater Treatment Plants (WWTPs) where treatment processes may contribute to ambient airborne concentrations. When the water containing radium is aerated or backwashed, elevated concentrations of radon are released. Therefore, WWTP operators may be at increased risk of  $^{222}\text{Rn}$  inhalation, resulting from water treatment processes when this gas moves from water to air. When radon enters an enclosure with little ventilation, the concentration can reach values that may represent a radiological risk. In Spain, the last regulation regarding the control of radon in workplaces was set in 2012, when the Spanish Consejo de Seguridad Nuclear published the IS-33 which establish the concentrations measurement of radon in workplaces that might lead to a significant increase in the exposure of workers. The criteria of the Spanish regulation for the annual mean radon concentration during workday sets 600 Bq/m<sup>3</sup> as the reference level without intervention. The aim of the paper is to give information about air radon concentration found in a Spanish WWTP after detecting high radium concentrations inside the water. According to first measures, air radon concentration exceeded CSN normative values. Therefore, the wastewater treatment plant improved mechanical forced ventilation to lower occupational exposure. This measure allowed to increase the administrative controls, since the limitation of workers access to the plant changed from 2 h/day to 7 h/day.

## **PRA-2 210-PO EN EL CUERPO HUMANO**

**DÍAZ-FRANCÉS, I.; MANJÓN COLLADO, G.; GARCÍA-TENORIO, R.**

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Con el fin de determinar unos niveles de referencia de  $^{210}\text{Po}$  en el cuerpo humano, para ser utilizados en la evaluación de una contaminación por polonio como consecuencia de un atentado terrorista, hemos analizado la influencia del tipo de alimentación en los niveles de  $^{210}\text{Po}$  en el cuerpo humano. Para ello se han seleccionado varias matrices biológicas en las que se ha llevado a cabo la determinación de su concentración del radionucleido. Estas matrices han sido orina, pelo y uñas humanos. El análisis de muestras de orina para la determinación de  $^{210}\text{Po}$  es algo que ha sido llevado a cabo en diversos estudios. Sin embargo, las otras matrices pelo y uñas han sido muy poco estudiadas en cuanto a la obtención de resultados de  $^{210}\text{Po}$ . Los resultados muestran que el tipo de alimentación influye decisivamente en los niveles de  $^{210}\text{Po}$  en las muestras de orina y cabello. Sin embargo los resultados en uñas no son concluyentes dado que la técnica no permite dar valores por encima de los límites de detección.

## **PRA-22 APLICACIÓN INFORMÁTICA SOBRE DOSIS A LOS PACIENTES PARA MÉDICOS PRESCRIPTORES DE PRUEBAS DE RADIODIAGNÓSTICO Y MEDICINA NUCLEAR**

**GARCIA GRANADOS ALAYON, J.; OJEDA LOPEZ, A.; GARCIA DEL ROSARIO, C.**

CHUMI

Se ha desarrollado un programa informático de ayuda en la justificación e intercomparación de las dosis impartidas en los distintos estudios de radiodiagnóstico y medicina nuclear, que permite la estimación al médico prescriptor de la idoneidad de la elección de una prueba complementaria, o de consultar al especialista en Radiodiagnóstico o Medicina Nuclear sobre la prueba más adecuada. IV. DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA MEJORAR LOS RESULTADOS La experiencia previa en la programación con hojas de cálculo y lenguaje VBA, permitió aunar la información de las dosis recibidas por los pacientes, empleando las técnicas radiológicas y de medicina nuclear, mas los conocimientos y experiencias adquiridas en el la aplicación de las medidas de dosis a los pacientes, teniendo en cuenta la frecuencia y cargas de trabajo en cada instalación. Pero con la finalidad de evitar suspicacias en cuanto a los valores introducidos se eligió emplear los valores de dosis publicados en publicaciones internacionales, y que tras una implantación y divulgación permitirán intercomparación con los valores propios de las instalaciones hospitalarias. Así pues, se desarrollo el programa empleando dos líneas de información: CODIFICACION DE LAS GUÍAS DE INDICACIONES. La amplia información disponible en la guía de PR 118, que permite llegar a la indicación del problema clínico filtrando por área del problema, y por tipo de problema clínico planteado. Esta información está codificada pero que resulta difícil de manejar manualmente, debiendo consultar adelante y atrás en el documento escrito, pero que es fácilmente resuelto por el sistema informático. CONCLUSION Se ha realizado un programa que ayuda a la justificación, planificación e intercomparación de técnicas mediante la programación de los tipos de estudio como de las dosis impartidas, y de sus referencias, lo que permite la valoración por el médico prescriptor de la idoneidad de la elección de una prueba complementaria.

## **PRA-25 CONCENTRACIÓN DE RADÓN EFECTIVA RECIBIDA POR LOS TRABAJADORES DE UNA CUEVA TURÍSTICA, "LA GRUTA DE SANT JOSEP".**

**DELGADO BELMAR, V.; FERRERO CALABUIG, J.L.; DÍAZ MEDINA, J.; CÁMARA GARCÍA, T.; ROLDÁN GARCÍA, C.**

UNIVERSIDAD DE VALENCIA

El Radón es un gas noble y una de las fuentes de radiactividad natural más importantes a las que está sometida la población en general. Desde el punto de vista de salud laboral, a partir de enero de 2012, determinadas actividades laborales, como las que se llevan a cabo en cuevas y lugares de trabajo subterráneos, están reguladas por el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, debido al riesgo de exposición al radón y a sus descendientes de vida corta. En este trabajo se evalúa la influencia de los factores de equilibrio y el nivel de ocupación laboral en la determinación de las concentraciones efectivas de gas radón a las que están profesionalmente expuestos los trabajadores de "Las Grutas de Sant Josep", situadas en el término municipal de La Vall d'Uixó, provincia de Castellón. Las medidas de concentración de gas Radón se han llevado a cabo durante los años 2013 y 2014, encontrándose los mismos perfiles estacionales de concentración en un rango que se extiende

desde los 300 Bq·m<sup>-3</sup> en épocas invernales hasta los 12500 Bq·m<sup>-3</sup> en los meses de verano, superando durante largos periodos de tiempo el nivel de referencia de 600 Bq·m<sup>-3</sup> marcado por la Instrucción IS33 del Consejo de Seguridad Nuclear, a partir del cual deben emprenderse acciones de remedio.

## **PRA-28 DETERMINACIÓN DIRECTA DE ISOTOPOS DE TORIO (230TH Y 232TH) EN MUESTRAS DE ORINA MEDIANTE ESPECTROMETRÍA DE MASAS.**

**BARRADO OLMEDO, A.I.; CONDE VILDA, E.; FERNANDEZ DIAZ, M.; YLLERA DE LLANO, A.**

CIEMAT

El Torio está considerado como uno de los elementos más radiotóxicos debido a que, como consecuencia de su desintegración, se generan productos emisores de radiación  $\alpha$ ,  $\beta$ , y/o  $\gamma$ . Tradicionalmente para determinar el Th excretado en muestras de orina humana en los laboratorios de Bioeliminación, se utilizan procesos de separación radioquímica, electrodeposición y análisis por espectrometría alfa. Este método requiere un proceso de preparación de muestras y una etapa de análisis que suele durar varios días. Las técnicas de espectrometría de masas han supuesto un gran avance en la determinación de Th y otros actínidos de vida larga, demostrando ser la mejor opción en situaciones de emergencia, debido a su elevada sensibilidad, a su amplio rango dinámico y a la reducción del tiempo de análisis. El objetivo de este trabajo es la descripción de la metodología analítica empleada para la determinación de isótopos de Torio de manera directa mediante ICP-SFMS (Inductively Coupled Plasma-Sector Field Mass Spectrometry) en muestras de orina, con el fin de evaluar a partir de los datos obtenidos, la dosis debida a contaminación interna de los trabajadores expuestos.

## **PRA-29 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BLINDAJE PERSONALIZADO PARA LA REDUCCIÓN DE LA DOSIS FETAL EN UN TRATAMIENTO DE RADIOTERAPIA**

**LINARES DOBLADO, R.; PERUCHA ORTEGA, M.; MARTÍN NAVARRO, C.D.; MATEO RODRÍGUEZ, B.**

SERVICIO DE RADIOFÍSICA. HOSPITAL INFANTA LUISA

Cuando se aborda el tratamiento con radioterapia en pacientes embarazadas, un reto añadido a la estimación de la dosis fetal es el diseño y construcción de un blindaje que proteja al feto durante el tratamiento y reduzca lo máximo posible el riesgo de complicaciones. Incluso en el caso de obtener, sin utilizar blindaje, una dosis fetal por debajo de los niveles de riesgo (50-100 mSv), el protocolo en nuestro servicio contempla el diseño y la construcción de un blindaje personalizado según la paciente y el tratamiento que se planea. El presente trabajo presenta el dispositivo diseñado y construido para el tratamiento con radioterapia de una paciente diagnosticada de linfoma en el 5<sup>o</sup> mes de gestación.

## **PRA-39 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN RADIATIVA SUPERFICIAL EN UN SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR. ANÁLISIS DE UN PERIODO DE CINCO AÑOS.**

**ORELLANA SALAS, A.; MELGAR PÉREZ, J. M.; JIMÉNEZ DOMÍNGUEZ, M.; ARROCHA ACEVEDO, F.; MUÑOZ CAÑETE, I.; VILLAR ÁLVAREZ, I.; GARCÍA SÁNCHEZ, M. J.**

H. PUNTA DE EUROPA

Se han evaluado los niveles de contaminación radiactiva superficial a partir del análisis de las medidas de contaminación radiactiva realizadas con periodicidad diaria/semanal en las zonas donde a priori existe mayor probabilidad de contaminación radiactiva en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Punta de Europa de Algeciras. La contaminación radiactiva en un Servicio de Medicina Nuclear es un riesgo radiológico implícito a la manipulación de fuentes no encapsuladas. Su incidencia puede incrementarse por diferentes factores, entre ellos, por la carencia de equipos de medida adecuados, falta de formación, celeridad por finalizar las técnicas, causas debidas al propio paciente, etc. La monitorización periódica de los niveles de contaminación radiactiva superficial permite verificar que los niveles de contaminación e irradiación personal para los trabajadores expuestos y los miembros del público se mantienen dentro de los límites establecidos así como para evaluar la idoneidad de los procedimientos de trabajo implantados. Las medidas se realizaron diariamente al final de la jornada laboral, salvo para el caso de Radiofarmacia, que se hicieron semanalmente. Se dispone de 1100 medidas para las áreas Cámara Caliente, Gammacámara y Baño de pacientes inyectados y de 160 medidas para el área Radiofarmacia, obtenidas en un período de cinco años. El análisis de los datos muestra que la zona con el mayor número de contaminaciones detectadas corresponde al baño de pacientes inyectados, seguida aunque en un número significativamente inferior por la cabina de manipulación del radioisótopo, silla de exploración/administración y zona de manipulación del radiofármaco. La monitorización y vigilancia de la contaminación radiactiva superficial nos permite determinar que el seguimiento de los procedimientos de trabajo parece adecuado a la práctica clínica, obteniéndose que la superación de los límites derivados en las áreas de trabajo es poco probable y la asignación del personal de limpieza de esas áreas como trabajadores profesionalmente expuestos de categoría B.

## **PRA-40 EVALUACIÓN DE LA DOSIS EFECTIVA AL PÚBLICO EN BILBAO**

**ROZAS GUINEA, S.; IDOETA HERNANDORENA, R.; HERRANZ SOLER, M.; LEGARDA IBÁÑEZ, F.**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE BILBAO

La exposición del público debida a los radionucleidos presentes en el aire, el agua de bebida, los alimentos y el suelo es constante e inevitable. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar la dosis efectiva al público en Bilbao debido a dicha exposición. Para poder evaluar la dosis, se ha determinado in situ la concentración de actividad de radón en el aire, medido la actividad de determinados radionucleidos en muestras de aerosoles, agua

potable, alimentos y suelo tomadas durante los últimos 15 años y utilizado un método analítico propio a través del cual es posible determinar la concentración de actividad de los descendientes de vida corta del radón en el aire cuando son inhalados. Después, se ha calculado la dosis considerando las vías de exposición interna (inhalación de aerosoles, radón y torón e ingestión de agua potable y alimentos) y externa (exposición al suelo) y el escenario más desfavorable: factor de ocupación de un año y valores de coeficientes de dosis efectiva comprometida de inhalación para cada radionucleido más altos de entre los publicados para los tipos de absorción pulmonar rápida, moderada y lenta. Así, la dosis efectiva al público ha resultado ser de 1 mSv/a, aproximadamente. De esta dosis el 74% es dosis interna, debidaprincipalmente a la inhalación de radón e ingestión de alimentos. La mayor contribución a la dosis efectiva corresponde a los radionucleidos naturales, concretamente al K-40. Sin embargo, la dosis de inhalación es principalmente debida al Pb-214, lo cual pone de manifiesto la importancia de determinar las concentraciones de actividad de los descendientes de vida corta del radón en el aire en el momento que son inhalados.

#### **PRA-41 PRESENTACIÓN DE LA ACCIÓN CONCERTADA EUROPEA COST: "NORM4BUILDING"**

**SCHROEYERS, W.\* (1); PUERTAS, F. (2); ALONSO, M.M. (2); TORRES-CARRASCO, M. (2); RIVILLA, P. (2); GASCÓ, C. (3); TRINIDAD, J.A. (3); SUÁREZ, J.A. (3); NAVARRO, N. (3); YAGÜE, L. (3); MORA, J.C. (3); ORELLANA, J.G. (4); MASQUÉ, P. (4); HIERRO, A. (4); BOLÍVAR, J.P. (5); GÁZQUEZ, M. (5); QUINTANA, B. (6)**

\* COORDINADOR: 98 PARTICIPANTES, 7 OBSERVADORES. NO SE INCLUYEN TODOS LOS CIENTÍFICOS PARTICIPANTES POR MOTIVOS DE ESPACIO. (1) UNIVERSIDAD DE HASSELT; (2) CISC- INSTITUTO EDUARDO TORROJA; (3) CIEMAT; (4) U. AUTÓNOMA DE BARCELONA; (5) U. HUELVA; (6) U. SALAMANCA

Sinopsis: En Junio de 2013 se manifestó la necesidad en la Unión Europea de iniciar el debate sobre las diversas opciones prácticas para el desarrollo de materiales de construcción que llevarsen incorporados residuos NORM. Este interés se canalizó a través de una acción concertada europea denominada "NORM4 building" con el objeto de fomentar y financiar un foro común de discusión entre las diversas industrias, organismos reguladores, legisladores, especialistas en construcción, laboratorios de medida, organizaciones metrologías y todas aquellas instituciones que pudieran estar implicadas en este campo multidisciplinar.

Los objetivos de esta acción COST son:

- Desarrollar una base de datos con las mejores prácticas para reutilizar los residuos NORM en los materiales de construcción
- Evaluar y desarrollar procedimientos de medida prácticos, preferiblemente de medida "in situ" para verificar el impacto radiológico de los materiales de construcción creados conteniendo productos NORM. Apoyar los esfuerzos de estandarización de los procedimientos de medida.
- Desarrollar modelos de evaluación de impacto radiológico realista para la reutilización de residuos NORM en materiales de construcción.
- Evaluar la concordancia y aplicabilidad de las legislaciones de radio-protección actuales con el uso de residuos NORM en materiales de construcción y el impacto relativo de la exposición a la radiación gamma y a la calidad de aire en el interior de edificios
- Diseminar este conocimiento a la industria de la construcción y la de reprocesado de NORM, consumidores, gobiernos, así como a las agencias internacionales OMS y OIEA.
- Desarrollar una guía práctica para que la industria dirija preguntas y comentarios con respecto a EU-BSS unida al procesado de NORM en materiales de construcción.

#### **RDB-03 EVALUACIÓN NUTRICIONAL EN TRABAJADORES EXPUESTOS A RADIACIONES IONIZANTES**

**MURESAN, B. (1); GÓMEZ-CABRERO, L. (1); SEBASTIÀ, N. (2); MONTORO, A. (1); SOLER, C. (3); BLESÀ, J. (3); ALONSO, O. (1); VILLAESCUSA, J.I. (1); RODRIGUEZ, R. (4); SORIANO, J.M. (3)**

(1) SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL U. P. LA FE, VALENCIA; (2) SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, IISLAFE, VALENCIA; (3) DEPARTAMENTO DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA. UNIVERSIDAD DE VALENCIA, AV. VICENT ANDRÉS ESTELLÉS S/N. 46100. BURJASSOT; (4) BIOMEDICINA MOLECULAR, CELULAR Y GENÓMICA, IISLAFE, VALENCIA.

La radiación ionizante es capaz de inducir alteraciones cromosómicas cuando interacciona con las estructuras biológicas bien por interacción directa (efecto directo), o mediante la generación de radicales libres que a su vez pueden dañar el resto de estructuras biológicas (efecto indirecto). El aumento del estrés oxidativo en los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes juega un papel clave en el desarrollo de determinadas enfermedades. El objetivo de este estudio ha sido evaluar la CAT (capacidad antioxidante total) de la dieta de los trabajadores expuestos a través del Registro Dietético de 24 Horas con la finalidad de mejorar su calidad de vida y fomentar su salud a través de la dieta. Queda patente la necesidad de marcar pautas nutricionales específicas y otras estrategias con el fin de vigilar y mejorar la salud de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.

#### **RDB-05 MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE GAMMA-H2AX Y SU UTILIDAD EN LA DETECCIÓN DE DAÑOS EN EL DNA EN LÍNEAS CELULARES CON DIFERENTE RADIOSENSIBILIDAD**

**BORRÀS, M.; ARMENGOL, G.; BARRIOS, L.**

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

Los estudios de detección y cuantificación de la histona gamma-H2AX utilizan diferentes metodologías con el objetivo de establecer esta técnica como un ensayo de referencia, ya sea como biomarcador de radiosensibilidad en el tratamiento contra el cáncer, o bien como una herramienta para estimar la dosis de radiaciones ionizantes recibida inmediatamente después de la exposición. Las metodologías más utilizadas son el recuento de foci de gamma-H2AX con microscopía y la cuantificación de la intensidad de la inmunofluorescencia con citometría de

flujo. Para obtener recuentos más rápidos y menos subjetivos se está intentando utilizar sistemas automáticos para el análisis microscópico. En este trabajo se cuantificó el número de foci de gamma-H2AX y la intensidad de inmunofluorescencia en dos líneas celulares de diferente radiosensibilidad irradiadas a la dosis de 1 Gy. La cuantificación se realizó mediante microscopía epifluorescente, microscopía confocal de barrido láser, análisis microscópico automático y citometría de flujo. Los resultados obtenidos muestran que con las diferentes metodologías se obtienen resultados parecidos aunque con sensibilidades diferentes. En relación a las líneas celulares, la línea celular radio-sensible siempre mostró niveles superiores de gamma-H2AX que la línea normal.

#### **RDB-07 NUEVO MODELO DE DOSIMETRÍA BIOLÓGICA PARA INTEGRAR BAJAS Y ALTAS DOSIS**

**PUJOL CANADELL, M.; BARQUINERO ESTRUCH, J.F.; PUIG CASADO, P.; PUIG CASANOVAS, R.; CABALLÍN FERNÁNDEZ, M.R.; BARRIOS SANROMÀ, L.**

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

La dosimetría biológica se define como la determinación de la dosis de una exposición a radiación ionizante mediante un parámetro biológico, siendo ésta, una herramienta de mucha utilidad para determinar la dosis de exposición en accidentes. Actualmente, el recuento de cromosomas dicéntricos es considerado como el método más eficaz. Para irradiaciones de baja LET y para dosis de hasta 5 Gy, la frecuencia de dicéntricos se ajusta bien a una curva lineal-cuadrática en la que se asume una distribución de Poisson. Pero para dosis superiores a los 5 Gy, la mayoría de células muestran problemas para llegar a metafase, dificultando así su análisis. En el presente estudio se ha conseguido analizar metafases hasta después de 25 Gy de radiación mediante el tratamiento de los cultivos de linfocitos con cafeína y la estandarización del tiempo de cultivo. Además, se ha elaborado un nuevo modelo para dosimetría biológica que incluye una curva dosis-efecto ajustada a una función tipo Gompertz, que considera la baja-dispersión observada en la distribución de dicéntricos. Esta curva dosis-efecto ha sido testada mediante simulaciones de exposiciones totales y parciales, obteniendo mejores resultados que con los modelos lineal y lineal-cuadrático.

#### **REG-03 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD BASADO EN LA NORMA ISO-9001 EN LA UNIDAD TÉCNICA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA**

**NAVARRO-SABATÉ, À.; SÁNCHEZ GARCÍA, C.; BENITO GONZÁLEZ, C.; JIMÉNEZ GUERRERO, A.; RAFECAS JORBA, I.**

UNIVERSITAT BARCELONA UTPR

En el presente trabajo describimos nuestra experiencia en la implantación progresiva de un sistema de gestión de la calidad en la Unidad Técnica de Protección Radiológica de la Universidad de Barcelona (UTPR-UB). Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que la implantación de un sistema de calidad según la norma UNE-EN-ISO9001 garantiza que todos los procedimientos definidos en la práctica diaria de la UTPR-UB se llevan a cabo de forma más controlada y ante todo más sistemática. Además se ha establecido un sistema activo y de ágil reacción ante la posibilidad de un eventual incumplimiento de los objetivos acordados, dentro de un clima abierto de cooperación entre todos los profesionales involucrados.

#### **REG-04 OPTIMIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN INSTALACIÓN RADIATIVA DE INVESTIGACIÓN BIOLÓGICA**

**SANCHEZ SANCHEZ, A.; CAPARROS DE LA JARA, G.; VALLADARES BARTOLOME, M.C.**

CENTRO DE BIOLOGIA MOLECULAR SEVERO OCHOA

Con el fin de optimizar el programa de protección radiológica y el funcionamiento de la instalación radiactiva de un centro de investigación básica de investigación en biología molecular, se ha llevado a cabo un análisis de los parámetros más representativos en la gestión de la instalación radiactiva. Las instalaciones radiactivas de centros de investigación biológica presentan unas características específicas, debido principalmente a los radiosótopos y actividades utilizados, al número y diseño de las zonas autorizadas de la instalación radiactiva, al número de personal expuesto que manipula estos compuestos y a la gestión de los residuos generados. Durante el tiempo que lleva en funcionamiento la instalación radiactiva, se han producido cambios significativos en la gestión de la misma, debida principalmente a cambios en la legislación, relativos principalmente al control de la instalación radiactiva, a la protección sanitaria de los trabajadores y a la legislación y/o normativa e instrucciones sobre residuos y al diseño específico de zonas autorizadas para la manipulación del material radiactivo. Se presentan los resultados del análisis realizados de los parámetros indicados haciendo una comparativa del funcionamiento de la instalación radiactiva con respecto a la aplicación de la legislación, a la evolución de las técnicas de marcaje con radionucleídos y al diseño de las zonas autorizadas específicas que ha tenido como resultado la optimización en el control de la instalación radiactiva y en el seguimiento de las normas de protección radiológica.

#### **REG-05 PROCEDIMIENTO DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN ENTRE UN SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y LOS SERVICIOS PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y SALUD LABORAL, CSIC-UAM.**

**MACÍAS DOMÍNGUEZ, M.T. (1); PINA, R. (2)**

(1) INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS; (2) FACULTAD DE MEDICINA UAM

La evaluación inicial de los riesgos inherentes al trabajo y su actualización periódica a medida que se alteren las circunstancias del mismo es uno de los elementos básicos de la Ley de Prevención de riesgos laborales. Para evaluar y mantener las condiciones de los trabajadores expuestos a radiaciones que permitan reducir los riesgos radiológi-

cos y preservar sus condiciones de salud, es preciso llevar a cabo una adecuada comunicación entre los Servicios de Protección Radiológica y los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales y Salud Laboral. Se presenta un procedimiento de trabajo que describe el mecanismo de transmisión de información entre los servicios implicados relativo a las materias indicadas.

### **RNI-01 ANÁLISIS TEMPORAL DE LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA EN MUESTRAS DE PHYLANTHUS NIRURI (CHANCAPIEDRA) EMPLEANDO LA TÉCNICA DE SPECKLE DINÁMICO**

**GONZÁLEZ-PEÑA, R.J. (1); BRAGA JR., R.A. (2); CIBRIÁN, R.M. (1); SALVADOR PALMER, R. (1); PRIEGO QUESADA, J.I. (1); JIMÉNEZ PÉREZ, I. (1); ROMERO HERNÁNDEZ, C. (1); DALMASES MONCAYO, F. (1)**

(1) UNIDAD DE BIOFÍSICA Y FÍSICA MÉDICA, DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGIA, UNIVERSIDAD DE VALENCIA; (2) UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA), DEP. ENGENHARIA (DEG), LAVRAS, BRAZIL

En este trabajo se presenta un estudio preliminar de la actividad biológica en una muestra de planta del tipo *Phyllanthus niruri*, durante tres horas de observación. Empleando una radiación láser de He-Ne para iluminar algunas hojas de la planta, y una cámara CCD, se monitoreó los cambios biológicos que se originaban, analizando los patrones de speckle dinámicos obtenidos al capturar un determinado número de imágenes. Mediante un procesamiento de diferencias generalizadas de las imágenes, se calculó los valores de los correspondientes descriptores estadísticos de segundo orden. Los resultados obtenidos muestran cambios en la actividad de esta planta a lo largo del día, motivado por los procesos de metabolismos que en ella ocurren. La técnica de speckle dinámico es de interés para su aplicación a otros campos biológicos, como puede ser el estudio de la actividad de especies vegetales de utilidad en farmacología.

### **RNI-05 ESTABLECIMIENTO DEL ESTADO DE REFERENCIA INICIAL DE UN EQUIPO DE HIPERTERMIA POR RADIOFRECUENCIA**

**NAVARRO GUIRADO, F. (1); GARCÍA PAREJA, S. (1); MORENO ANAYA, E. (1); PACHECO AHUMADA, F. (2); BODINEAU GIL, C. (1); GALÁN MONTENEGRO, P. (1)**

(1) HRU MÁLAGA; (2) UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

En este documento se evalúan pruebas de control de calidad diarias para el sistema de colimación multiláminas en aceleradores lineales de uso clínico. Para un paradigma de trabajo en los tratamientos de hipertermia basado en tablas se establece como ERI la evolución temporal de la temperatura y el perfil en profundidad de incremento de temperatura tras una hora de tratamiento. El valor del ERI que se utilizará como parámetro para medir la evolución temporal de la temperatura será el coeficiente del monomio de primer orden del polinomio de ajuste de la evolución temporal de la temperatura, normalizado al valor de la potencia de tratamiento. Como valores para el ERI del equipo en lo relativo a la distribución geométrica del incremento de temperatura se utilizan los valores de H, S, Z max1 y Z max2.

### **STE-02 BENEFICIOS DEL USO DE PROTECTORES PARA DISMINUIR LA DOSIS A PACIENTES**

**MUÑOZ ESPEJO, M.; HUNGRÍA ESTÉVEZ, M. J.; MANZANO MARTÍNEZ, F. J.; LUCENA CAMES, A. I.**

HOSPITAL VITHAS XANIT INTERNACIONAL

El servicio de protección radiológica y física médica de nuestro hospital ha realizado mediciones para estudiar como repercute la disminución de la dosis que reciben los pacientes en radiología convencional mediante el uso de protectores. Centrándonos en los protectores de tiroides y cristalino. Una vez realizadas las mediciones, se ha comprobado que el uso de dichos protectores supone una atenuación de dosis de entre un 70-80% y 40-60% respectivamente. Siendo nuestro objetivo conseguir el mayor beneficioposible para el paciente disminuyendo al máximo la dosis en órganos de riesgo irrelevantes para esa prueba diagnóstica. El fin de todos nuestros estudio es el cumplimiento de los principios del sistema de protección radiológica propuestos por la comisión internacional de protección radiológica (ICRP).

### **STE-04 COLOCACIÓN DE ARPONES REPOSICIONABLES EN LESIONES NO PALPABLES EN MAMA MONITORIZADO EN MESA ESTEREOTÁXICA DIGITAL PRONA**

**SUÁREZ HERNÁNDEZ, MARÍA J. (1); FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, J.M. (2); SUÁREZ HERNÁNDEZ, I. (2); CALLE PARRA, M.L. (1); NIEVA ORRANTIA, A. (1); BILBAO ZULAIKA, E. (1); ROYO CARRERA, B. (1); FERNÁNDEZ TERRADOS, R. (1); MORENO MARTÍNEZ, E. (1)**

(1) HOSPITAL GALDAKAO-USANSOLO; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO CRUCES

**OBJETIVOS** Gracias a los programas de cribado de cáncer de mama es cada vez más frecuente la detección de lesiones mamarias no palpables que en algunos casos se corresponden con procesos neoplásicos, siendo la cirugía conservadora un tratamiento quirúrgicocomúnmente empleado con excelentes resultados, precisando, eso sí, la colaboración del Servicio de Radiodiagnóstico para su localización prequirúrgica. Describir nuestra experiencia a lo largo de siete años en el marcaje prequirúrgico de lesiones mamarias no palpables con monitorización estereotáxica en mesa digital prona. **MATERIAL Y METODOS** El procedimiento se ha llevado a cabo en M.E.D. con la paciente en decúbito prono. Una vez localizada la lesión, se han realizado las imágenes estereotáxicas que han permitido los cálculos trigonométricos facilitados por el equipo. En las lesiones se han colocado uno o varios arpones metálicos reposicionables de 90mm de longitud y 20G. En todos los marcajes se ha elegido la vía de abordaje cutánea más próxima a la lesión y se han realizado mamografías postmarcaje para control. **RESULTADOS** Entre abril de 2008 y abril de 2014 hemos realizado 157 marcajes a 118 pacientes con lesiones mamográficas no palpables en M.E.D. Algunos procedimientos fueron dobles por presentar la paciente múltiples lesiones o bien lesiones extensas cuyos márgenes había que delimitar, consiguiendo una excelente correlación radio-patológica mediante la localización



precisa conseguida que ha permitido la extirpación completa de las lesiones, resultando un método fiable y preciso. La lesión mamográfica que más frecuentemente hemos marcado han sido las microcalcificaciones. Todos los procedimientos fueron rápidos y bien tolerados por las pacientes, no habiendo observado complicaciones destacables y consiguiendo que los mamógrafos queden liberados de técnicas intervencionistas. **CONCLUSIONES** La M.E.D. supone un gran avance en el campo del intervencionismo mamario para el manejo de lesiones mamarias no palpables, ya que permite realizar un amplio espectro de técnicas, entre otras el marcaje quirúrgico.

### **STE-07 COMPARACION DE UNA DOSIMETRIA MEDIANTE CALCULO DIRECTO (COMPLEJIDAD 1), FRENTE A UNA DOSIMETRIA 3D CONFORMADA (COMPLEJIDAD 4/5) EN PACIENTES PALIATIVOS CON METASTASIS VERTEBRALES**

**MARTIN FONTELLES, M.J.; ORTIZ LLAGARIA, A.; BRIA ORTEGA, E.; RABADAN MELLADO, N.; CARRION SOLER, M.; BELTRAN BONET, M.A.; DURA GALIANA, A.; SANCHEZ MARTOS, C.**

HOSPITAL CLINIC VALENCIA

COMPARACION DE UNA DOSIMETRIA MEDIANTE CALCULO DIRECTO (COMPLEJIDAD 1), FRENTE A UNA DOSIMETRIA 3D CONFORMADA (COMPLEJIDAD 4/5) EN PACIENTES PALIATIVOS CON METASTASIS VERTEBRALES  
**OBJETIVO** Reducir el tiempo de espera en los tratamientos de radioterapia de estos pacientes paliativos, utilizando la técnica dosimétrica del cálculo directo y comprobando escasas diferencias en la dosificación al cotejarlas con cálculos complejos. **MATERIAL Y MÉTODO** Personal del Servicio de Oncología Radioterápica y Radiofísica. TAC Helecoidal Aquilion LB. (Toshiba) de Simulación. Acelerador Lineal Multienergético PRECISE con sistema de imagen IVEW GT (Elekta). Planificador PCRT V6 de (Técnicas Radiofísicas). En el servicio de radioterapia del Hospital Clínico, se atendieron en el último mes de diciembre, 5 pacientes paliativos con metástasis en raquis. De ellos 2 fueron tratados mediante cálculo directo y los otros 3 mediante técnica de campos conformados 3D. A continuación se planificaron los tratamientos de estos 5 pacientes con ambas técnicas mencionadas, para evaluar las posibles diferencias de dosis encontradas en cada una de ellas. Todos los tratamientos fueron recalculados por el Servicio de Radiofísica, sometiendo a los 5 casos a una comparación empleando los dos tipos de cálculo dosimétrico. **RESULTADO** No apreciamos diferencias dosimétricas significativas "expresadas en UM" que evidencien que la planificación conformada 3D sea mejor que la de los tiempos directos en los pacientes paliativos incluidos en este estudio. **TIEMPOS DIRECTOS UM CONFORMADO 3D DIFERENCIA% CASO 1 361 348 3% CASO 2 605 658 7% CASO 3 418 332 20% CASO 4 396 379 4% CASO 5 378 320 15%** **CONCLUSIONES** Comparando las UM administradas indistintamente en un cálculo frente al otro, no se encuentran diferencias porcentuales significativas.

### **STE-09 COMPARACION DOSIMETRICA EN ÓRGANOS DE RIESGO EN IRRADIACIÓN DE MAMAS PÉNDULAS: BRASIÈRE VS NO BRASIÈRE**

**MOHADR ABDEL-MAGID, Y.; ESCUDERO LOPEZ, E.; LLORET PUERTO, A.; CASTRO CUEVAS, C.; SAEZ, J.; CAMACHO LOPEZ, C.; FARRUS LUCAYA, B.; LLORENTE ENCISO, R.; CASTILLA BANCAYAN, L.**

HOSPITAL CLINICO BARCELONA

La colocación de brasière/copa durante el tratamiento puede compensar la anatomía de la mama péndula lateral – base amplia (MPL-BA) y reducir el riesgo de toxicidad en los órganos de riesgo. Se analizaron 18 pacientes con MPL-BA. Se realizó una doble scanner consecutivo con y sin copa. Se delimitó el PTV y los órganos de riesgo sobre el scanner sin copa y mediante la herramienta Smartadapt de la Red ARIA® se realizó una fusión deformable de los volúmenes sobre el scanner con copa. Tras la planificación de ambas dosimetrías, se procedió a la comparación del porcentaje del volumen pulmonar que recibe 20Gy, el volumen cardíaco que recibe 10 Gy del corazón, dosis media del pulmón y del corazón. El uso de copa en pacientes con MPL-BA mejoró los aspectos dosimétricos valorados sin suponer un coste adicional respecto a la técnica convencional.

### **STE-11 CONTROL DE CALIDAD DE LOS COLIMADORES MULTILÁMINAS EN LOS ACELERADORES VARIAN DEL HOSPITAL LA FE.**

**CASASUS TORREMOCHA, M.C.; BROSETA TORMOS, M.; MORALES LEON, F.J.; SOTORRES GOMIS, C.; ZAZO GARCIA, L.**

H. LA FE

**Resumen** En este trabajo se presenta la experiencia en los controles de calidad del sistema de multiláminas en los aceleradores Clinac iX y TrueBeam TXS en el Hospital La Fe. Este procedimiento optimizado se ha convertido en un método rápido y sencillo tanto en su control como en su análisis. Estas verificaciones semanales o mensuales realizan los técnicos de radiofísica estableciéndolos como controles rutinarios bien en los controles de calidad semanales, como su incorporación a los controles mensuales del control de calidad de los aceleradores. El uso de los nuevos sistemas de imagen, como el EPID ha facilitado la adquisición del plano de dosis y su análisis sin necesidad del uso de las películas radiográficas.

### **STE-15 CONTROL DE CALIDAD ESPECÍFICO EN RADIOCIRUGÍA Y RT ESTEREOTÁXICA: TEST DE WINSTON - LUTZ**

**GONZALEZ ALMANSA, Y.; DELGADO PERALES, L.; MORENO SAIZ, C.; SANCHEZ HIDALGO, M.**

HOSPITAL REGIONAL UNIVERSITARIO

**OBJETIVO** Se presenta el procedimiento que usamos en nuestro hospital desde el 2010, para la realización del test de Winston – Lutz. La prueba de Winston – Lutz es un test de calidad que sirve como método para medir la coincidencia

entre el isocentro mecánico del conjunto acelerador lineal Varian Clinac DBX – marco estereotáxico de BrainLab y el isocentro de radiación. A partir del resultado del test podemos verificar que las coordenadas estereotáxicas del isocentro del tumor cumplen con las tolerancias establecidas. MATERIAL Y MÉTODOS La prueba se realiza en un acelerador lineal Varian Clinac DBX al que acoplamos un micromultiláminas BranLAB m3. Colocamos en la mesa del acelerador el adaptador del marco estereotáxico al que fijamos el puntero del test deWinston – Lutz. Este puntero contiene un marcador esférico de tungsteno de 5 mm que actúa como marca e indicador del isocentro de radiación. Con ayuda de los láseres lo alineamos y ajustamos el portaplacas al micromultiláminas. Una vez hecho esto, procedemos a irradiar una película radiocrómica Gafchromic EBT3 con un tamaño de campo 12x12 mm en distintas combinaciones brazo/mesa. Para analizar la película se utiliza un escáner Epson Perfection V750 PRO y el programa de análisis de imagen ImageJ. Este test es necesario realizarlo antes de iniciar cada tratamiento. RESULTADOS Y CONCLUSIONES La diferencia entre el isocentro mecánico del conjunto acelerador lineal Varian Clinac DBX – marco estereotáxico de BrainLab y el isocentro de radiación que hemos obtenido, en ningún caso ha superado el límite de tolerancia de 1 mm. Por lo que consideramos nuestro método reproducible y fiable.

### STE-17 CONTROLES DIARIOS EN LA UNIDAD HDR DE BRAQUITERAPIA DEL HOSPITAL LA FE.

ZAZO GARCIA, L.; BROSETA TORMOS, M.; CASASUS TORREMOCHA, M.C.; MORALES LEON, F.J.; SOTORRES GOMIS, C.

H. LA FE

En este trabajo se presenta la experiencia del Hospital La Fe en el chequeo diario de la Unidad de Alta tasa (HDR) de braquiterapia, mediante un método rápido (aproximadamente unos 20 min.) y sencillo. Este control lo realizan los técnicos de radiofiscadiariamente antes de los tratamientos. A través de este procedimiento ágil y práctico se mide la posición de la fuente, el tiempo de permanencia y su actividad. Estas medidas se realizan mediante el uso de la cámara pozo con un inserto plomado especial, el cual tiene una ventana acrílica que sirve como referencia para verificar la posición y el tiempo de permanencia de la fuente. Los resultados corresponden a dos medidas en carga y dos en tasa. También se verifican diariamente las seguridades y el buen funcionamiento de todos los parámetros de la consola de la unidad. La fuente de <sup>192</sup>Ir tiene un periodo de desintegración de unos 74 días, por lo que aproximadamente se cambia la fuente cada tres meses. Es una fuente con una alta actividad y unas dimensiones muy pequeñas lo que la convierten en idónea en el uso diario de este tipo de tratamientos en los que se puede dar altas dosis en poco tiempo. La actividad de la fuente también es verificada diariamente. Todos estos resultados se recogen en una hoja de cálculo donde se registran diariamente para poder cuantificar de forma gráfica un histórico de toda la evolución del funcionamiento de la unidad y hacer un seguimiento de su estado. Estos resultados se pueden consultar desde cualquier parte del Servicio de Radioterapia, ya que gracias al uso de las nuevas tecnologías y de las redes informatizadas la información está al alcance de todos para hacer uso de ella en el cálculo y optimización de los tratamientos de braquiterapia.

### STE-18 CONTROLES PREVIOS AL TRATAMIENTO DE RADIOCIRUGÍA EN EL HOSPITAL LA FE

BROSETA TORMOS, M.M.; CASASÚS TORREMOCHA, M.C.; MORALES LEON, F.; SOTORRES GOMIS, C.; ZAZO GARCIA, L.

HOSPITAL LA FE

La radiocirugía es una técnica que consiste generalmente en irradiar un pequeño volumen con una alta dosis de radiación en una sola fracción. Este tratamiento requiere de unos controles de calidad específicos además de los convencionales, y es el Técnicoespecialista en Radioterapia el que junto con el Físico desempeñan estos controles. En el Hospital La Fe, esta técnica se realiza colocándole un marco estereotáxico al paciente que asegura que no existan movimientos al tratar. Los tratamientos se planifican con unos seis arcos dinámicos conformados no coplanares. Se realiza en el acelerador TrueBeam v.2, la planificación es aceptada por el médico y un segundo físico hace una revisión completa del tratamiento. Una vez se ha realizado esta revisión el técnico especialista en radioterapia realizará unos controles de calidad de la unidad para garantizar el perfecto estado. Estos controles de calidad adicionales a los convencionales son: - Winston-Lutz: nos garantiza que el isocentro de radiación sea constante con el giro del colimador, el giro del gantry y el giro de mesa. - Isocal: nos garantiza que el isocentro de radiación sea consistente con el isocentro de imagen del portal y del CBCT. - Controles específicos de la mesa 6D: se realizan dos pruebas. . comprobación de la exactitud de las rotaciones. . comprobación de que la mesa mantiene la posición del isocentro aun habiendo giros de "pitch" o "roll". Estos controles se explican detalladamente en el trabajo presentado.

### STE-20 DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO POSICIONAMIENTO EN LA IRRADIACIÓN MAMARIA EN PRONO.

SERRANO JUAREZ, A. (1); BORDERÍA NAVARRO, B. (1); SOLERA MOSCARDÓ, C. (1); PANDO FERNÁNDEZ, G. (1); ROSELLÓ FERRANDO, J. (1); BRUALLA GONZÁLEZ, L. (2); GRANERO CABAÑERO, D. (2); VICEDO GONZÁLEZ, A. (1); GARCÍA HERNÁNDEZ, T. GONZALEZ SANCHIS, A. (2); GORDO PARTEARROYO, J.C. (2)

(1) SERVICIO RADIOFÍSICA HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA ERESA; (2) SERVICIO ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA ERESA

Determinación del posicionamiento óptimo para la irradiación mamaria en decúbito prono que permita disminuir al máximo el volumen de órganos de riesgo (corazón y pulmón) incluidos en el tratamiento sin disminuir el cubrimiento del volumen mamario. Se ha realizado un estudio en un grupo de pacientes con características anatómicas que cumplieran criterios para recibir la radioterapia (RT) de la mama en decúbito prono, mamas muy grandes, voluminosas y péndulas. Se ha empleado como material de inmovilización el dispositivo de plano prono de CIVCO. Se recogen datos sobre el volumen máximo de pulmón y de corazón incluidos en el volumen de irradiación, así como del cubrimiento de la glándula mamaria y del lecho tumoral.

## **STE-22 DISEÑO DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PARA LA IRRADIACIÓN Y VERIFICACIÓN "IN VIVO" DE CUATRO RATAS EN UNA UNIDAD DE COBALTO.**

**VARÓ, A. (1); MADIROLAS, S. (1); ANTÓN, A. (1); ANDUCAS, N. (1); SAEZ, J. (1); BELTRAN, M. (1); VERGES, R. (2); BARRE-RA-OCHOA, S. (3)**

(1) SERVICIO DE FÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO VALL D'HEBRON, BARCELONA; (2) SERVICIO DE ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA, HOSPITAL UNIVERSITARIO VALL D'HEBRON, BARCELONA; (3) VALL D'HEBRON INSTITUT DE RECERCA, BARCELONA.

Se diseña un sistema de posicionamiento personalizado para la irradiación y verificación in vivo de cuatro ratas de manera simultánea con la finalidad de poder verificar si la dosis prescrita en el sistema de planificación Eclipse coincide con la capturada con nuestro sistema de dosimetría in vivo. Previa a la irradiación se colocan las placas de verificación EBT2 entre la plantilla de posicionamiento y las ratas. El objetivo del diseño es irradiar los ganglios linfáticos latero cervicales preservando esófago como órgano de riesgo principal para la supervivencia hasta la cirugía y así poder analizar la viabilidad de la anastomosis vascular microquirúrgica.

## **STE-24 EL USO DE GUÍAS NO INVASIVAS EN TRATAMIENTOS DE RADIOCIRUGÍA**

**CIUDAD, J.; LLORET, A.; PADILLA, C.; RIBALTA, A.**

SERVICIO DE RADIOFÍSICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA

Históricamente se ha asociado la radiocirugía al uso de sistemas estereotáxicos invasivos fijados al paciente, que garantizaran precisión submilimétrica en la localización de pequeños volúmenes para su tratamiento con altas dosis. No obstante, se han desarrollado dispositivos no invasivos denominados frameless (por contraposición a los sistemas basados en marcos estereotáxicos) que emplean máscaras termoplásticas para inmovilizar al paciente. El objetivo de este trabajo es describir el proceso radioterápico de tratamientos de radiocirugía mediante sistema frameless ExacTrac de BrainLAB, basado en 5 años de experiencia. Éste conlleva el uso de localizadores para estudios TC y angiográfico que se correlaciona con el posicionador por infrarrojo de la unidad de tratamiento, transfiriendo las coordenadas estereotáxicas asignadas a cada paciente. Además el sistema cuenta con un sistema de imagen de rayos X, calibrado respecto al sistema de infrarrojo, que adquiere proyecciones estereoscópicas para detectar variaciones en la colocación. Estos desplazamientos pueden corregirse automáticamente (en base a la reflexión de infrarrojos del posicionador) por medio de la mesa robótica, que permite realizar traslaciones y rotaciones. Para 96% de los pacientes tratados en nuestro centro, se ha utilizado el sistema frameless, recurriendo al marco estereotáxico para casos de malformaciones arteriovenosas cuando no se disponía de localizador específico para angiografía. Los desplazamientos intrafracción detectados son inferiores a 1 mm, con valores medios de 0.1 mm, coherentes con los datos publicados. El uso del sistema frameless mejora la calidad de los tratamientos de pacientes de radiocirugía, ya que, permite la detección, análisis y resolución de posibles problemas sin premura; facilita la colocación y corrección de desplazamientos de forma automática, controlando el posicionamiento en todo momento mediante imagen; mejora el confort del paciente al ser inmovilizado de forma no invasiva y sólo durante las fases inicial y final del proceso; y favorece el uso de técnicas más complejas que precisen verificaciones pre-tratamiento largas.

## **STE-25 ELECCIÓN DE LA POSICIÓN MAS IDÓNEA PARA EL TRATAMIENTO DEL MEDULOBLASTOMA EN RADIOTERAPIA**

**BUSTO PEREZ, V.E.; GONZALEZ VECIN, I.J.; DOLCET LLERENA, A.**

H.U VIRGEN DE LAS NIEVES

En el diseño del tratamiento del meduloblastoma con Radioterapia externa conformada, sobre todo en los casos de niños pequeños que necesitan anestesia, es importante la elección de la posición del paciente, a elegir entre decúbito supino o decúbito prono. Realizaremos una revisión bibliográfica para conocer las ventajas y desventajas que presentan ambas posiciones en cuanto a comodidad del paciente, verificación del tratamiento y diseño de éste y para conocer la práctica clínica en otros servicios, aportando la nuestra propia y comparando las distintas elecciones y medios de verificación, sacando unas conclusiones que puedan ayudar a elegir la posición mas adecuada dependiendo de los medios disponibles.

## **STE-27 ESTUDIO DE LAS DOSIS A ÓRGANOS DE RIESGO EN EL TRATAMIENTO DE LA MAMA HIPOFRACCIONADA**

**PANDO FERNANDEZ, G. (1); SOLERA MOSCARDÓ, C. (1); SERRANO JUAREZ, A. (1); BORDERÍA NAVARRO, B. (1); GRANERO CABANERO, D. (1); GONZÁLEZ SANCHÍS, A. (2); GORDO PARTEARROYO, J.C. (2); ROSELLÓ FERRANDO, J. (1); BRUALLA GONZALEZ, L. (1); VICEDO GONZALEZ, A. (1); GARCÍA HERNÁNDEZ, M.T. (1)**

(1) SERVICIO RADIOFÍSICA HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA ERESA; (2) SERVICIO ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA ERESA

Actualmente la técnica del hipofraccionamiento en mama está ganando importancia en los tratamientos de radioterapia. Este tipo de técnicas permite acortar el tratamiento de forma significativa sin aumentar los efectos secundarios de la radiación. El objetivo de este trabajo es estudiar los parámetros dosimétricos que pueden estar relacionados con la toxicidad cardiaca en mamas izquierdas que reciben un tratamiento hipofraccionado. En este trabajo se presentan las dosis recibidas en los volúmenes de tratamiento y en los órganos de riesgo en el tratamiento de la mama hipofraccionada en nuestro centro para una serie de pacientes en las que la mama a irradiar fue la izquierda en la que puede haber una mayor toxicidad cardiaca. Los resultados dosimétricos obtenidos de los histogramas dosis volumen indican que no hay una mayor dosis en el corazón en relación con los tratamientos estándar o no hipofraccionados.

## STE-28 ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS DOSIMÉTRICOS RELEVANTES EN FOTONES DE 6 MV A PARTIR DE UN EQUIPO DE VERIFICACIONES DIARIAS

SANCHEZ HIDALGO, M.; MARTIN-VIERA CUETO, J.A.; TERRON FRANCO, M.I.

HOSPITAL REGIONAL UNIVERSITARIO

**OBJETIVOS** Estudiar la constancia en la homogeneidad y simetría de dos de nuestros aceleradores, a lo largo de un plazo largo de tiempo, a partir de las medidas de un equipo de verificaciones diarias y analizar las diferencias debidas a los distintos blancos. **MATERIAL Y MÉTODOS** Se han estudiado las medidas diarias de un acelerador Varian Clinac 2100c (ALE2) y de un acelerador Varian Clinac 600 DBX (ALE 3), ambos a una energía de fotones de 6 MV, durante un período de tiempo cercano a un año, lo que nos da 221 medidas en cada acelerador. Para la realización de las medidas diarias se ha utilizado un equipo QuickCheck Webline. Se ha realizado el estudio sobre parámetros como la planitud del haz, las simetrías y la calidad del haz. Para finalizar, se ha estudiado la congruencia entre las medidas diarias estudiadas y las realizadas con sistema analizador de haces MP3 de PTW. **RESULTADOS** Los valores de homogeneidad mejoran si el acelerador cuenta con un sistema monitor del haz asociado a un sistema de deflexión magnética (bending magnet) que corrige las fluctuaciones fuera del eje central del haz. Los defectos de homogeneidad encontrados en el ALE 3 se deben al diseño intrínseco del blanco y del filtro aplanador y son congruentes con las medidas realizadas con el sistema analizador de haces. Respecto a las medidas de CAX y de simetría, no se observan tendencias a lo largo del tiempo en el período analizado. Entendemos que quizás estas medidas deberían ser tenidas en cuenta a la hora de establecer unos márgenes de tolerancia más estrechos para nuestros equipos, más allá de los establecidos por el Real Decreto de Garantía de Calidad en Radioterapia.

## STE-29 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS HISTÓRICOS (1997-2014) DE DOSIMETRÍA AL PACIENTE EN EXPLORACIONES SIMPLES VERSIÓN 2

RUIZ MARTIN, J.; BARRÓS CANDELERO, J.M.; PIFARRÉ MARTINEZ, X.; GUTIERREZ CAMUÑAS, S.; PADILLA VAZ, C.; CASTANEDO ALVAREZ, M.; NUÑEZ MARTIN, C.

H. PUERTA DE HIERRO MAJADAHONDA

El Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Puerta de Hierro viene recogiendo desde 1997 datos dosimétricos correspondientes a estudios de imagen en exploraciones simples, realizadas en los Centros de Salud, Centros de Especialidades y Hospitales a cargo de nuestro Servicio. Estos datos dosimétricos han sido obtenidos mediante dosímetros de termoluminiscencia (TLD). El objetivo del trabajo es observar la evolución de las dosis recibidas por los pacientes a lo largo de 17 años, para diferentes proyecciones y su dependencia con las técnicas utilizadas (kV-mAs). También se trata de establecer las diferencias entre centros y estudiar las medidas correctivas que correspondan. El Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Puerta de Hierro viene recogiendo desde 1997 datos dosimétricos correspondientes a estudios de imagen en exploraciones simples, realizadas en los Centros de Salud, Centros de Especialidades y Hospitales a cargo de nuestro Servicio. Estos datos dosimétricos han sido obtenidos mediante dosímetros de termoluminiscencia (TLD). El objetivo del trabajo es observar la evolución de las dosis recibidas por los pacientes a lo largo de 17 años, para diferentes proyecciones y su dependencia con las técnicas utilizadas (kV-mAs). También se trata de establecer las diferencias entre centros y estudiar las medidas correctivas que correspondan. Los resultados muestran una gran dispersión de técnicas radiográficas para una misma proyección. Con las tecnologías actuales un incremento de los valores de kilovoltios, generalizados para todas las proyecciones básicas, repercutirían en una considerable reducción de dosis al paciente sin detrimento sustancial de la calidad de imagen.

## STE-32 FUNCIÓN DEL TSID EN EL CONTROL DE CALIDAD DE MONITORES TFT EN EL SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO

SUÁREZ HERNÁNDEZ, M.J. (1); FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, J.M. (2); SUÁREZ HERNÁNDEZ, I. (2); CALLE PARRA, M.L. (1); NIEVA ORRANTIA, A. (1); BILBAO ZULAIKA, E. (1); ROYO CARRERA, B. (1); FERNÁNDEZ TERRADOS, R. (1); MORENO MARTÍNEZ, E. (1)

(1) HOSPITAL GALDAKA-USANSOLO; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO CRUCES

**OBJETIVOS** Las nuevas tecnologías y métodos empleados para la adquisición, procesado, almacenamiento, distribución y análisis e informe de la imagen, requieren nuevos procedimientos de control de calidad que tengan en cuenta las características específicas de la imagen digital y de las modalidades que la producen. **MATERIAL Y MÉTODOS** Pruebas preliminares. Aspectos generales del monitor: - La posición del monitor deberá ser la que minimice la reflexión especular de fuentes de luz directas, como luces del techo, negatoscopios, etc. - Las pantallas deberán estar en posición ergonómica para evitar lesiones en cuello y columna, con el centro de la pantalla justo debajo del nivel de los ojos. - Verificar que la pantalla está limpia y libre de polvo para evitar contaminación en las diferentes medidas a realizar. - Visualizar el aspecto general del test TG18-QC en cuanto a geometría, borrosidad y distinción de pasos de luminancia. - Ajustes de tamaño de pantalla horizontal/vertical, previos a cualquier medida y que no volvamos a tocar. - Brillo/contraste bloqueables. - Monitor calibrable DICOM. **RESULTADOS** Entre todos los componentes de la cadena de imagen, el dispositivo de visualización es el más importante, es el sistema en el que se muestra la imagen y el más próximo al observador. Es el último eslabón de la cadena para conseguir el diagnóstico de una imagen y debemos conseguir que responda perfectamente a unos cánones de calidad. **CONCLUSIONES** La imagen digital para un Servicio de Radiodiagnóstico deberá ser de una calidad superior a la que obteníamos con los medios convencionales, motivo por el cual, el TSID debe velar por toda la cadena de imagen, desde su captura hasta su archivo y presentación en estaciones de diagnóstico clínicas y posterior distribución, conservando la calidad exigida.

## STE-33 GESTIÓN DE HISTORIAS CLÍNICAS EN RADIOTERAPIA

**MONTES LOZANO, M.J.; VERCHER GARCIA, C.; LUQUE RIDER, E.M.**

HOSPITAL CLÍNICO DE SAN JUAN DE ALCANTE

Objetivo: tener toda la información necesaria sobre la historia de un paciente, hoja de primera consulta, simulación, tratamiento, revisiones, consulta de tratamiento, enfermería... Disponible y al alcance de los profesionales de radioterapia implicados en los cuidados y tratamiento de los pacientes oncológicos. Material: ordenadores conectados en red. Empezamos, para instalar una red mínima (dos ordenadores) son necesarios los siguientes materiales: Una tarjeta de red para cada equipo Un Hub o switch, la mayoría de routers del mercado incorporan las dos funciones Cable del tipo RJ45 (los venden en cualquier tienda) El cable RJ45 es similar al RJ11, lo único que es más ancho, para quien no lo sepa RJ11 es el cable que se conecta al teléfono de tu casa o ala roseta donde va enchufado el router para sincronizar con ADSL.2. Conexión física Bien, si ya tenemos el material, ahora solo tenemos que conectarlo todo. Lo primero: Instalar y configurar tarjetas de red. Si nunca has instalado nada en tu ordenador, no te asustes, es muy sencillo, aunque siempre puedes llevarlo al servicio técnico. Ahora hay que ir a Archivo, Nueva conexión. Elegimos la opción "Configurar una red doméstica o de oficina pequeña" y apretamos en siguiente y después a finalizar, ahora nos saldrá otro asistente, avanzamos (botón siguiente) hasta que nos haga seleccionar un método de conexión, aquí tendrás que seleccionar el que más os convenga, pero aquí ya una ayuda: Ahora hay que ir a Archivo, Nueva conexión. Elegimos la opción "Configurar una red doméstica o de oficina pequeña" y apretamos en siguiente y después a finalizar, ahora nos saldrá otro asistente, avanzamos (botón siguiente) hasta que nos haga seleccionar un método de conexión, aquí tendrás que seleccionar el que más os convenga. Resultado: rapidez, cómodo y calidad asistencial. Conclusión: centralizando digitalmente toda la información del paciente se ofrece calidad y comodidad.

## STE-36 MAMA CON BOOST CONCOMITANTE VS MAMA CON BOOST SECUENCIAL

**MARTIN FONTELLES, M.J.; RABADAN MELLADO, N.; BELTRAN BONET, M.A.; SANCHEZ MARTOS, C.; CARRION SOLER, M.C.; BRIA ORTEGA, E.; DURA GALIANA, A.**

HOSPITAL CLÍNICO VALENCIA

MAMA CON BOOST CONCOMITANTE VS MAMA CON BOOST SECUENCIAL Desde 2008, todas las pacientes menores de 50 años, que durante el acto quirúrgico presentan sospecha de borde afecto, se realiza marcaje con clips radiopacos como guía para simulación y planificación de tratamiento de mama con boost integrado. OBJETIVO Comparación dosimétrica obtenida mediante dos técnicas de tratamiento en cáncer de mama. MATERIAL Y MÉTODOS En el caso del tratamiento con boost concomitante se establece fase única, campos tangenciales segmentados con fotones de 6 Mv y boost en lecho fotones. Dosis (puntos de control) en mama: 50.4 Gy / 180 cGy/día = 28 días y en lecho: 59.92 Gy / 214 cGy/día = 28 días. En cambio, para el boost secuencial, son 2 fases, campos tangenciales segmentados con fotones y boost en lecho con fotones. Dosis administrada en mama 50 Gy / 200 cGy/día = 25 días y Boost lecho 10 Gy / /200 cGy = 5 días RESULTADO Disminuir el tiempo de tratamiento aumentando la dosis absorbida en lecho. Simplificación de la técnica. Mayor eficacia biológica. CONCLUSIONES Curvas de isodosis más recogidas en torno al lecho en el caso del boost concomitante. Disminuir radiodermatitis. Minimizar errores sistemáticos (optimización del posicionamiento diario).

## STE-37 MÉTODO DE COMPARACIÓN DE IMÁGENES KV-KV

**BELLVER SOMADA, J.J.; DÁVILA GORDILLO, M.V.; GARCÍA BARBARROJA, J.; GARCÍA MARTÍN, A.**

HOSPITAL UNIVERSITARIO LA FE

Introducción Los nuevos sistemas de adquisición de imágenes que permiten realizar tratamientos precisos de IGRT, han supuesto un gran cambio en la forma de verificar tanto el set up inicial como el posicionamiento diario. Los Técnicos de Radioterapia (TERT) han tenido que adaptarse a la radioterapia actual, siendo de su competencia, dentro de los protocolos establecidos, la toma de decisión. El médico responsable comprobará las imágenes en el "offline review" (a posteriori) diariamente. El protocolo establecido en nuestro servicio es la realización de toma de imágenes con la modalidad de kV-kV diariamente y su correcta comprobación. Objetivo Presentar un consenso en el método de trabajo a la hora de la comparación de imágenes por parte del personal de nuestro servicio, debido a la experiencia adquirida durante este periodo de tiempo. Material, métodos y discusión El servicio cuenta con tres aceleradores lineales, dos de ellos gemelos (Clinac Ix MLC 120) con la ventaja de que podemos realizar los tratamientos indistintamente en tratamiento conformados o 3D, y en el caso de los tratamientos de IMRT y VMAT debe realizarse la verificación en los aceleradores, previa al tratamiento. El sistema de imagen utilizado es OBI (on board image) de Varian en los dos aceleradores (Clinac Ix MLC 120) gemelos, y en el acelerador de muy altas prestaciones, True Beam (HD). El visor de imágenes empleado para el control de imágenes post-tratamiento es el offline-review. La forma más habitual de adquisición de imágenes son dos kV-kV ortogonales, mayoritariamente uno a 0° y otro a 270°. Conclusiones Se ha comprobado una mejora en la eficacia y rapidez en la comparación de las imágenes diarias con un mínimo margen de error consensuado en nuestro departamento. Facilitando el adaptarse con gran rapidez a los nuevos tratamiento de IGRT.

## STE-38 MÉTODO DE DISPENSACIÓN DE LA FDG-18

**ÚBEDA SANFELIX, M<sup>o</sup> C.; GALLEGO RIVERO, E.; VAZQUEZ MARTINEZ, M.**

H.U.P. LA FE

OBJETIVO Conocer el método de extracción de las dosis de la FDG-18 en el servicio del PET y los pasos que seguimos al cumplimentar las hojas que utilizamos para que quede registrado el vial que recibimos diariamente.

**MATERIALES Y MÉTODOS** Conocer la fórmula para calcular el Índice de Masa Corporal (IMC), según el cual se sabrá la dosis prescrita para cada paciente. Nombrar las plantillas Excel que utilizamos en nuestro servicio para calcular el volumen que hemos de extraer del vial. Explicar el método de extracción de la dosis utilizando los materiales adecuados para llegar a la mayor protección radiológica teniendo en cuenta el riesgo de contaminación e irradiación al que nos exponemos diariamente. **RESULTADO** La buena práctica del método de extracción de la dosis conlleva la minimización del riesgo de contaminación y también de la exposición a la radiación innecesaria. El conocimiento del manejo de las fuentes no encapsuladas, y la utilización de los materiales de radioprotección de los que disponemos, hacen que los profesionales expuestos reduzcan las dosis recibidas. **CONCLUSIONES** El proceso de extracción de una dosis de Flúor en el PET es una práctica meticulosa que debemos conocer bien para su buena práctica.

### **STE-39 OPINIÓN DE LAS MUJERES SOBRE LA REALIZACIÓN PERIÓDICA DE LA MAMOGRAFÍA**

**SUÁREZ HERNÁNDEZ, M.J. (1); FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, J.M. (2); SUÁREZ HERNÁNDEZ, I. (2); CALLE PARRA, M.L. (1); NIEVA ORRANTIA, A. (1); BILBAO ZULAIKA, E. (1); ROYO CARRERA, B. (1); FERNÁNDEZ TERRADOS, R. (1); MORENO MARTÍNEZ, E. (1)**

(1) HOSPITAL GALDAKA-USANSOLO; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO CRUCES

**OBJETIVOS** El cáncer es una de las principales causas de muerte en todo el mundo, en 2008, 7,6 millones de defunciones, de las cuales, 458.000 defunciones son producidas por cáncer de mama. El sistema de salud más eficaz es el que hace énfasis en la prevención de enfermedades y promoción de la salud, así como en el diagnóstico precoz, en este caso, basado en la mamografía. El propósito de este estudio es cuantificar la opinión de las mujeres con respecto a la utilidad, edad de comienzo y finalización de la mamografía. **MATERIAL Y MÉTODOS** Se realizó un análisis descriptivo: Frecuencias y porcentajes para las variables categóricas y, medias y desviaciones estándares para variables continuas. Se evaluó la asociación entre las variables recogidas en el estudio con las variables resultado mediante el test de chi-cuadrado (o test exacto de Fisher, en caso de ser necesario) o el test no paramétrico de Wilcoxon, según el carácter de las variables. **RESULTADOS** Estudio realizado a 995 mujeres/pacientes, el 50% pertenece al programa de cribado autonómico y el resto a consultas externas. Media de edad de los individuos: 53,34 (9,38) años y el 83,12% de las mujeres y pacientes se han realizado anteriormente una mamografía. Las pacientes oncológicas opinan que se debe comenzar a una edad más temprana la mamografía de cribado ( $p < 0,0001$ ). La preferencia de conocimiento del resultado está asociado a la edad de las mujeres y pacientes ( $p < 0,0001$ ) y el 98,39% creen que la mamografía es útil para la detección precoz del cáncer de mama. **CONCLUSIONES** Los controles periódicos para detectar el cáncer de mama con mamografía es una práctica conocida por toda la población pero son las pacientes que están o han estado en tratamiento por cáncer de mama las que tienen una concienciación y preocupación mayor por la edad de comienzo y finalización de realizar la mamografía.

### **STE-41 PLAN DE FORMACIÓN COMO TÉCNICO ESPECIALISTA EN RADIOFÍSICA HOSPITALARIA**

**CASTEDO SAL, J.J.; ORTEGA JUAN, R.; ÁVILA GRAJALES, L.; DA COSTA MARTÍNEZ, Á.; GIL AGUDO, A.**

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE CIUDAD REAL

La ausencia de formación académica de técnicos en radiofísica hospitalaria está obligando a que en los Servicios de Radiofísica y Protección Radiológica, se realicen planes de formación que suplan dicha carencia. Se presenta el plan de formación que se sigue en el Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital General Universitario de Ciudad Real. Nuestra experiencia nos muestra que una de las principales dificultades es la no continuidad en el proceso de formación del personal técnico que ha ido pasando desde el 2005 hasta la actualidad. Ha supuesto impartir formación a 16 técnicos de los cuales sólo 2 han completado dicha formación. Nos hace reflexionar sobre la necesidad de la especialización en esta disciplina que supondría un ahorro en recursos.

### **STE-42 PLANIFICACIÓN Y TRATAMIENTO DE LESIONES PULMONARES CON SBRT**

**SOLERA MOSCARDO, C.; PANDO FERNANDEZ, G.; BORDERIA NAVARRO, B.; SERRANO JUAREZ, A.; GRANERO CABAÑERO, D.; BRUALLA GONZALEZ, L.; VICEDO GONZALEZ, A.; GARCIA HERNANDEZ, T.; HERNANDEZ MACHANCOSES, A.; ROSELLO FERRANDO, J.**

HOSPITAL GENERAL VALENCIA

En la patología de pulmón nos encontramos habitualmente con lesiones de muy pequeño tamaño. Se ha encontrado que el tratamiento de estas lesiones es altamente efectivo si se usa un fraccionamiento con una alta dosis por fracción en pocas fracciones de tratamiento. Para realizar este tipo de tratamientos se requiere una alta precisión en el tratamiento y una delimitación adecuada de los volúmenes de tratamiento. Esta técnica de tratamiento se denomina "Stereotactic Body Radiotherapy" o SBRT. Los resultados clínicos obtenidos con esta técnica compiten con la cirugía y habitualmente esta técnica es la única disponible para pacientes que por sus características particulares son inoperables. El objetivo de este trabajo es presentar la técnica y la forma de desarrollar el tratamiento en nuestro centro.

### **STE-43 PREPARACIÓN Y VERIFICACIÓN VMAT (PAPEL DEL TÉCNICO DOSIMETRISTA)**

**MORALES LEÓN, F.J.; SOTORRES GOMIS, C.; ZAZO GARCÍA, L.; BROSETA TORMOS, M.; CASASÚS TORREMOCHA, M.C.**

HOSPITAL UNIVERSITARI I POLITÈCNIC LA FE

En la radioterapia actual cada vez se utilizan técnicas de tratamiento más complejas. En nuestro centro se lleva a cabo la arcoterapia volumétrica de intensidad modulada (VMAT) en un alto porcentaje de tratamientos, cuya complejidad hace imprescindible su verificación previa. En este trabajo presentamos nuestra experiencia en el uso

de un maniquí específico de verificación para tratamientos de intensidad modulada (Octavius 4D). Una de sus características es su versatilidad ya que contamos con dos tipos de detectores (Octavius Detector 729 y Octavius Detector 1000 SRS) intercambiables dependiendo del nivel de resolución y tamaño de campo que se requiera. Se presenta además un procedimiento específico y optimizado para la preparación y realización de las verificaciones. Todo esto, junto a un registro pormenorizado de los resultados de cada una de las verificaciones que se realizan, hace de este sistema una herramienta adecuada para el control de calidad específico de cada tratamiento VMAT.

#### **STE-44 PROGRAMA DE GARANTIA DE CALIDAD EN RADIOTERAPIA. CONTROLES DE CALIDAD DIARIOS EN LOS ACELERADORES VARIAN EN EL HOSPITAL LA FE.**

**VALIENTE DIAZ, E.; SIERRA TATAY, L.; BAÑO AGULLÓ, N.; ROIG LÓPEZ, A.; ZAZO GARCIA, L.**

*H. LA FE*

En este trabajo se presenta la experiencia de un grupo de alumnos, técnicos en radioterapia, durante su formación práctica en el Hospital La Fe en la realización de los controles diarios de los aceleradores antes de los tratamientos junto a los operadores de la unidad. Estas pruebas, que se realizan en un período corto de tiempo, permiten verificar los parámetros mecánicos, geométricos y dosimétricos de la unidad dentro de un intervalo de tolerancia. Dentro de los controles de calidad diarios también se comprueban las seguridades de la unidad y su buen funcionamiento. Los controles son revisados diariamente por el radiofísico.

#### **STE-45 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PERSONAL NO EXPUESTO RADIACIÓN SIN BARRERAS**

**MUÑOZ ESPEJO, M.; HUNGRIA ESTÉVEZ, M. J.; MANZANO MARTÍNEZ, F. J.; LUCENA CAMES, A. I.**

*HOSPITAL VITHAS XANIT INTERNACIONAL*

Sinopsis (sin caracteres especiales): la utilización de equipos de rayos x sin barreras estructurales suele provocar desconfianza entre el personal no expuesto. Para paliar ese déficit de información, desde nuestro servicio de protección radiológica se realizaron medidas de las técnicas más comúnmente usadas a distintas distancias. Los datos recogidos nos sirvieron para determinar que en ninguna de las condiciones propuestas se excede el límite anual al público. Como servicio de protección radiológica, velamos por la protección tanto de los trabajadores profesionalmente expuestos, como del público, por tanto recomendamos una serie de normas de protección radiológica aplicables por el técnico de diagnóstico en el momento de utilización del equipo de rayos x portátil.

#### **STE-47 PROTOCOLO DE FUSIÓN DE IMÁGENES DE HAZ CÓNICO DE MEGAVOLTAJE PARA LA DETERMINACIÓN DEL ITV EN RADIOTERAPIA ESTEREOTÁXICA PULMONAR.**

**MARTÍNEZ BASTÉ, A.; FOLGADO SALES, E.; BARTRÉS SALIDO, A.; CAMPO SANMARTÍN, V.**

*SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. FUNDACIÓN INSTITUTO VALENCIANO DE ONCOLOGÍA.*

I. INTRODUCCIÓN Precisar el PTV en radioterapia de pulmón es un proceso complicado debido al movimiento de la lesión. En este trabajo explicaremos el protocolo que se lleva a cabo en nuestra fundación para determinar el PTV, en que introducimos las imágenes obtenidas en un estudio de haz cónico de megavoltaje. II. MATERIAL Y MÉTODOS Para tomar las imágenes de TC se ha utilizado un escáner Siemens Somatom. La imagen de haz cónico de megavoltaje se ha realizado utilizando un acelerador Oncor Expression (Siemens). Las imágenes y el tratamiento se realizan sin ningún tipo de sistema de inmovilización, con el paciente en respiración libre. III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN Para delimitar el movimiento tumoral a lo largo de todo el ciclo respiratorio, realizamos 3 imágenes de TC en las fases basal, inspiración y espiración, en las que se contornea el GTV de la lesión. Además, se realiza una imagen de cone beam de megavoltaje en el acelerador. Dada la duración de la toma de imagen del cone beam (unos 30 segundos) obtenemos una representación del tumor integrada a lo largo de su movimiento; y se contornea también este GTV. Para definir el ITV fusionamos los 4 GTVs obtenidos a partir de estas imágenes y añadimos 5 mm de margen para expandirlo al PTV. La planificación lo realizamos mediante técnica conformada convencional, con una serie de haces que describen un arco sobre los que incluimos otros haces no coplanares. Sobre los primeros 35 pacientes (24 tumor primario, 11 metástasis) en los que se ha realizado este procedimiento se ha obtenido control local del 91%, con unos efectos secundarios similares a los publicados por otros grupos.

#### **STE-49 QUALITY CONTROL IN DIGITAL MAMMOGRAPHY: RADIOGRAPHER ROLE**

**SUÁREZ HERNÁNDEZ, M.J. (1); FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, J.M. (2); SUÁREZ HERNÁNDEZ, I. (2); CALLE PARRA, M.L. (1); NIEVA ORRANTIA, A. (1); BILBAO ZULAIKA, E. (1); ROYO CARRERA, B. (1); FERNÁNDEZ TERRADOS, R. (1); MORENO MARTÍNEZ, E. (1)**

*(1) HOSPITAL GALDAKAO-USANSOLO; (2) HOSPITAL UNIVERSITARIO CRUCES*

Purpose Diagnostic detection of different breast pathologies are influenced directly by the sensitivity and specificity of mammography equipment. Both parameters can be compromised in the absence of a regular quality control. In order to achieve these objectives, quality control measures following the "Spanish Protocol for the Quality Control in Radiodiagnosics", "European Protocol for the Quality Control of the Technical Aspects of Mammography Screening" and / or "ACR's Manual of Mammography Quality Control" should be carried out, where they recommend annual, semi-annual, weekly and daily testing, being the weekly and daily tests carried out by Radiographer. Methods and Materials Retrospective analysis of the results obtained in the last six months of weekly quality control were made by a digital mammogram of Galdakao-Usansolo Hospital (Vizcaya, Spain), selecting CNR (Contrast Noise Relation) and MTF (Modulation Transfer Function) tests, recording the CNR parameters obtained. We used a dummy supplied by the manufacturer of PMMA (polymethyl methacrylate) with different components inside as a 0.2mm

aluminum plate, performing an acquisition without compression paddle and selected parameters by the automation equipment Results 24 results were recorded for CNR, being the lowest 24.61 and the highest 24.86 and discarding anomalous results due to idiopathic 44.54. The mean is 24.63. All results were recorded in an Excel file for further analysis by the Radiation Protection Service. Conclusion The Radiographer is responsible for implementing quality control procedures, monitoring, evaluating and taking corrective measures to maintain standards, improving the quality of diagnosis in mammographic images of high quality while minimizing the radiation dose to the patient.

### **STE-50 RADIOTERAPIA EN UN CASO CLINICO BENIGNO**

**MONTES LOZANO, M.J.; VERCHER GARCIA, C.; LUQUE RIDER, E.M.**

*HOSPITAL CLINICO DE SAN JUAN DE ALCANTE*

Objetivo: paliar los síntomas molestos causados por sialorea a consecuencia de ELA. La esclerosis lateral amiotrófica (abreviadamente, ELA) es una enfermedad degenerativa de tipo neuromuscular. Se origina cuando unas células del sistema nervioso llamadas motoneuronas disminuyen gradualmente su funcionamiento y mueren, provocando una parálisis muscular progresiva de pronóstico mortal: en sus etapas avanzadas los pacientes sufren una parálisis total que se acompaña de una exaltación de los reflejos tendinosos (resultado de la pérdida de los controles musculares inhibitorios).[1] [2] Metodo: radioterapia convencional a las glándulas salivares para detener la sialorrea ocasionada por la ELA. Resultado: mejora de la calidad de vida de la pte, viéndose espesadas las secreciones desde la segunda sesión, y reduciéndose así la irritación labial. Por no decir el estrés que le ocasionaba dicha situación. Conclusion: la radioterapia funcionó cuando otros tratamientos estándares fracasaron.

### **STE-53 SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN EL PACIENTE DE TERAPIA METABÓLICA**

**CASTEDO SAL, J.J.; ORTEGA JUAN, R.; ÁVILA GRAJALES, L.; DA COSTA MARTÍNEZ, Á.; GIL AGUDO, A.**

*HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE CIUDAD REAL*

La hospitalización de un paciente sometido a un tratamiento con radiaciones ionizantes, como es el caso del tratamiento de cáncer de tiroides con I-131, requiere de actuaciones específicas en seguridad radiológica. Para ello es necesario realizar la protocolización de las actividades llevadas a cabo por el personal de los diferentes departamentos, que intervienen o pueden intervenir en el proceso de atención al paciente hospitalizado, así como establecer los diferentes circuitos de comunicación. El protocolo lleva asociado la realización secuencial de cada una de las tareas. El objetivo principal es minimizar el riesgo de irradiación para los familiares del paciente y para los diferentes profesionales (personal de planta, de medicina nuclear, de limpieza, de radiofísica) que intervienen en la atención al paciente hospitalizado.

### **STE-54 TÉCNICA DE IRRADIACIÓN CORPORAL TOTAL EN EL HOSPITAL LA FE. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SIMULACIÓN Y TRATAMIENTO Y SU CONTROL DE CALIDAD**

**TIRADO PORCAR, M.; MASÍÁ TARAZONA, M. A.; NAVALÓN MARTÍNEZ, A.; CHESA VICENS, S.; MERCE ARNAU, V.; MOR FERRER, A.; GOSÁLBEZ GOSÁLBEZ, E.**

*HOSPITAL U.P. LA FE*

La técnica TBI se utiliza en nuestro Servicio de Oncología Radioterápica del Hospital Universitario y Politécnico La Fe dentro del protocolo de acondicionamiento de trasplante de médula ósea; en los casos de tipo LLA se realiza tras recaída o cuando los factores de riesgo son muy altos. En los casos LMA se valora como primera opción compitiendo con la quimioterapia. El objetivo de este trabajo es describir el procedimiento utilizado en nuestro hospital para realizar dicha técnica, realzando el papel del Técnico Especialista en Radioterapia, en el control de calidad del mismo. En la actualidad el acelerador usado es de nueva generación digital denominado TrueBeam, utilizando una energía de 15MV. Se inmoviliza al paciente con un colchón de presión negativa para asegurar la reproducibilidad del posicionamiento durante el tratamiento, homogeneizando la dosis en el sentido cráneo-caudal con unos compensadores plásticos. El TER realiza las verificaciones diarias con el brazo a 90° con el QuickCheck con lo que se verifica homogeneidad, simetría, dosis de referencia y constancia de energía. La Unidad de Radiofísica coloca unos dosímetros de lectura inmediata en el paciente, con el fin de verificar que el cálculo realizado coincide con esta dosimetría "in vivo", que es mandatoria en este tipo de tratamientos por su especificidad y criticidad. Se establece ya el fraccionamiento del tratamiento que será de 3 días seguidos, 2 fracciones al día, mañana y tarde con separación mínima de 6 horas, coordinado con la Unidad de Hematología para el trasplante. Se concluye que el equipamiento tecnológico del que disponemos, junto con nuestro equipo multidisciplinar, nos asegura una gran eficiencia y precisión a la vez que comodidad en la ejecución de la técnica. Aspectos primordiales a tener en cuenta por ser la mayoría de los pacientes a los que va dirigido el tratamiento, pediátricos.

### **STE-55 TÉCNICA DE TRATAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD EN TSI**

**LLORET GUDIÑA, A.; PADILLA VAZ, C.; CIUDAD RIVAS, J.; RIBALTA POYATOS, A**

*HOSPITAL UNIVERSITARIO PUERTA DE HIERRO*

La técnica de irradiación total de piel consiste en irradiar por completo la superficie del paciente hasta varios milímetros de profundidad de la forma más homogénea posible. Se utiliza principalmente para el tratamiento de micosis fungoide, un tipo de linfoma cutáneo poco profundo. En aceleradores lineales convencionales se emplean haces de electrones de baja energía, dado el limitado poder de penetración requerido, con distintas incidencias entorno al paciente. Puesto que las dimensiones máximas del tamaño de campo son insuficientes para abarcar el



paciente completo, resulta necesario irradiar en dos ángulos de cabezal distintos por incidencia (haces duales), además de alejar al paciente respecto al foco de radiación, permaneciendo el paciente de pie durante la irradiación. Por ello, los aceleradores lineales suelen disponer de una elevada tasa de dosis, a fin de reducir el tiempo de tratamiento, asociada a una baja energía de electrones específica para este tipo de técnica. Dadas las condiciones de tratamiento tan diferentes a las usuales, se requiere una dosimetría específica (pero genérica para todos los pacientes) basada exclusivamente en medidas experimentales, así como un control de calidad diseñado a tal efecto. El objetivo de este trabajo es describir la técnica de irradiación de piel total y control de calidad asociado realizado en nuestro centro. Un total de 25 pacientes han sido tratados utilizando la técnica de irradiación de piel total, obteniendo resultados clínicos satisfactorios. El análisis de los resultados del control de calidad muestra una gran estabilidad de los parámetros que caracterizan el haz de radiación empleado para esta técnica de irradiación, con variaciones inferiores al 3% respecto a los valores de referencia tomados en la puesta en marcha de la misma.

### **STE-58 VARIACIÓN Y REPRODUCIBILIDAD DEL SUV PARA SU UTILIZACIÓN EN ESTUDIOS DE SEGUIMIENTO CON PET/CT**

**BORDERIA NAVARRO, B.; SOLERA MOSCARDO, C.; SERRANO JUAREZ, A.; PANDO FERNANDEZ, G.; VICEDO GONZALEZ, A.; GARCIA HERNANDEZ, T.; GRANERO CABAÑERO, D.; JURADO SANCHEZ, R.; BRUALLA GONZALEZ, L.; ROSELLO FERRANDO, J.**

HOSPITAL GENERAL VALENCIA

El uso del standardized uptake value (SUV), para cuantificar la actividad glucolítica durante el tratamiento tumoral está muy extendido, sin embargo es susceptible de variaciones biológicas y físicas. El objetivo de este estudio es valorar la reproducibilidad de los distintos modos de evaluación del SUV, su dependencia con el ruido, algoritmo de reconstrucción y con la concentración, a fin de determinar el parámetro más óptimo. Seleccionando el parámetro de cuantificación más adecuado, más estable y reproducible, minimizamos los efectos de las posibles variaciones en el valor del SUV. Según este estudio, el valor que mejor cumple estos requisitos es el SUV mediana.

### **STE-61 VERIFICACIÓN PRETRATAMIENTOS EN TOMOTERAPIA CON UN DETECTOR HELICOIDAL**

**CASTEDO SAL, J.J.; ORTEGA JUAN, R.; ÁVILA GRAJALES, L.; ZAPATA JIMÉNEZ, J.C.**

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE CIUDAD REAL

En los tratamientos de IMRT volumétrica es necesario realizar una verificación previa a cada tratamiento. En nuestro hospital se ha implantado recientemente la técnica de IMRT volumétrica mediante tomoterapia helicoidal. En los últimos años han surgido nuevas alternativas al uso de película, como las matrices de detectores tridimensionales. Se presenta el procedimiento seguido en este hospital para las verificaciones de los tratamientos de tomoterapia con un detector helicoidal, modelo ArcCHECK®, de Sun Nuclear. Parte importante del procedimiento es realizado por el técnico de Radiofísica. El procedimiento ahorra tiempo de máquina, se obtiene los resultados de forma casi inmediata y tiene buena reproducibilidad.

### **STE-62 VERIFICACIONES Y COMPROBACIONES EN TRATAMIENTOS ESTEREOTÁXICOS**

**GONZALEZ ALMANSA, Y.; DELGADO PERALES, L.; MORENO SAIZ, C.; ALGUACIL PEDRAZA, O.; SANCHEZ HIDALGO, M.**

HOSPITAL REGIONAL UNIVERSITARIO

**OBJETIVO** La Radioterapia Estereotáxica Fraccionada es una técnica especial en RT que se utiliza para tumores que están muy próximos a órganos de riesgo y requieren una colimación muy precisa. Para realizar esta técnica se utiliza un acelerador lineal Varian Clinac DBX SN1167 y un micromultiláminas BrainLAB m3 donde las láminas tienen un espesor comprendido entre 3 y 5 mm. Para verificar estos tratamientos es necesario comprobar la coincidencia y exactitud del campo de radiación con la plantilla del tratamiento correspondiente y además confirmar que no haya posibles colisiones entre el micromultiláminas y la mesa o paciente en su tratamiento. **MATERIAL Y MÉTODOS** Para realizar estas verificaciones es necesario el uso de: Acelerador Lineal Varian Clinac 600 DBX. Micromultiláminas BrainLAB m3. Marco estereotáxico. Soporte de mesa para el tratamiento estereotáxico. Sistema de planificación iplan RT Dose 4.1.4. Impresora Canon iX 5000. Plantillas del tratamiento planificado. El tratamiento del paciente que vamos a verificar. Para realizar estas verificaciones imprimimos la dosimetría y las plantillas de tratamiento correspondientes al tratamiento que vamos a comprobar. Posicionamos meticulosamente estas plantillas a cada una de las caras del marco estereotáxico haciendo coincidir las marcas de la plantilla con las del marco estereotáxico. Alineamos la cruceta del marco estereotáxico con los láseres. Se comprueban uno por uno todos los campos de tratamiento para evitar colisiones y verificar la coincidencia de campo de luz con el campo planificado. **CONCLUSIÓN** Es importante realizar estas verificaciones antes de comenzar el tratamiento para evitarle al paciente que espere mucho tiempo el día que inicia el tratamiento ya que estas comprobaciones se efectúan sin la presencia del paciente, haciendo más fácil si hubiera que llevar a cabo la modificación del tratamiento por colisión en algún campo concreto.

### **STE-63 VMAT: PREPARACIÓN, PLANIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN**

**SOTORRES GOMIS, C.; MORALES LEÓN, F.J.; ZAZO GARCÍA, L.; BROSETA TORMOS, M.; CASASÚS TORREMOCHA, M.C.**

HOSPITAL UNIVERSITARI I POLITÈCNIC LA FE

El Técnico Dosimetrista juega un papel fundamental en colaboración con el Radiofísico en el proceso de preparación, planificación y verificación de la técnica VMAT. En este trabajo se describe al detalle dicho proceso tal y como está establecido en la actualidad en la Unidad de Radiofísica del Hospital La Fe de Valencia. Los pacientes

se tratan mediante VMAT, el sistema de planificación utilizado es Eclipse (v.13.0, Varian). En la fase de preparación, se adecuan las estructuras como OAR y PTV, introduciendo elementos que podrían afectar a la distribución de dosis (aditamentos inmovilizadores, espesor de la mesa, etc.). En la planificación se establece la geometría de arco más óptima (número de arcos y el giro o no del pie de mesa de los arcos empleados variará según el tamaño, forma, modulación y dosis/fracción). Para la optimización del tratamiento se trasladan al optimizador las tablas de constraints vigentes en el servicio, y según se van viendo las soluciones que ofrece, se varían actuando gráficamente sobre el HDV para mejorar el resultado. Obtenida una solución y realizado el cálculo, se deben cumplir los criterios dosimétricos prescritos por el Radioterapeuta (Dm, D95, etc). Toda planificación debe ser contrastada con un cálculo independiente, para ello se utiliza el programa de verificación de unidades monitoras en relación a la dosis en un punto independiente Diamond (PTW, v.5.2) exportando el plan y el fichero de estructuras. Actualmente en nuestro servicio los pacientes de VMAT suponen un volumen del 40% del total de planificaciones volumétricas; la distribución por patología se detalla en el trabajo. La tolerancia para los resultados obtenidos con el Diamond está fijada en 5% cumpliéndose en su práctica totalidad. En este trabajo se describe el proceso de preparación planificación y verificación de tratamientos de VMAT ilustrando con ejemplos las diferentes etapas.

**BRA** BRAQUITERAPIA  
**DMR** DETECCIÓN Y MEDIDA DE LA RADIACIONES  
**DOC** DOSIMETRÍA CLÍNICA  
**DOF** DOSIMETRÍA FÍSICA  
**EEM** EXPOSICIÓN EMERGENCIAS  
**EEX** EXPOSICIÓN EXISTENTE  
**EPL** EXPOSICIÓN PLANIFICADA  
**FAS** FORMACIÓN Y ASUNTOS SOCIALES  
**GRE** GESTIÓN DE RESIDUOS  
**IGR** IGRT-ART

**IMR** IMRT  
**MNU** MEDICINA NUCLEAR  
**MIS** MISCELÁNEA  
**PRA** PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE PÚBLICO Y DEL MEDIO AMBIENTE  
**RNI** RADIACIONES NO IONIZANTES  
**RDB** RADIOBIOLOGÍA  
**RDD** RADIODIAGNÓSTICO  
**REG** REGULACIÓN  
**STE** SIMPOSIO DE TÉCNICOS



# ÍNDICE DE AUTORES

## A

- ABAD, D.:** DOF-57/p. 64
- ABELLA CEREIGIDO, R.:** IMR-12/p. 65  
STE-01/p. 83
- ABRIL, A.:** RNI-04/p.x 56
- ACEÑA MORENO, V.:** FAS-07/p. 57
- ACOSTA, L.:** DMR-11/p. 38
- ADROVER GONZÁLEZ, E.:** FAS-12/p. 183
- AGRAMUNT CHALER, S.:** DOC-89/p. 143
- AGÜERA, J.:** RDD-36/p. 158
- AGUIAR-FERNANDEZ, P.:** MNU-32/p. 194
- AGULLA OTERO, M.:** RDD-35/p. 74  
RDD-40/p. 158
- AGULLES-PEDROS, L.:** EEX-01/p. 92  
RNI-04/p. 56
- ALAMAN SANCHEZ, C.:** DMR-08/p. 42
- ALASTUEY, I.:** DOC-10/p. 124
- ALBA ESCORIHUELA, V.:** DOC-35/p. 32, 120  
DOC-61/p. 21  
EPL-05/p. 182
- ALBERICH BAYARRI, A.:** RNI-06/p. 56  
RNI-07/p. 57
- ALBERT ANTEQUERA, M.:** BRA-13/p. 18  
IGR-11/p. 25
- ALCAIDE TRENAS, E.:** GRE-06/p. 94
- ALEGRÍA GUTIÉRREZ, N.:** DMR-36/p. 168
- ALEGRÍA, N.:** PRA-18/p. 77
- ALEJO LUQUE, L.:** DMR-19/p. 43  
RDD-47/p. 160
- ALGUACIL PEDRAZA, O.:** STE-62/p. 214
- ALMANSA LÓPEZ, J.:** BRA-18/p. 120  
BRA-24/p. 60  
DOF-61/p. 181  
MIS-06/p. 152  
STE-19/p. 114
- ALONSO CASTELLANO, D.:** DOF-59/p. 32, 180
- ALONSO DIAZ, M.:** RDD-52/p. 161
- ALONSO GUTIÉRREZ, R.:** IGR-12/p. 101
- ALONSO HERNÁNDEZ, D.:** IMR-18/p. 66
- ALONSO HERNÁNDEZ, D.:** DOC-53/p. 62
- ALONSO IRACHETA, L.:** DOC-26/p. 20  
DOC-29/p. 129  
IGR-12/p. 101
- ALONSO, M.:** FAS-10/p. 54
- ALONSO, O.:** RDB-03/p. 203
- ALPUENTE HERMOSILLA, J.:** MIS-02/p. 151
- ÁLVAREZ FRANCO, F.J.:** DOF-31/p. 175
- ÁLVAREZ GARCÍA, A.:** EEM-05/p. 90
- ÁLVAREZ MATEOS, D.:** DOC-82/p. 141  
DOF-13/p. 170  
DOF-42/p. 177  
DOF-62/p. 181
- AMAYA ESCOBAR, E.:** DOC-33/p. 130  
DOC-51/p. 134
- AMBROA REY, E.:** BRA-08/p. 117  
DOC-33/p. 130
- AMBROA REY, E.:** DOF-21/p. 172
- AMBROA REY, E.:** DOC-33/p. 130
- ANDRÉS REDONDO, M.M.:** DOC-44/p. 132  
DOC-47/p. 133  
DOC-48/p. 133
- ANDRÉS RODRÍGUEZ, C.:** RDD-35/p. 74  
RDD-40/p. 158
- ANDUCAS SANTIAGO, N.:** MNU-07/p. 190  
STE-22/p. 208
- ANGUIANO, M.:** BRA-20/p. 120
- ANGULO PAIN, E.:** BRA-02/p. 116  
DOC-32/p. 130  
DOC-66/p. 138  
FAS-14/p. 183  
IMR-02/p. 145  
RDD-10/p. 154  
STE-19/p. 114
- ANTOLÍN SAN MARTÍN, E.:** DOF-20/p. 172  
IGR-05/p. 185  
STE-30/p. 108
- ANTÓN GARCÍA, D.:** DOC-53/p. 62  
IMR-18/p. 66  
RDD-35/p. 74  
RDD-40/p. 158
- ANTON JIMENEZ, A.:** MNU-07/p. 190  
STE-22/p. 208
- ANTORANZ CALLEJO, J.C.:** IMR-26/p. 150
- ANTUNES, T.:** BRA-31/p. 122
- ANTÚNEZ HORCAJO, R.:** DOC-38/p. 131
- ARANA FERNÁNDEZ DE MOYA, E.:** DOF-49/p. 22  
RDD-24/p. 70
- ARBIZU LOSTAO, J.:** MNU-01/p. 28  
MNU-39/p. 196
- ARCE DUBOIS, P.:** DMR-22/p. 166
- ARDURA ARAGÓN, F.:** RDD-35/p. 74
- ARIÑO GIL, A.:** BRA-25/p. 121  
DOC-74/p. 139  
DOF-37/p. 176  
IGR-04/p. 184  
IGR-19/p. 188  
IMR-25/p. 149  
RDD-37/p. 158
- ARISTU MENDIÓROZ, J.J.:** IMR-23/p. 149
- ARIZA JIMÉNEZ, M.A.:** IGR-15/p. 187
- ARJONA GUTIÉRREZ, J.:** DOF-16/p. 171  
FAS-01/p. 182  
RDD-41/p. 34, 159
- ARMENGOL, G.:** RDB-05/p. 203
- ARNAL, C.:** RDB-04/p. 87
- ARREGUI CASTILLO, G.:** DOC-82/p. 141  
DOF-13/p. 170  
DOF-42/p. 177  
DOF-62/p. 181
- ARROCHA ACEVEDO, F.:** PRA-39/p. 202
- ARROYO, M.A.:** BRA-26/p. 18
- ARTACHO TERRER, J.M.:** IMR-14/p. 147  
IMR-19/p. 148
- ARTAIZ URDACI, M.:** DMR-12/p. 43
- ARTIGUES PEDROLA, M.:** BRA-09/p. 118  
BRA-21/p. 121  
DMR-01/p. 164  
IMR-12/p. 65  
IMR-26/p. 150
- ASENSIO MARTINEZ, M.:** DOC-02/p. 61  
IGR-01/p. 184  
MNU-34/p. 195
- ÁVILA GRAJALES, L.:** DOF-16/p. 171  
RDD-41/p. 34, 159  
STE-26/p. 113  
STE-41/p. 211  
STE-61/p. 214
- AYALA LÁZARO, R.:** DOF-12/p. 21  
DOC-87/p. 97
- AYALA PIÑELLA, Y.:** DOF-46/p. 178  
DOF-48/p. 178
- AZAHRA, M.:** PRA-10/p. 199
- AZCONA ARMENDÁRIZ, J.D.:** DOC-58/p. 136  
IGR-20/p. 26  
IGR-22/p. 188  
IGR-23/p. 101  
IMR-06/p. 145  
IMR-23/p. 149

## B

- BADAL, A.:** DMR-20/p. 41
- BAEZA OLIETE, G.:** GRE-01/p. 93  
GRE-05/p. 94
- BAEZA TRUJILLO, M.:** BRA-01/p. 116  
DOF-03/p. 169
- BAEZA, J.A.:** IMR-20/p. 33, 148
- BAGUENA ORTEGA, A.:** EPL-08/p. 49
- BALLESTA, M.:** RDD-10/p. 154
- BALLESTER PALLARÉS, F.:** BRA-06/p. 97  
BRA-15/p. 31, 119  
BRA-23/p. 60  
DMR-08/p. 42  
DOF-57/p. 64  
IMR-15/p. 66  
PRA-36/p. 75
- BALLESTEROS MARTÍN, A.:** STE-10/p. 83
- BALLESTEROS PASCUAL, L.:** PRA-35/p. 76
- BAÑO AGULLÓ, N.:** STE-44/p. 212
- BARBERÁ, V.M.:** RDB-09/p. 88
- BARBÉS FERNÁNDEZ, B.:** DMR-12/p. 43  
DOC-58/p. 136  
IGR-22/p. 188  
IGR-23/p. 101  
IMR-06/p. 145  
IMR-23/p. 149  
MNU-01/p. 28  
PRA-31/p. 80
- BARBOSA CHAVES, A.:** DOC-82/p. 141  
DOF-13/p. 170  
DOF-42/p. 177  
DOF-62/p. 181
- BARQUERO SANZ, R.:** MNU-04/p. 28  
MNU-23/p. 30
- BARQUINERO ESTRUCH, J.F.:** RDB-07/p. 204
- BARRADO OLMEDO, A.I.:** DMR-15/p. 165  
PRA-28/p. 202

- BARRERA-OCHOA, S.: STE-22/p. 208  
 BARRIGON TADEO, M.: RDD-55/p. 72  
 BARRIOS BENITO, M.: RDD-24/p. 70  
 BARRIOS SANROMÀ, L.: RDB-07/p. 204  
 BARRIOS, LL.: RDB-05/p. 203  
 BARROS CANDELERO, J.M.: RDD-56/p. 72  
 STE-29/p. 209  
 BARTRES SALIDO, A.: DOC-91/p. 143  
 DOF-49/p. 22  
 FAS-08/p. 53  
 RDD-24/p. 70  
 STE-47/p. 212  
 BAS CERDA, M.C.: PRA-35/p. 76  
 BAUTISTA BALLESTEROS, J.A.: BRA-06/p. 97  
 DOC-13/p. 20  
 IMR-15/p. 66  
 MNU-03/p. 189  
 MNU-29/p. 193  
 BEDOGNI, R.: DMR-13/p. 38  
 DMR-31/p. 167  
 BÉJAR NAVARRO, M.J.: BRA-05/p. 17  
 BELLO ARQUES, P.: STE-16/p. 115  
 BELLO, P.: MNU-03/p. 189  
 BELLO, P.: MNU-29/p. 193  
 BELLVER SOMADA, J.J.: STE-31/p. 83  
 STE-37/p. 210  
 STE-52/p. 109  
 STE-56/p. 108  
 BELTRAN BONET, M.A.: STE-07/p. 206  
 STE-36/p. 210  
 BELTRÁN MARTINEZ, F.J.: MIS-02/p. 151  
 BELTRÁN PERSIVA, J.: BRA-07/p. 117  
 BRA-13/p. 18  
 BELTRAN VILAGRASA, M.: DMR-07/p. 42  
 MNU-07/p. 190  
 STE-22/p. 208  
 BENAVENTE CUEVAS, J.F.: DMR-14/p. 45  
 DMR-16/p. 165  
 DMR-25/p. 47  
 BENITEZ VILLEGAS, M.: DOC-24/p. 127  
 DOC-50/p. 134  
 BENITO BEJARANO, M.A.: MNU-13/p. 28  
 BENITO GONZÁLEZ, C.: REG-03/p. 204  
 BERENGUER SERRANO, R.: BRA-12/p. 119  
 DOF-28/p. 174  
 DOC-52/p. 135  
 STE-08/p. 84  
 BERMÚDEZ LUNA, R.: IGR-08/p. 186  
 IGR-09/p. 186  
 BERTOMEU PADÍN, T.: DOF-20/p. 172  
 IGR-05/p. 185  
 BERTOMEU PADÍN, T.: STE-30/p. 108  
 BIENVENIDO, M.: RDD-10/p. 154  
 BIETE, A.: DOF-33/p. 175  
 BILBAO ZULAIKA, E.: STE-04/p. 205  
 STE-32/p. 209  
 STE-39/p. 211  
 STE-49/p. 212  
 BLÁZQUEZ, S.: PRA-01/p. 198  
 BLESÁ, J.: RDB-03/p. 203  
 BODINEAU GIL, C.: BRA-29/p. 122  
 DOC-88/p. 143  
 DOF-41/p. 177  
 IMR-17/p. 148  
 RNI-05/p. 205  
 BOLIVAR RAYA, J.P.: PRA-14/p. 78  
 BONAQUE ALANDI, J.: DOC-39/p. 131  
 DOC-57/p. 136  
 DOC-91/p. 143  
 DOC-94/p. 63  
 DOF-22/p. 173  
 DOF-30/p. 174  
 IGR-11/p. 25  
 BORDERIA NAVARRO, B.: DOC-23/p. 127  
 MNU-42/p. 197  
 STE-20/p. 207  
 STE-27/p. 208  
 STE-42/p. 211  
 STE-58/p. 214  
 BORRÁS, M.: RDB-05/p. 203  
 BORREDA TALON, V.: DOC-02/p. 61  
 IGR-01/p. 184  
 BORRELLI, P.: MNU-03/p. 189  
 BOUCHÉ BABILONI, A.: DOC-39/p. 131  
 DOC-42/p. 132  
 DOC-94/p. 63  
 DOC-57/p. 136  
 BRAGA JR., R.A.: RNI-01/p. 205  
 BRAGADO ÁLVAREZ, L.: DOC-59/p. 136  
 IMR-09/p. 146  
 IMR-13/p. 147  
 IMR-14/p. 147  
 IMR-16/p. 66  
 IMR-19/p. 148  
 MNU-30/p. 31  
 RDD-01/p. 72  
 RDD-61/p. 163  
 BRAVO PEREZ-TINAO, B.: DMR-42/p. 47  
 BREGU, L.: DOF-60/p. 181  
 BRIA ORTEGA, E.: STE-07/p. 206  
 BRIA ORTEGA, E.: STE-36/p. 210  
 BROSETA TORMOS, M.: TE-11/p. 206  
 STE-17/p. 207  
 STE-18/p. 207  
 STE-43/p. 211  
 STE-63/p. 214  
 BRUALLA GONZALEZ, L.: DOC-23/p. 127  
 DOC-68/p. 62  
 DOF-27/p. 173  
 MNU-42/p. 197  
 STE-20/p. 207  
 STE-27/p. 208  
 STE-42/p. 211  
 STE-58/p. 214  
 BUADES FORNER, M.J.: RDD-43/p. 159  
 BUADES, M.J.: RDD-12/p. 154  
 BUADES, M.: RDD-06/p. 153  
 BUADES, M.: RDD-20/p. 73  
 BUEDO GARCÍA, J.: STE-57/p. 109  
 BUENO, G.: MIS-03/p. 104  
 RDD-39/p. 71  
 BURGOS TRUJILLO, D.: EPL-02/p. 48  
 FAS-10/p. 54  
 BURGUETE MAS, J.: IMR-06/p. 145  
 IMR-23/p. 149  
 BURGUETE, J.: IGR-22/p. 188  
 BURGUETE, J.: IGR-23/p. 101  
 BUSTO PEREZ, V.E.: STE-25/p. 208  
 CABALLERO ANDRADA, J.M.: PRA-33/p. 79  
 CABALLÍN FERNÁNDEZ, M.R.: RDB-07/p. 204  
 CABELLO MURILLO, E.: DOC-95/p. 144  
 CALABUIG NOGUÉS, J.: DMR-12/p. 43  
 CALAMA, J.: DOF-10/p. 170  
 CALLE PARRA, M.L.: STE-04/p. 205  
 STE-32/p. 209  
 STE-39/p. 211  
 STE-49/p. 212  
 CALLEJA, A.: PRA-19/p. 78  
 CALVET RODRIGUEZ, D.: PRA-17/p. 91  
 CALVIN CUARTERO, M.: EEM-02/p. 88  
 EEM-07/p. 88  
 PRA-02/p. 89  
 CALVO CARRILLO, S.: DOC-35/p. 32, 120  
 DOC-61/p. 21  
 EPL-05/p. 182  
 CALZADA FELIÚ, S.: DOF-22/p. 173  
 CAMACHO LOPEZ, C.: DOF-33/p. 175  
 STE-09/p. 206  
 CAMACHO, A.: PRA-01/p. 198  
 CAMACHO, J.: RNI-03/p. 56  
 CÁMARA GARCÍA, T.: PRA-25/p. 201  
 CAMARA TURBI, A.: DOC-02/p. 61  
 MNU-34/p. 195  
 CAMP, A.: PRA-18/p. 77  
 CAMPAYO ESTEBAN, J.M.: DMR-02/p. 38  
 DMR-21/p. 165  
 FAS-09/p. 51  
 CAMPO BLANCO, X.: DMR-29/p. 39  
 DMR-30/p. 167  
 DMR-34/p. 168  
 CAMPO SANMARTÍN, V.: DOC-91/p. 143  
 DOF-49/p. 22  
 FAS-08/p. 53  
 RDD-24/p. 70  
 STE-47/p. 212  
 CAMPO, X.: PRA-24/p. 80  
 CAMPOS MORCILLO, P.: MNU-09/p. 190  
 CANDAL, A.: DOC-86/p. 142  
 IGR-07/p. 185  
 CANDELA JUAN, C.: BRA-06/p. 97  
 BRA-23/p. 60  
 DOC-13/p. 20  
 DOF-57/p. 64  
 IMR-15/p. 66  
 MNU-29/p. 193  
 CANDELA RODRIGUEZ, F.: DOC-02/p. 61  
 MNU-34/p. 195  
 CANELLAS ANOZ, M.: DMR-05/p. 42  
 DOC-35/p. 32, 120  
 DOC-61/p. 21  
 EPL-05/p. 182  
 CANO-HERRANZ, A.: DOC-67/p. 138  
 CANTERO CARRILLO, M.: IMR-17/p. 148  
 CAÑAVERA GONZÁLEZ, M.D.: EPL-07/p. 182  
 PRA-16/p. 200  
 CAPARROS DE LA JARA, G.: REG-04/p. 204  
 CAPUZ SUÁREZ, B.: BRA-05/p. 17  
 CARBALLO GONZÁLEZ, N.: DOC-18/p. 126  
 CÁRDENAS SOLANO, A.: MNU-04/p. 28  
 CARITA, L.: BRA-31/p. 122  
 CARLES FARIÑA, M.: MNU-24/p. 31

- CARMONA MESEGUER, V.: DOC-13/p. 20  
DOF-57/p. 64  
IMR-15/p. 66
- CARMONA, J.: DMR-24/p. 166
- CARNERO LÓPEZ, A.M.: EEX-03/p. 92
- CARPES, F.P.: MIS-01/p. 151
- CARRASCO DE FEZ, P.: DMR-04/p. 37  
DOF-14/p. 22  
IGR-10/p. 25
- CARRASCO HERRERA, M.A.: IGR-18/p. 187
- CARRASCO HERRERA, M.A.: DOC-27/p. 128
- CARRASCO RODRÍGUEZ, J.L.: STE-19/p. 114
- CARRASCO RODRÍGUEZ, J.L.: FAS-10/p. 54
- CARRASCO, P.: DOF-52/p. 179
- CARRASCO, P.: RDD-05/p. 69
- CARRASCOSA FERNÁNDEZ, C.B.: DOF-16/p. 171  
RDD-41/p. 34, 159
- CARRASCOSA FERNÁNDEZ, C.B.: FAS-01/p. 182  
STE-26/p. 113
- CARRION SOLER, M.: STE-07/p. 206  
STE-36/p. 210
- CASADO VILLALÓN, F.: DOF-25/p. 173
- CASADO VILLALÓN, F.: BRA-29/p. 122  
DOC-88/p. 143  
DOF-29/p. 174  
MIS-03/p. 104  
RDD-39/p. 71
- CASANOVA, J.: DMR-24/p. 166
- CASANOVAS ALEGRE, R.: PRA-13/p. 76
- CASASUS TORREMOCHA, M.C.: STE-11/p. 206  
STE-17/p. 207  
STE-18/p. 207  
STE-43/p. 211  
STE-63/p. 214
- CASTANEDO ALVAREZ, M.: DMR-18/p. 44  
MNU-36/p. 195  
RDD-56/p. 72  
STE-29/p. 209
- CASTAÑEDA ARRONTE, M<sup>o</sup> J.: RDD-52/p. 161
- CASTEDO SAL, J.J.: STE-26/p. 113  
STE-41/p. 211  
STE-53/p. 213  
STE-61/p. 214
- CASTEL, J.: DMR-07/p. 42
- CASTELL CONESA, J.: MNU-07/p. 190
- CASTILLA BANCAYAN, L.: STE-09/p. 206
- CASTILLO GARCÍA, M.: RDD-33/p. 71
- CASTRO CATALINA, J.: PRA-26/p. 76
- CASTRO CUEVAS, C.: STE-09/p. 206
- CASTRO NOVAIS, J.: MNU-34/p. 195
- CASTRO NOVAIS, J.: DOC-04/p. 123  
DOC-15/p. 20  
DOC-36/p. 131  
DOC-40/p. 131  
RDD-21/p. 156  
RDD-44/p. 159  
STE-21/p. 111, 112
- CASTRO RAMIREZ, I.: DOC-07/p. 123  
DOC-32/p. 130  
DOC-66/p. 138
- CASTRO TEJERO, P.: DOC-08/p. 124  
DOC-28/p. 128  
DOC-54/p. 135  
IGR-21/p. 188  
MNU-16/p. 191  
RDD-45/p. 159  
RDD-59/p. 162
- CASTRO, H.: EEX-01/p. 92
- CASTRO, I.: RDD-10/p. 154
- CASTRO, I.J.: BRA-02/p. 116
- CASTRO, J.: DOC-09/p. 124  
DOF-10/p. 170  
IGR-17/p. 101
- CATALAN ACOSTA, A.: EPL-07/p. 182  
PRA-05/p. 199  
PRA-11/p. 78
- CATALÁN ACOSTA, A.D.: PRA-16/p. 200
- CATRO NOVAIS, J.: DOC-21/p. 20
- CAUDEPON MORENO, F.: DOC-34/p. 130  
DOC-80/p. 141  
IMR-10/p. 146  
RDD-60/p. 163
- CAUDEPÓN MORENO, F.: DOC-30/p. 129
- CELADA ALVAREZ, F.J.: STE-52/p. 109
- CELAYA GONZALEZ, S.: PRA-15/p. 200
- CERRO PEÑALVER, E.: DOC-15/p. 20
- CHAMORRO SERRANO, P.: RDD-15/p. 155  
RDD-32/p. 100  
RDD-53/p. 161
- CHAPEL GÓMEZ, M.: IMR-07/p. 146  
RDD-34/p. 157
- CHESA VICENS, S.: STE-34/p. 110  
STE-54/p. 213
- CHEVALIER DEL RÍO, M.: RDD-23/p. 156  
RDD-33/p. 71
- CHHAM, E.: PRA-10/p. 199  
PRA-38/p. 79
- CHINILLACH FERRANDO, N.: DOC-19/p. 126  
DOC-20/p. 127
- CHIRIOTTI, S.: DMR-20/p. 41
- CHRIST, U.: MNU-24/p. 31
- CIBRIÁN ORTIZ DE ANDA, R.M.: MIS-01/p. 151  
MIS-04/p. 104  
RNI-01/p. 205
- CIUDAD, J.: STE-24/p. 208  
STE-55/p. 213  
STE-59/p. 84
- CLAVO HERRANZ, M.: DOC-14/p. 125  
DOC-56/p. 136
- CLEMENTE GUTIÉRREZ, F.: DOC-14/p. 125  
DOC-49/p. 133  
DOC-56/p. 136  
DOC-70/p. 139  
IMR-04/p. 145  
IMR-05/p. 145
- COBOS DÍAZ, M.: PRA-38/p. 79
- COECK, M.: FAS-03/p. 51
- COLLADO CHAMORRO, P.M.: DOC-16/p. 125  
MNU-13/p. 28
- COLMENARES, R.: BRA-05/p. 17  
RDB-06/p. 87
- COLOMER TRUYOLS, M.: DOF-21/p. 172
- CONDE MORENO, A.J.: BRA-07/p. 117  
BRA-13/p. 18
- CONDE VILDA, E.: PRA-28/p. 202
- CONS PÉREZ, N.: DOC-12/p. 21  
DOC-31/p. 129  
DOC-43/p. 132  
DOC-64/p. 137  
DOC-69/p. 62  
DOF-40/p. 176  
IGR-02/p. 100  
IMR-08/p. 146
- IMR-21/p. 67  
MNU-05/p. 29  
MNU-12/p. 191  
MNU-18/p. 192  
MNU-27/p. 193  
RDD-04/p. 152  
RDD-30/p. 157  
RDD-58/p. 162
- CONTRERAS, M.A.: EPL-02/p. 48
- CORBACHO MERINO, J.A.: PRA-33/p. 79
- CORDONES GUERRERO, J.J.: RDD-57/p. 162
- CORNEJO, N.: PRA-18/p. 77
- CORONEL GAVIRO, J.: DMR-06/p. 164
- CORPAS RIVERA, L.: DMR-05/p. 42  
RDD-19/p. 156  
RDD-55/p. 72  
REG-01/p. 52
- CORREDOIRA SILVA, E.: DOC-90/p. 143  
DOF-02/p. 169  
RDD-47/p. 160
- CORTÉS RODICIO, J.: FAS-11/p. 51, 53  
MNU-06/p. 190  
MNU-20/p. 192  
MNU-25/p. 192  
MNU-28/p. 193  
MNU-40/p. 197  
MNU-41/p. 197  
RDD-14/p. 155  
RDD-31/p. 157  
RDD-54/p. 162  
STE-48/p. 114
- COSTA TUR, M.: MNU-38/p. 196
- COUÑAGO LORENZO, F.: DOC-40/p. 131
- COUSELO PANIAGUA, M.: DOC-14/p. 125
- CRELGO, D.: BRA-26/p. 18
- CRISPIN CONTRERAS, V.: DOC-91/p. 143  
DOF-49/p. 22  
FAS-08/p. 53  
RDD-24/p. 70
- CROS, M.: RDD-42/p. 71
- CRUZ MOJARRIETA, J.: RDD-24/p. 70
- CUEVAS RODRIGUEZ, P.: RDD-18/p. 155

## D

- DA COSTA MARTÍNEZ, A.: STE-26/p. 113  
STE-41/p. 211  
STE-53/p. 213
- DACI, L.: DOF-60/p. 181
- DALMASES MONCAYO, F.: MIS-01/p. 151  
RNI-01/p. 205
- DÁVILA GORDILLO, M.V.: STE-31/p. 83  
STE-37/p. 210  
STE-52/p. 109  
STE-56/p. 108
- DE ANDRÉS GARCÍA, J.C.: MNU-26/p. 193  
RDD-07/p. 153  
RDD-11/p. 154  
RDD-13/p. 155
- DE FRUTOS BARAJA, J.: IMR-18/p. 66  
DOC-53/p. 62

DE LA CASA DE JULIÁN, M.A.: DOC-33/p. 130  
DOC-51/p. 134  
MNU-14/p. 191

DE LA RUBIA, M.A.: DMR-24/p. 166

DE LA VARA OLIVAS, V.: BRA-12/p. 119  
DOC-52/p. 135  
DOF-28/p. 174  
STE-08/p. 84

DE LA VEGA, J.M.: MNU-10/p. 29  
RDB-08/p. 87

DE LAS HERAS GALA, H.: REG-02/p. 52

DE LAS PEÑAS CABRERA, M.D.: DOC-33/p. 130  
DOC-51/p. 134

DE LOS DOLORES ALEMANY, V.: DOC-91/p. 143  
DOF-49/p. 22  
FAS-08/p. 53  
RDD-24/p. 70

DE MARCO BLANCAS, N.: DOC-94/p. 63  
DOF-22/p. 173  
DOF-30/p. 174  
IGR-11/p. 25

DE MIGUEL MARTÍNEZ, I.: DMR-23/p. 49

DE MIGUEL, L.: IGR-22/p. 188

DE PABLO, M.A.: PRA-04/p. 77

DE PAULA CARRANZA, B.: BRA-11/p. 118

DE SENA ESPINEL, E.: DOC-31/p. 129  
DOC-43/p. 132  
IMR-08/p. 146  
IMR-21/p. 67

DE TORRES OLOMBRADA, M.V.: IGR-08/p. 186

DE VICENTE Y OLIVA, J.: DMR-06/p. 164

DEARNALEY, D.P.: MNU-11/p. 98

DEL AMO CRESPO, E.: STE-05/p. 113

DEL CASTILLO BELMONTE, A.: DOC-53/p. 62  
IMR-18/p. 66

DEL CERRO PEÑALVER, E.: DOC-21/p. 20

DEL MORAL, F.: DMR-41/p. 45  
FAS-06/p. 183

DELGADO ALBERQUILLA, R.: MNU-37/p. 196

DELGADO BELMAR, V.: PRA-25/p. 201

DELGADO PERALES, L.: STE-15/p. 206  
STE-62/p. 214

DELGADO SOLER, C.: DMR-07/p. 42  
MNU-07/p. 190

DELGADO, J.M.: DOF-60/p. 181  
RDD-46/p. 160  
RDD-49/p. 161

DELGADO, P.: DOF-52/p. 179  
RDD-05/p. 69

DENIS-BACELAR, A.M.: MNU-11/p. 98

DÉNIZ, O.: MIS-03/p. 104  
RDD-39/p. 71

DERECHO TORRES, F.A.: BRA-01/p. 116  
DOC-27/p. 128  
DOF-01/p. 169  
DOF-03/p. 169  
DOF-05/p. 169  
DOF-15/p. 171  
DOF-44/p. 177  
IGR-18/p. 187  
MNU-08/p. 33, 190  
MNU-19/p. 30

DEVESA, R.: PRA-01/p. 198

DÍAZ FUENTES, R.: DOC-95/p. 144

DÍAZ GAVELA, A.: STE-21/p. 111, 112

DÍAZ HERNANDO, M.A.: GRE-05/p. 94

DÍAZ MEDINA, J.: PRA-25/p. 201

DÍAZ PASCUAL, V.: DOC-16/p. 125  
MNU-13/p. 28

DÍAZ SILVAN, A.: EPL-07/p. 182

DÍAZ SILVERA, C.: IGR-25/p. 189

DÍAZ, A.: IGR-17/p. 101

DÍAZ, I.: DOC-86/p. 142  
IGR-07/p. 185

DÍAZ, M.A.: GRE-01/p. 93

DÍAZ-FRANCÉS, I.: PRA-19/p. 78

DIEZ DOMINGO, S.: DOC-91/p. 143  
DMR-08/p. 42

DIEZ GALLEGU, M.A.: DOC-12/p. 21  
DOC-31/p. 129  
DOC-43/p. 132  
DOC-64/p. 137  
DOC-69/p. 62  
DOF-40/p. 176  
IGR-02/p. 100  
IMR-08/p. 146  
IMR-21/p. 67  
MNU-05/p. 29  
MNU-12/p. 191  
MNU-18/p. 192  
MNU-27/p. 193  
RDD-04/p. 152  
RDD-30/p. 157  
RDD-58/p. 162

DÍEZ, S.: DMR-02/p. 38

DIVOLI, A.: MNU-11/p. 98

DOLCET LLERENA, A.: DOF-61/p. 181  
STE-25/p. 208

DOMINGO FERNANDEZ, P.: DOC-76/p. 140  
EPL-07/p. 182  
PRA-16/p. 200

DOMINGO, C.: DMR-31/p. 167

DONIS GIL, S.: DOC-05/p. 123  
DOF-17/p. 171

DORADO DORADO, R.: DOF-03/p. 169  
DOF-01/p. 169

DORADO RODRIGUEZ, P.: DOC-81/p. 141  
IGR-06/p. 185  
RDB-09/p. 88

DU, Y.: MNU-11/p. 98

DUARTE RODRIGUEZ, X.: PRA-05/p. 199  
PRA-11/p. 78

DUCH GUILLEN, M.A.: DMR-01/p. 164  
DMR-07/p. 42  
DMR-20/p. 41  
PRA-01/p. 198  
PRA-18/p. 77

DUEÑAS, J.A.: DMR-11/p. 38

DURA GALIANA, A.: STE-07/p. 206  
STE-36/p. 210

EGBA, L.: RDD-36/p. 158

## E

EL BARDOUNI, T.: PRA-10/p. 199

EMBD SEGURA, M.: DMR-29/p. 39  
DMR-30/p. 167  
DMR-34/p. 168  
PRA-24/p. 80

ERASO URIEN, A.: DOF-26/p. 22

ERZILBENGOA, M.: BRA-11/p. 118  
IMR-24/p. 149

ESCALADA PASTOR, C.: MNU-36/p. 195

ESCUDERO LOPEZ, E.: STE-09/p. 206

ESCUDERO TORO, R.: MNU-37/p. 196

ESPAÑA LOPEZ, M.: DMR-07/p. 42  
RDD-15/p. 155  
RDD-32/p. 100  
RDD-53/p. 161

ESPINOSA LÓPEZ, D.: RDD-34/p. 157

ESPOSITO, A.: DMR-31/p. 167

ESPOSITO, R.D.: DOC-81/p. 141  
IGR-06/p. 185  
RDB-09/p. 88

ESTEBAN GARCÍA, A.: BRA-30/p. 122

ESTEPA JIMENEZ, J.S.: BRA-22/p. 121

ESTEVE SÁNCHEZ, S.: BRA-05/p. 17

ESTEVE SÁNCHEZ, S.: MNU-26/p. 193  
RDD-07/p. 153  
RDD-11/p. 154  
RDD-13/p. 155

EUVALDO PUELL, T.: DMR-04/p. 37  
DOF-14/p. 22  
DOF-52/p. 179  
IGR-10/p. 25  
RDD-05/p. 69

EUGUI, R.: RDD-46/p. 160  
RDD-49/p. 161

EXPÓSITO SUÁREZ, VICTOR MANUEL: PRA-38/p. 79

## F

F.RIVERO, GEMA: BRA-26/p. 18

FABREGAT BARRÁS, ROSA: DOC-62/p. 137

FAJARDO CASCOS, M.: RDD-18/p. 155

FALCÓN CABRERA, S.: FAS-04/p. 51

FANDIÑO, J.M.: DOC-86/p. 142  
IGR-07/p. 185

FARRUS LUCAYA, B.: STE-09/p. 206

FAYOS FERRER, F.: IGR-05/p. 185  
STE-30/p. 108

FECHTER, T.: MNU-24/p. 31

FELEZ, A.: DMR-24/p. 166

FENOY CRUZ, A.: GRE-04/p. 93

FERNÁNDEZ ALDECOA, J.C.: PRA-11/p. 78

FERNÁNDEZ BEDOYA, V.: DOC-95/p. 144

FERNANDEZ DIAZ, M.: PRA-28/p. 202

FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, J.M.: STE-04/p. 205  
STE-32/p. 209  
STE-39/p. 211  
STE-49/p. 212

FERNÁNDEZ FORNOS, L.: DOC-81/p. 141  
IGR-06/p. 185  
RDB-09/p. 88

FERNÁNDEZ LARA, A.A.: BRA-30/p. 122  
IGR-13/p. 186  
IGR-16/p. 187  
MNU-09/p. 190  
RDD-12/p. 154

- FERNÁNDEZ LETÓN, P.:** DOC-26/p. 20  
DOC-29/p. 129  
IGR-12/p. 101  
RDD-08/p. 153  
RDD-27/p. 70  
RDD-48/p. 160
- FERNÁNDEZ MOLINA, D.:** RDD-38/p. 158  
RDD-50/p. 161
- FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, F.J.:** FAS-04/p. 51
- FERNÁNDEZ SOTO, J.M.:** RDD-29/p. 73  
REG-02/p. 52
- FERNÁNDEZ TERRADOS, R.:** STE-04/p. 205  
STE-32/p. 209  
STE-39/p. 211  
STE-49/p. 212
- FERNÁNDEZ VILLAR, A.:** PRA-09/p. 199
- FERNANDEZ, A.:** RDD-06/p. 153  
RDD-20/p. 73
- FERNÁNDEZ, C.:** DOC-86/p. 142  
IGR-07/p. 185
- FERNANDEZ, F.:** DOC-71/p. 63  
DOF-06/p. 63
- FERNÁNDEZ, J.M.:** DMR-07/p. 42  
DMR-20/p. 41
- FERNÁNDEZ, J.:** BRA-26/p. 18
- FERNÁNDEZ, R.:** EPL-02/p. 48
- FERNÁNDEZ, S.:** IGR-22/p. 188
- FERNÁNDEZ-CARROBLES, M.M.:** MIS-03/p. 104  
RDD-39/p. 71
- FERRANDO SÁNCHEZ, A.:** DOC-95/p. 144
- FERREIRA TAPIA, A.:** BRA-29/p. 122  
DOF-25/p. 173  
DOF-41/p. 177
- FERREROS VÁZQUEZ, N.:** RDD-52/p. 161
- FERRER ALBIACH, C.:** BRA-07/p. 117  
BRA-13/p. 18  
DOC-39/p. 131  
DOC-42/p. 132  
DOC-57/p. 136  
DOC-94/p. 63
- FERRER GARCÍA, N.:** MNU-26/p. 193  
RDD-07/p. 153  
RDD-11/p. 154  
RDD-13/p. 155
- FERRER GRACIA, C.:** DOC-18/p. 126  
DOC-90/p. 143  
DOF-18/p. 171  
DOF-39/p. 176
- FERRER REBOLLEDA, J.:** MNU-42/p. 197
- FERRER, C.:** DOF-02/p. 169
- FERRERIRA TAPIA, A.:** DOC-88/p. 143
- FERRERO CALABUIG, J.L.:** PRA-25/p. 201
- FERRO GARCÍA, M.Á.:** PRA-10/p. 199  
PRA-38/p. 79
- FLUX, G.D.:** MNU-11/p. 98
- FOLGADO SALES, E.:** STE-47/p. 212
- FONT GELABERT, J.:** DOC-85/p. 142  
DOF-37/p. 176  
DOF-51/p. 179  
EPL-03/p. 43  
IGR-04/p. 184  
MNU-38/p. 196  
MNU-43/p. 197  
RDD-37/p. 158
- FONT GÓMEZ, J.A.:** DOC-44/p. 132  
DOC-47/p. 133  
DOC-48/p. 133
- FONT, J.C.:** BRA-25/p. 121  
IGR-19/p. 188  
IMR-25/p. 149
- FOPPIANO, F.:** DOF-43/p. 177
- FORASTERO RODRIGUEZ, C.:** DOF-36/p. 98  
PRA-37/p. 81
- FORTUNATO, M.:** BRA-31/p. 122
- FRANCISCO FAYOS, E.:** DOF-20/p. 172
- FRISCH, K.J.:** MNU-11/p. 98
- FRITSCH, C.:** RNI-03/p. 56
- FUENTE, I.:** EEX-04/p. 93
- FUENTEMILLA URÍO, N.:** IMR-09/p. 146  
MNU-30/p. 31
- FUENTES HERNÁNDEZ, E.:** DOF-43/p. 177
- FUENTES, M.:** RDB-09/p. 88
- G**
- GALÁN, P.:** DOF-25/p. 173  
DOF-41/p. 177  
MIS-03/p. 104  
RDD-39/p. 71  
RNI-05/p. 205
- GALLARDO BERMEL, S.:** DMR-17/p. 37
- GALLARDO RODRIGUEZ, N.:** DOC-59/p. 136  
IMR-09/p. 146  
IMR-13/p. 147  
IMR-14/p. 147  
IMR-16/p. 66  
IMR-19/p. 148  
MNU-30/p. 31  
RDD-01/p. 72  
RDD-61/p. 163
- GALLEGO DÍAZ, E.:** DMR-27/p. 166  
DMR-33/p. 167  
DMR-39/p. 169  
EEM-01/p. 90  
EEM-03/p. 89
- GALLEGO RIVERO, E.:** STE-16/p. 115  
STE-38/p. 210  
STE-46/p. 113
- GALLEGO SANCHEZ, J.A.:** IGR-06/p. 185
- GALLEGO RIVERO, E.:** STE-23/p. 115
- GALVÁN, J.A.:** PRA-19/p. 78
- GÁLVEZ DELGADO, M.:** DMR-09/p. 44
- GÁMEZ CENZANO, C.:** MNU-17/p. 191
- GANDÍA MARTÍNEZ, A.:** DOC-44/p. 132  
DOC-47/p. 133  
DOC-48/p. 133
- GARASA, S.:** DOC-58/p. 136
- GARAYOA ROCA, J.:** RDD-33/p. 71  
RDD-45/p. 159
- GARCÍA, M<sup>o</sup> Á.:** FAS-10/p. 54
- GARCÍA APARICIO, J.A.:** PRA-07/p. 76
- GARCÍA BARBARROJA, J.:** STE-31/p. 83  
STE-37/p. 210  
STE-56/p. 108
- GARCÍA BLANCO, A.S.:** BRA-10/p. 118
- GARCÍA BOLAO, I.:** DMR-12/p. 43
- GARCÍA BONNAIL, B.:** RDD-25/p. 73
- GARCÍA BURILLO, A.:** MNU-07/p. 190
- GARCÍA CAÑIBANO, T.:** IGR-08/p. 186
- GARCÍA CARREÑO, P.:** MIS-02/p. 151
- GARCÍA CASES, F.J.:** PRA-36/p. 75
- GARCÍA CASTAÑON, P.:** DMR-07/p. 42  
RDD-15/p. 155  
RDD-26/p. 157  
RDD-32/p. 100  
RDD-53/p. 161
- GARCÍA CASTEJÓN, M.A.:** BRA-19/p. 120  
DOC-17/p. 126  
DOF-11/p. 170  
IGR-25/p. 189  
IMR-27/p. 67  
IMR-28/p. 150  
IMR-29/p. 150
- GARCÍA DE VICENTE, F.:** DOC-65/p. 138
- GARCÍA DEL ROSARIO, C.:** PRA-22/p. 201
- GARCÍA ELENA, E.:** DMR-42/p. 47
- GARCÍA FIDALGO, M.A.:** FAS-11/p. 51, 53  
MNU-06/p. 190  
MNU-20/p. 192  
MNU-25/p. 192  
MNU-28/p. 193  
MNU-40/p. 197  
MNU-41/p. 197  
RDD-14/p. 155  
RDD-31/p. 157  
RDD-54/p. 162  
STE-48/p. 114
- GARCÍA FUENTES, J.D.:** BRA-05/p. 17  
MNU-26/p. 193  
RDD-07/p. 153  
RDD-11/p. 154  
RDD-13/p. 155
- GARCÍA GARCÍA, B.:** PRA-31/p. 80
- GARCÍA GARRIDO, A.:** PRA-23/p. 75
- GARCÍA GRANADOS ALAYON, J.:** MNU-33/p. 194  
PRA-03/p. 45  
PRA-22/p. 201  
RDD-09/p. 153
- GARCÍA HERNÁNDEZ, M.J.:** DOC-87/p. 97
- GARCÍA HERNÁNDEZ, M.T.:** DOC-23/p. 127  
DOC-68/p. 62  
DOF-27/p. 173  
MNU-42/p. 193  
STE-20/p. 207  
STE-27/p. 208  
STE-42/p. 211  
STE-58/p. 214
- GARCÍA HERNÁNDEZ, M.J.:** DOF-12/p. 21
- GARCÍA LEDESMA, J.:** DOC-12/p. 21  
DOC-31/p. 129  
DOC-43/p. 132  
DOC-64/p. 137  
DOC-69/p. 62  
DOF-40/p. 176  
IGR-02/p. 100  
IMR-08/p. 146  
IMR-21/p. 67  
MNU-05/p. 29  
MNU-12/p. 191  
MNU-18/p. 192  
MNU-27/p. 193  
RDD-04/p. 152  
RDD-30/p. 157  
RDD-58/p. 162
- GARCÍA LOBATO, M.E.:** RDD-14/p. 155



- GARCÍA LÓPEZ, R.: RDD-25/p. 73  
 GARCÍA MARCOS, R.: DOC-33/p. 130  
 DOC-87/p. 97  
 GARCÍA MARTÍN, A.: STE-31/p. 83  
 STE-37/p. 210  
 STE-56/p. 108  
 GARCÍA MARTINEZ, A.: EPL-01/p. 48  
 GARCÍA MARTINEZ, M.T.: BRA-23/p. 60  
 DOC-02/p. 61  
 IGR-01/p. 184  
 MNU-34/p. 195  
 GARCÍA MIRAGALL, E.: IGR-06/p. 185  
 GARCÍA MOLLÁ, R.: DOC-94/p. 63  
 DOF-22/p. 173  
 DOF-30/p. 174  
 IGR-11/p. 25  
 IGR-24/p. 188  
 GARCÍA MORALES, P.: RDB-09/p. 88  
 GARCÍA PAREJA, S.: DOC-88/p. 143  
 DOF-41/p. 177  
 IMR-17/p. 148  
 RNI-05/p. 205  
 STE-40/p. 111  
 GARCÍA PINTO, D.: RDD-23/p. 156  
 GARCÍA PUERTA, B.: EEM-08/p. 90  
 GARCÍA REPISO, S.: DOC-12/p. 21  
 DOC-31/p. 129  
 DOC-43/p. 132  
 DOC-64/p. 137  
 DOC-69/p. 62  
 DOF-40/p. 176  
 IGR-02/p. 100  
 IMR-08/p. 146  
 IMR-21/p. 67  
 MNU-05/p. 29  
 MNU-12/p. 191  
 MNU-18/p. 192  
 MNU-27/p. 193  
 RDD-04/p. 152  
 RDD-30/p. 157  
 RDD-58/p. 162  
 GARCÍA ROMERO, A.: DOC-35/p. 32, 120  
 DOC-61/p. 21  
 GARCÍA RUIZ-ZORRILLA, J.: DOC-26/p. 20  
 DOC-29/p. 129  
 GARCÍA SÁNCHEZ, M.J.: PRA-39/p. 202  
 GARCÍA TENORIO G. BALMASEDA, R.: PRA-14/p. 78  
 GARCÍA VICENTE, F.: DOF-54/p. 180  
 IMR-11/p. 65  
 GARCÍA VIDAL, P.: DMR-24/p. 166  
 GARCÍA, B.: RDB-02/p. 86  
 GARCÍA, E.: BRA-26/p. 18  
 GARCÍA, G.: RDB-06/p. 87  
 GARCÍA, M.: IGR-22/p. 188  
 IGR-23/p. 101  
 GARCÍA-ACILU, P.: RDD-46/p. 160  
 RDD-49/p. 161  
 GARCÍA-MARCOS, R.: DOC-51/p. 134  
 DOF-07/p. 64  
 DOF-56/p. 23, 180  
 MNU-14/p. 191  
 GARCÍA-MIGUEL QUIROGA, J.: MNU-35/p. 195  
 GARCÍA-TENORIO, R.: PRA-19/p. 78  
 GARRÁN DEL RÍO, C.: DOC-18/p. 126  
 GARRIDO BRETON, C.: DOC-24/p. 127  
 EPL-07/p. 182  
 PRA-16/p. 200  
 GELEJNS, J.: RDD-42/p. 71  
 GESTO, C.: DOC-86/p. 142  
 IGR-07/p. 185  
 GIL AGUDO, A.: DOF-16/p. 171  
 FAS-01/p. 182  
 RDD-41/p. 34, 159  
 STE-41/p. 211  
 STE-53/p. 213  
 GIL CONDE, M.: RDD-38/p. 158  
 RDD-50/p. 161  
 GIL, M.: BRA-16/p. 119  
 GILARRANZ, R.: RDD-46/p. 160  
 RDD-49/p. 161  
 GIMÉNEZ GONZÁLEZ, M.S.: EEM-02/p. 88  
 EEM-07/p. 88  
 GIMÉNEZ GONZÁLEZ, S.: PRA-02/p. 89  
 GIMÉNEZ INSUA, M.: EPL-06/p. 44  
 MNU-32/p. 194  
 PRA-06/p. 199  
 GIMÉNEZ, M.: DOC-06/p. 123  
 GIMENO OLMOS, J.: IMR-15/p. 66  
 GIMENO OLMOS, J.: DOC-13/p. 20  
 DOF-57/p. 64  
 STE-31/p. 83  
 GINER SALA, M.: DOC-65/p. 138  
 DOF-54/p. 180  
 IMR-11/p. 65  
 RDD-32/p. 100  
 GINER SANZ, J.J.: DMR-17/p. 37  
 GINJAUME, M.: DMR-03/p. 41  
 DMR-07/p. 42  
 DMR-20/p. 41  
 PRA-18/p. 77  
 GINZO VILLAMAYOR, M.J.: BRA-08/p. 117  
 GODOY, J.I.: DOF-09/p. 170  
 DOF-63/p. 181  
 IMR-22/p. 148  
 GÓMEZ APARICIO, M.A.: DOC-84/p. 142  
 GÓMEZ CASTAÑO, N.: GRE-08/p. 95  
 GÓMEZ CORES, S.: DOF-12/p. 21  
 DOC-87/p. 97  
 GÓMEZ ENRIQUEZ, F.: RDD-52/p. 161  
 GÓMEZ GONZÁLEZ, N.: DOC-12/p. 21  
 DOC-31/p. 129  
 DOC-43/p. 132  
 DOC-64/p. 137  
 DOC-69/p. 62  
 DOF-40/p. 176  
 IGR-02/p. 100  
 IMR-08/p. 146  
 IMR-21/p. 67  
 MNU-05/p. 29  
 MNU-12/p. 191  
 MNU-18/p. 192  
 MNU-27/p. 193  
 RDD-04/p. 152  
 RDD-30/p. 157  
 RDD-58/p. 162  
 GÓMEZ LLORENTE, P.L.: RDD-04/p. 152  
 RDD-30/p. 157  
 RDD-58/p. 162  
 GÓMEZ ROS, J.M.: DMR-31/p. 167  
 DMR-38/p. 168  
 GÓMEZ, F.: DOF-27/p. 173  
 GÓMEZ-ARGÜELLO, B.: DMR-23/p. 49  
 GÓMEZ-CABRERO, L.: RDB-03/p. 203  
 GOMEZ-TEJEDOR ALONSO, S.: BRA-19/p. 120  
 DOC-17/p. 126  
 DOF-11/p. 170  
 IGR-25/p. 189  
 IMR-27/p. 67  
 IMR-28/p. 150  
 IMR-29/p. 150  
 GONGORA ARIZA, F.: DOC-75/p. 140  
 GONZALEZ ABAD, R.: BRA-19/p. 120  
 IMR-29/p. 150  
 GONZALEZ ALMANSA, Y.: STE-13/p. 108  
 STE-15/p. 206  
 STE-40/p. 111  
 STE-62/p. 214  
 GONZÁLEZ CABEZAS, P.: IGR-06/p. 185  
 GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, I.: MNU-26/p. 193  
 RDD-07/p. 153  
 RDD-11/p. 154  
 RDD-13/p. 155  
 GONZALEZ FERNANDEZ, M.P.: MNU-13/p. 28  
 GONZÁLEZ GANDAL, R.: GRE-04/p. 93  
 GRE-08/p. 95  
 GONZÁLEZ GONZÁLEZ, J.: DOF-21/p. 172  
 GONZÁLEZ GONZÁLEZ, J.A.: DMR-27/p. 166  
 DMR-33/p. 167  
 DMR-39/p. 169  
 GONZÁLEZ HERNANDO, C.: MIS-02/p. 151  
 GONZÁLEZ LEYBA, M.: BRA-09/p. 118  
 BRA-21/p. 121  
 DMR-01/p. 164  
 IMR-12/p. 65  
 IMR-26/p. 150  
 GONZÁLEZ LÓPEZ, A.: BRA-30/p. 122  
 DOF-32/p. 175  
 DOF-58/p. 180  
 GONZALEZ PEREZ, V.: DOC-91/p. 143  
 DOF-49/p. 22  
 FAS-08/p. 53  
 RDD-24/p. 70  
 GONZÁLEZ RUIZ, C.: MNU-02/p. 189  
 MNU-15/p. 29  
 GONZALEZ SANCHIS, A.: STE-20/p. 207  
 STE-27/p. 208  
 GONZÁLEZ SOTO, X.L.: MNU-15/p. 29  
 GONZÁLEZ VECÍN, I.: DOF-61/p. 181  
 STE-25/p. 208  
 GONZÁLEZ VIDAL, V.: BRA-13/p. 18  
 GONZÁLEZ, E.: DOC-06/p. 123  
 GONZÁLEZ, J.M.: BRA-26/p. 18  
 GONZALEZ-CASTAÑO, D.: DOF-27/p. 173  
 GONZÁLEZ-LÓPEZ, A.: DOF-23/p. 64  
 IGR-14/p. 187  
 RDD-17/p. 69  
 GONZÁLEZ-PEÑA, R.: MIS-01/p. 151  
 MIS-04/p. 104  
 GONZÁLEZ-PEÑA, R.J.: RNI-01/p. 205  
 GORDO PARTEARROYO, J.C.: STE-27/p. 208  
 STE-20/p. 207  
 GORUN, C.: DOF-63/p. 181  
 IMR-22/p. 148  
 GOSÁLBEZ GOSÁLBEZ, E.: STE-34/p. 110  
 GOSÁLBEZ GOSÁLBEZ, E.: STE-54/p. 213

**GRACIA OCHOA, M.:** DOC-59/p. 136  
IMR-13/p. 147  
IMR-14/p. 147  
IMR-16/p. 66  
IMR-19/p. 148  
MNU-30/p. 31  
RDD-01/p. 72  
RDD-61/p. 163

**GRACIA, M.:** IMR-09/p. 146

**GRANDE VICENTE, C.:** PRA-26/p. 76

**GRANERO CABAÑERO, D.:** DOC-23/p. 127  
DOC-68/p. 62  
DOF-27/p. 173  
MNU-42/p. 197  
PRA-36/p. 75  
STE-20/p. 207  
STE-27/p. 208  
STE-42/p. 211  
STE-58/p. 214

**GUARDINO DE LA FLOR, C.:** DOC-91/p. 143

**GUASP TORTAJADA, M.:** DOC-42/p. 132  
DOF-22/p. 173  
DOF-30/p. 174  
IGR-11/p. 25

**GUERRA, P.:** DOF-07/p. 64

**GUERRERO ALCALDE, R.:** BRA-18/p. 120  
BRA-20/p. 120  
RDB-08/p. 87

**GUERRERO ARAQUE, J.E.:** DMR-22/p. 166

**GUILÉN, F.:** MNU-39/p. 196

**GUINEA, F.:** DMR-24/p. 166

**GUIRADO LLORENTE, D.:** BRA-17/p. 18  
BRA-20/p. 120  
DOF-36/p. 98  
EPL-02/p. 48  
MNU-10/p. 29  
PRA-37/p. 81  
RDB-08/p. 87

**GUISASOLA BERASATEGUI, A.:** BRA-11/p. 118  
IMR-24/p. 149

**GUIU SOUTO, J.:** DOC-06/p. 123  
EPL-06/p. 44  
MNU-32/p. 194  
PRA-06/p. 199

**GUTIERREZ CAMUÑAS, S.:** DMR-18/p. 44  
STE-29/p. 209

**GUTIÉRREZ PÉREZ, M.:** BRA-12/p. 119  
DOC-52/p. 135  
DOF-28/p. 174  
STE-08/p. 84

**GUTIÉRREZ VÁZQUEZ, S.:** STE-10/p. 83

**GUTIERREZ, J.L.:** EEX-04/p. 93

**GUZMAN CALCINA, C.S.:** BRA-27/p. 61  
DOF-46/p. 178

**GUZMÁN GARCÍA, K.:** DMR-27/p. 166  
DMR-33/p. 167  
DMR-39/p. 169

## H

**HERMIDA-LÓPEZ, M.:** DOC-67/p. 138

**HERNANDEZ ARMAS, J.:** DOC-05/p. 123  
DOC-24/p. 127  
DOF-17/p. 171  
EPL-07/p. 182

**HERNÁNDEZ GARCÍA, D.:** EEX-02/p. 92

**HERNANDEZ GARCÍA, M.:** STE-48/p. 114

**HERNANDEZ GONZALEZ, C.:** DMR-26/p. 166

**HERNANDEZ MACHANCOSÉS, A.:** DOC-23/p. 127  
DOC-68/p. 62  
STE-42/p. 211

**HERNÁNDEZ MASGRAU, V.:** BRA-09/p. 118  
BRA-21/p. 121  
DMR-01/p. 164  
IMR-12/p. 65  
IMR-26/p. 150  
STE-01/p. 83

**HERNÁNDEZ MIGUEL, M.:** DOC-33/p. 130  
DOC-51/p. 134

**HERNÁNDEZ RAMAJO, R.:** RDD-35/p. 74

**HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J.:** DOC-12/p. 21

DOC-31/p. 129  
DOC-43/p. 132  
DOC-64/p. 137  
DOC-69/p. 62  
DOF-40/p. 176  
IGR-02/p. 100  
IMR-08/p. 146  
IMR-21/p. 67  
MNU-05/p. 29  
MNU-12/p. 191  
MNU-18/p. 192  
MNU-27/p. 193  
RDD-04/p. 152  
RDD-30/p. 157  
RDD-58/p. 162

**HERNÁNDEZ VITORIA, A.:** DOC-35/p. 32, p. 120  
DOC-61/p. 21

**HERNÁNDEZ, C.:** EEM-09/p. 46

**HERNÁNDEZ-ARMAS, J.:** DOC-76/p. 140

PRA-05/p. 199  
PRA-11/p. 78  
PRA-16/p. 200

**HERNANDIS BARBERA, J.:** DOC-02/p. 61  
IGR-01/p. 184  
MNU-34/p. 195

**HERNANDO REQUEJO, O.:** IGR-12/p. 101

**HERRADOR CORDOBA, M.:** RDD-18/p. 155

**HERRADOR CORDOBA, M.:** DOF-03/p. 169

**HERRADOR CORDOBA, M.:** DOF-05/p. 169  
IGR-18/p. 187

**HERRADOR CORDOBA, M.:** BRA-01/p. 116  
DOC-27/p. 128  
DOF-01/p. 169  
DOF-15/p. 171  
DOF-44/p. 177  
MNU-08/p. 33, 190  
MNU-19/p. 30

**HERRANZ MUELAS, E.:** DOC-39/p. 131

**HERRANZ SOLER, M.:** PRA-14/p. 78  
PRA-40/p. 202

**HERRERO CAPELLÁN, C.:** DOF-59/p. 32, 180

**HERREROS, A.:** DOF-33/p. 175

**HHRANITZKY, MAS, C.:** DMR-14/p. 45

**HUERGA CABRERIZO, C.:** DOC-90/p. 143  
DOF-02/p. 169

**HUERTAS, C.:** DOC-90/p. 143  
DOF-02/p. 169

**HUERTAS MARTÍNEZ, M.C.:** DOF-56/p. 23, 180

**HUNGRIA ESTÉVEZ, M.J.:** DOC-25/p. 128  
FAS-12/p. 183  
STE-02/p. 205  
STE-45/p. 212  
STE-51/p. 114

**HURTADO SÁNCHEZ, A.:** DOF-56/p. 23, 180

**HUSILLOS GONZÁLEZ, F.:** IMR-07/p. 146  
RDD-34/p. 157

## I

**IBÁÑEZ FERNANDEZ, S.:** DMR-27/p. 166  
DMR-33/p. 167  
DMR-39/p. 169

**IBÁÑEZ GARCÍA, P.:** DOC-39/p. 131

**IBÁÑEZ ROSELLÓ, B.:** BRA-06/p. 97  
DMR-21/p. 165  
MNU-29/p. 193  
STE-16/p. 115

**IBÁÑEZ VILLOSLADA, C.:** DOC-14/p. 125

**IBÁÑEZ, P.:** DOF-07/p. 64

**IBORRA, M.A.:** DOC-32/p. 130

**IBORRA OQUENDO, A.:** BRA-02/p. 116  
DOC-66/p. 138  
FAS-14/p. 183  
IMR-02/p. 145  
RDD-10/p. 154

**IDOETA HERNANDORENA, R.:** DMR-36/p. 168  
PRA-40/p. 202

**INFANTE, M.A.:** DOF-10/p. 170

**IRAZOLA, L.:** DMR-13/p. 38

**IRIONDO IGERABIDE, U.:** DOC-45/p. 133  
DOC-92/p. 144  
RDD-28/p. 157

**ISPIZUA LINAZASORO, C.:** DOC-60/p. 137

**IZQUIERDO SORIANO, J.V.:** FAS-13/p. 54

**IZQUIERDO, P.:** DOC-86/p. 142  
IGR-07/p. 185

## J

**JAÉN RAMOS, F.:** FAS-12/p. 183

**JIMÉNEZ, M.:** DOC-32/p. 130

**JIMÉNEZ DOMÍNGUEZ, M.:** DOF-53/p. 179

**JIMÉNEZ ALARCÓN, J.I.:** RDD-34/p. 157

**JIMÉNEZ ALBERICIO, F.J.:** DOC-44/p. 132

DOC-47/p. 133

DOC-48/p. 133

DOC-77/p. 140

DOC-78/p. 140

**JIMÉNEZ CALERO, J.:** DOC-05/p. 123

**JIMÉNEZ DE LA PEÑA, M.M.:** RDD-44/p. 159

**JIMÉNEZ DOMÍNGUEZ, M.:** DOC-01/p. 122

DOC-55/p. 135

DOC-73/p. 139

IMR-01/p. 144

PRA-39/p. 202

**JIMÉNEZ FELSTRÖM, D.:** BRA-01/p. 116

DOF-01/p. 169

DOF-03/p. 169

DOF-05/p. 169

DOF-15/p. 171

DOF-44/p. 177

MNU-08/p. 33, 190

MNU-19/p. 30

**JIMÉNEZ GONZÁLEZ, J.M.:** DOC-33/p. 130

DOC-51/p. 134

MNU-14/p. 191

**JIMÉNEZ GUERRERO, A.:** REG-03/p. 204

**JIMÉNEZ JIMÉNEZ, E.:** DOC-93/p. 144

JIMÉNEZ LÓPEZ, P.: MNU-02/p. 189  
 JIMÉNEZ MARTÍNEZ, A.: BRA-04/p. 117  
 DOC-84/p. 142  
 JIMÉNEZ ORTÍZ, C.: MIS-05/p. 151  
 JIMÉNEZ PÉREZ, I.: MIS-01/p. 151  
 MIS-04/p. 104  
 RNI-01/p. 205  
 JIMÉNEZ ROJAS, R.: DOC-87/p. 97  
 DOF-12/p. 21  
 JIMENEZ, A.: DOC-11/p. 125  
 STE-12/p. 110  
 STE-14/p. 109  
 STE-60/p. 111  
 JIMÉNEZ-PUERTAS, S.: DOC-67/p. 138  
 JOEMAI, R.: RDD-42/p. 71  
 JORDI OLLERO, O.: DMR-04/p. 37  
 DOF-14/p. 22  
 DOF-52/p. 179  
 RDD-05/p. 69  
 JORNET SALA, N.: DMR-04/p. 37  
 DOF-14/p. 22  
 DOF-52/p. 179  
 IGR-10/p. 25  
 RDD-05/p. 69  
 JOVER PEREZ, C.: DOF-61/p. 181  
 EPL-08/p. 49  
 JUAN DE LA CRUZ, C.: RNI-06/p. 56  
 RNI-07/p. 57  
 JUAN SENABRE, X.J.: BRA-07/p. 117  
 BRA-13/p. 18  
 DOC-94/p. 63  
 DOF-22/p. 173  
 JURADO BRUGGEMAN, D.: DOC-89/p. 143  
 JURADO SANCHEZ, R.: STE-58/p. 214  
 JUSTE VIDAL, B.: DMR-02/p. 38  
 DMR-10/p. 165  
 DOF-08/p. 64  
 PRA-20/p. 200

## K

KOREN FERNÁNDEZ, C.: DMR-19/p. 43  
 DOC-90/p. 143  
 DOF-02/p. 169  
 KRÚPA, K.: RDB-06/p. 87  
 KULKA, U.: RDB-04/p. 87  
 KUNZLER, M.R.: MIS-01/p. 151

## L

LAGARES GONZÁLEZ, J.I.: DMR-22/p. 166  
 DOF-43/p. 177  
 LAGO MARTÍN, J.D.: BRA-30/p. 122  
 IGR-13/p. 186  
 IGR-16/p. 187  
 MNU-09/p. 190  
 RDD-06/p. 153  
 RDD-12/p. 154  
 RDD-20/p. 73

LALLENA ROJO, A.M.: BRA-17/p. 18  
 BRA-18/p. 120  
 BRA-20/p. 120  
 MIS-06/p. 152  
 PRA-37/p. 81  
 RDB-08/p. 87  
 LAMBISTO, D.: DOF-33/p. 175  
 LARREA PEÑA, J.A.: RDD-28/p. 157  
 LARRETxea ETXARRI, R.: DOC-45/p. 133  
 DOC-92/p. 144  
 RDD-28/p. 157  
 LARREY-RUIZ, J.: IGR-14/p. 187  
 LATORRE MUSOLL, A.: DMR-04/p. 37  
 DOF-14/p. 22  
 DOF-52/p. 179  
 IGR-10/p. 25  
 RDD-05/p. 69  
 LAVADO, E.: DOF-10/p. 170  
 LEGARDA IBÁÑEZ, F.: DMR-36/p. 168  
 PRA-18/p. 77  
 PRA-40/p. 202  
 LEON PEREZ, L.: STE-57/p. 109  
 LEÓN, Z.: RDB-01/p. 86  
 LI, R.: IGR-20/p. 26  
 LILIÁN DEL RISCO NORRLID, L.: EEM-10/p. 91  
 LINARES DOBLADO, R.: DOC-41/p. 132  
 DOC-46/p. 32, 133  
 DOF-24/p. 173  
 IMR-20/p. 33, 148  
 PRA-29/p. 202  
 LIZONDO GISBERT, M.: DMR-04/p. 37  
 DOF-14/p. 22  
 DOF-52/p. 179  
 RDD-05/p. 69  
 LLISO VALVERDE, F.: DOC-13/p. 20  
 DOF-57/p. 64  
 IMR-15/p. 66  
 LLORCA DOMAICA, N.: STE-06/p. 114  
 LLORENTE ENCISO, R.: STE-09/p. 206  
 LLORENTE HERRANZ, C.: FAS-03/p. 51  
 FAS-04/p. 51  
 LLORENTE MANSO, M.: DOC-18/p. 126  
 DOF-18/p. 171  
 DOF-39/p. 176  
 LLORET GUDIÑA, A.: STE-55/p. 213  
 STE-59/p. 84  
 LLORET PUERTO, A.: STE-09/p. 206  
 LLORET, A.: STE-24/p. 208  
 LOBATO, R.: DOC-06/p. 123  
 LOBATO-BUSTO, R.: EPL-06/p. 44  
 LOPE LOPE, R.: FAS-11/p. 51, 53  
 MNU-06/p. 190  
 MNU-20/p. 192  
 MNU-25/p. 192  
 MNU-28/p. 193  
 MNU-40/p. 197  
 MNU-41/p. 197  
 RDD-14/p. 155  
 RDD-31/p. 157  
 RDD-54/p. 162  
 LÓPEZ ÁLVAREZ, L.: GRE-07/p. 94  
 LÓPEZ BOTE, M.A.: DOC-87/p. 97  
 DOF-12/p. 21  
 MNU-02/p. 189  
 LÓPEZ CARRIZOSA, C.: DOC-14/p. 125  
 LOPEZ DE GAMARRA, M.S.: MNU-13/p. 28

LÓPEZ ESPÍ, P.L.: MIS-05/p. 151  
 LÓPEZ FERNÁNDEZ, A.: IGR-08/p. 186  
 IGR-09/p. 186  
 LOPEZ HERRAZ, J.: RNI-03/p. 56  
 LÓPEZ MOYANO, J.L.: DMR-14/p. 45  
 DMR-25/p. 47  
 LÓPEZ MUÑOZ, N.: DMR-21/p. 165  
 LÓPEZ PÉREZ, M.: PRA-05/p. 199  
 PRA-11/p. 78  
 LOPEZ PONTE, M.A.: DMR-28/p. 46  
 EEM-04/p. 90  
 LÓPEZ SÁNCHEZ, M.: BRA-09/p. 118  
 BRA-21/p. 121  
 DMR-01/p. 164  
 IMR-12/p. 65  
 IMR-26/p. 150  
 LOPEZ TARJUELO, J.: BRA-07/p. 117  
 BRA-13/p. 18  
 DOC-39/p. 131  
 DOC-42/p. 132  
 DOC-57/p. 136  
 DOC-94/p. 63  
 DOF-22/p. 173  
 IGR-11/p. 25  
 LÓPEZ VIÑA, A.: MIS-02/p. 151  
 LOPEZ, G.: MNU-37/p. 196  
 LÓPEZ, J.J.: DOF-36/p. 98  
 LOPEZ, M.A.: DMR-35/p. 168  
 DMR-38/p. 168  
 LÓPEZ-BOTE, M.A.: MNU-15/p. 29  
 LÓPEZ-LARA MARTIN, F.: DOC-53/p. 62  
 LOPO CASQUEIRO, N.: MNU-13/p. 28  
 LORENTE FILLOL, A.: DMR-27/p. 166  
 DMR-33/p. 167  
 DMR-39/p. 169  
 LORENTE LORENTE, P.: PRA-23/p. 75  
 LORENZ PÉREZ, P.: FAS-10/p. 54  
 LORENZO SALAZAR, J.M.: PRA-05/p. 199  
 PRA-11/p. 78  
 LORENZOLI, M.: DMR-13/p. 38  
 LOSADA, C.: DOC-86/p. 142  
 IGR-07/p. 185  
 LOZANO FLORES, F.J.: DOC-45/p. 133  
 DOC-92/p. 144  
 RDD-28/p. 157  
 LOZANO LANCHO, J.C.: PRA-14/p. 78  
 LOZANO MARTÍNEZ, A.: BRA-30/p. 122  
 IGR-13/p. 186  
 IGR-16/p. 187  
 LOZANO SERRANO, A.: FAS-12/183  
 LOZARES CORDERO, S.: DOC-59/p. 136  
 IMR-09/p. 146  
 IMR-13/p. 147  
 IMR-14/p. 147  
 IMR-16/p. 66  
 IMR-19/p. 148  
 MNU-30/p. 31  
 RDD-01/p. 72  
 RDD-61/p. 163  
 LUCENA CAMES, A.I.: STE-02/p. 205  
 STE-45/p. 212  
 STE-51/p. 114  
 LUIS SIMON, F.J.: MNU-08/p. 33, 190  
 MNU-19/p. 30  
 RDD-18/p. 155

LUNA TIRADO, J.: DOC-17/p. 126  
IGR-25/p. 189  
IMR-28/p. 150

LUNA VEGA, V.: EPL-06/p. 44  
PRA-06/p. 199

LUPIANI CASTELLANOS, J.: BRA-24/p. 60  
STE-19/p. 114

LUQUE HEREDIA, S.: PRA-23/p. 75

LUQUE RIDER, E.M.: STE-03/p. 84  
STE-33/p. 210  
STE-50/p. 213

LUQUE, L.: DOF-09/p. 170

LUQUERO LLOPIS, N.: DMR-08/p. 42  
DOC-94/p. 63

## M

MACÍAS DOMINGUEZ, M.T.: EEX-02/p. 92  
EEX-03/p. 92  
REG-05/p. 204

MACÍAS JAÉN, J.: BRA-14/p. 119  
DOF-38/p. 176

MACÍAS VERDE, D.: DOF-09/p. 170  
DOF-63/p. 181  
IMR-22/p. 148

MACÍAS, J.: DOF-34/p. 175  
DOF-47/p. 178

MADAN, C.: IMR-22/p. 148

MADIROLAS, S.: STE-22/p. 208

MAIRE LÓPEZ, V.: PRA-23/p. 75

MALKAJ, P.: DOF-60/p. 181

MANCHA MATEOS, P.J.: DOC-38/p. 131

MANCHADO, F.: DMR-11/p. 38

MANJÓN, G.: PRA-19/p. 78

MANTERO, J.: PRA-19/p. 78

MANZANO MARTINEZ, F.: DOC-25/p. 128  
DOC-75/p. 140  
FAS-12/p. 183  
STE-02/p. 205  
STE-45/p. 212  
STE-51/p. 114

MAÑANES PEREZ, A.: BRA-10/p. 118

MAÑERU CÁMARA, F.: DOC-59/p. 136  
IMR-09/p. 146  
IMR-13/p. 147  
IMR-14/p. 147  
IMR-16/p. 66  
IMR-19/p. 148  
MNU-30/p. 31  
RDD-01/p. 72  
RDD-61/p. 163

MARCHENA GONZALEZ, P.: DMR-42/p. 47

MARCO ARBOLI, M.: FAS-03/p. 51  
FAS-04/p. 51

MARCO COLLADO, M.J.: DOC-02/p. 61  
IGR-01/p. 184

MARCOS JIMENEZ, F.: DOC-04/p. 123  
DOC-36/p. 131

MARCOS, F.: DOC-09/p. 124

MARFIL ROBLES, M.V.: REG-01/p. 52

MARI PALACIOS, A.: DOC-10/p. 124  
DOC-85/p. 142  
IMR-25/p. 149  
MNU-43/p. 197

MARÍNEZ LUNA, R.J.: RDD-16/p. 155

MARIÑO, A.: DOC-86/p. 142  
IGR-07/p. 185

MARMOL PÉREZ, D.: DOC-29/p. 129

MARQUÉS FRAGUELA, E.: DOC-22/p. 127  
DOF-45/p. 178

MARQUEZ FERNANDEZ, J.L.: PRA-12/p. 200  
PRA-18/p. 77  
PRA-34/p. 79

MARTEL, I.: DMR-11/p. 38

MARTI ASENJO, J.: DOC-26/p. 20  
DOC-29/p. 129  
RDD-02/p. 152  
RDD-03/p. 152  
RDD-08/p. 153  
RDD-27/p. 70  
RDD-48/p. 160

MARTÍ BONMATÍ, L.: MNU-03/p. 189  
RNI-06/p. 56  
RNI-07/p. 57

MARTÍ CLIMENT, J.M.: DMR-12/p. 43  
IGR-22/p. 188  
MNU-01/p. 28  
MNU-39/p. 196  
PRA-31/p. 80

MARTÍ FUSTER, B.: MNU-35/p. 195

MARTÍN, Z.: DOC-06/p. 123

MARTÍN ALBINA, M.: DOC-59/p. 136  
IMR-13/p. 147  
IMR-14/p. 147  
IMR-16/p. 66  
IMR-19/p. 148  
MNU-30/p. 31  
RDD-01/p. 72  
RDD-61/p. 163

MARTÍN ALVÁREZ, R.: DOC-29/p. 129

MARTIN CALVARRO, J.M.: EEM-02/p. 88  
EEM-07/p. 88  
PRA-02/p. 89

MARTÍN DE MIGUEL, M.: DOC-14/p. 125

MARTIN FONTELLES, M.J.: STE-07/p. 206  
STE-36/p. 210

MARTÍN GARCÍA, R.: DMR-15/p. 165  
DMR-40/p. 45

MARTIN GOMEZ, T.: FAS-11/p. 51, 53  
MNU-06/p. 190  
MNU-20/p. 192  
MNU-25/p. 192  
MNU-28/p. 193  
MNU-40/p. 197  
MNU-41/p. 197  
RDD-14/p. 155  
RDD-31/p. 157  
RDD-54/p. 162

MARTÍN MARTÍN, G.: IGR-08/p. 186  
IGR-09/p. 186

MARTÍN NAVARRO, C.D.: DOC-46/p. 32, 133  
DOF-24/p. 173  
IMR-20/p. 33, 148  
PRA-29/p. 202

MARTÍN OLIVA, R.: DOF-63/p. 181

MARTÍN RINCÓN, C.: DOC-12/p. 21  
DOC-31/p. 129  
DOC-64/p. 137  
DOC-69/p. 62  
DOF-40/p. 176  
IGR-02/p. 100  
IMR-08/p. 146  
IMR-21/p. 67

MARTÍN RODRÍGUEZ, Z.: BRA-08/p. 117  
PRA-06/p. 199

MARTÍN, M.L.: IMR-09/p. 146

MARTÍN, R.: DOF-09/p. 170  
IMR-22/p. 148

MARTINEZ ALBALADEJO, M.: BRA-05/p. 17

MARTÍNEZ ALBALADEJO, M.: MNU-26/p. 193  
RDD-07/p. 153  
RDD-11/p. 154  
RDD-13/p. 155

MARTÍNEZ BASTÉ, A.: STE-47/p. 212

MARTÍNEZ COBO, R.: DOC-50/p. 134  
DOC-72/p. 139  
DOC-83/p. 141

MARTÍNEZ ESCRIBANO, M.M.: STE-06/p. 114

MARTÍNEZ GRACIA, Á.: EPL-08/p. 49

MARTÍNEZ LÓPEZ, G.: RNI-02/p. 56

MARTÍNEZ LUNA, R.J.: DOC-72/p. 139

MARTÍNEZ LUNA, R.J.: DOC-83/p. 141

MARTINEZ MALDIVIA, J.: DOF-51/p. 179

MARTÍNEZ MASMANO, J.M.: STE-06/p. 114

MARTÍNEZ ORTEGA, J.: DOC-28/p. 128  
DOC-54/p. 135  
DOC-60/p. 137  
IGR-21/p. 188  
MNU-16/p. 191  
RDD-45/p. 159

MARTINEZ OVALLE, S.A.: BRA-22/p. 121

MARTINEZ PASTOR, P.: STE-57/p. 109

MARTINEZ RODRIGUEZ, D.: DOC-02/p. 61

MARTÍNEZ ROJAS, J.A.: MIS-02/p. 151  
MIS-05/p. 151

MARTINEZ VALDIVIA, J.: DOC-10/p. 124  
DOC-74/p. 139  
DOC-85/p. 142  
DOC-93/p. 144  
DOF-37/p. 176  
IGR-19/p. 188  
IMR-25/p. 149  
MNU-38/p. 196  
MNU-43/p. 197  
RDD-37/p. 158

MARTÍNEZ, A.M.: DOF-36/p. 98

MARTÍNEZ, L.C.: RDD-46/p. 160  
RDD-49/p. 161

MARTÍNEZ-LUNA, R.J.: DOC-50/p. 134

MARTÍN-RODRÍGUEZ, Z.: EPL-06/p. 44  
MNU-32/p. 194

MARTÍN-VIERA CUETO, J.: BRA-29/p. 122  
DOF-25/p. 173  
DOF-29/p. 174  
DOF-41/p. 177  
STE-28/p. 209

MARTORELL ALSINA, S.: PRA-35/p. 76  
PRA-27/p. 91  
PRA-20/p. 200

MARUGÁN TOVAR, I.: PRA-23/p. 75

MAS MUÑOZ, I.: DOC-90/p. 143  
DOF-02/p. 169  
IGR-17/p. 101

MASIÁ TARAZONA, M.A.: STE-34/p. 110  
STE-54/p. 213

MATA, J.F.: BRA-04/p. 117  
DOC-03/p. 62  
DOC-11/p. 125  
DOC-84/p. 142  
RDD-22/p. 70  
RDD-36/p. 158  
STE-12/p. 110  
STE-14/p. 109  
STE-60/p. 111

- MATEO RODRIGUEZ, B.: DOC-41/p. 132  
PRA-29/p. 202
- MATEOS GIMÉNEZ, J.: BRA-04/p. 117  
DOC-11/p. 125  
DOC-84/p. 142
- MATEOS SALVADOR, P.: EPL-03/p. 43
- MAYO NOGUERÍA, P.: FAS-09/p. 51
- MAYO, P.: DMR-10/p. 165
- MCCREARY, V.R.: MNU-11/p. 98
- MEDINA VALDES, L.: RNI-03/p. 56
- MEDINA-JIMÉNEZ, E.: EPL-06/p. 44
- MEDRANO, J.C.: DOC-08/p. 124
- MEILÁN BERMEJO, E.: IGR-08/p. 186  
IGR-09/p. 186
- MELERO, I.: DOC-58/p. 136
- MELGAR PÉREZ, J.: DOC-01/p. 122  
DOC-55/p. 135  
DOC-73/p. 139  
DOF-53/p. 179  
IMR-01/p. 144  
PRA-39/p. 202
- MELIÁN JIMÉNEZ, M.P.: DOF-09/p. 170  
DOF-63/p. 181  
IMR-22/p. 148
- MENÁRGUEZ LÓPEZ, E.: BRA-04/p. 117  
DOC-11/p. 125  
DOC-84/p. 142  
STE-12/p. 110  
STE-14/p. 109  
STE-60/p. 111
- MÉNDEZ CAROT, I.: DOF-35/p. 176
- MENDEZ VILLAFÁÑE, R.: DMR-22/p. 166  
DMR-29/p. 39  
DMR-30/p. 167  
DMR-34/p. 168  
PRA-24/p. 80
- MENDIGUREN SANTIAGO, M.Á.: DOC-62/p. 137
- MENDOZA CEMBRANOS, E.: DMR-22/p. 166
- MENGUAL GIL, M.A.: DOC-44/p. 132  
DOC-47/p. 133  
DOC-48/p. 133
- MERCE ARNAU, V.: STE-34/p. 110  
STE-54/p. 213
- MERCHANTE GARCÍA, E.: RDD-18/p. 155
- MERINO GESTOSO, J.A.: IMR-07/p. 146
- MESTRE DE JUAN, V.: DMR-06/p. 164
- MIGUEL PÉREZ, D.: DOC-53/p. 62  
IMR-18/p. 66
- MILENA PÉREZ, A.: PRA-38/p. 79
- MILLÁN ARMENGOL, A.P.: EPL-08/p. 49
- MILLÁN CEBRIÁN, E.: DOC-35/p. 32, 120  
DOC-61/p. 21
- MILLÁN, P.E.: MIS-03/p. 104  
RDD-39/p. 71
- MÍNGUEZ AGUILAR, C.: IGR-03/p. 25
- MÍNGUEZ REY, M.F.: MIS-01/p. 151
- MIÑANO HERRERO, J.A.: DOC-50/p. 134  
DOC-83/p. 141  
RDD-16/p. 155  
STE-19/p. 114
- MIQUELEZ ALONSO, S.: DOC-59/p. 136  
IMR-09/p. 146  
IMR-13/p. 147  
IMR-14/p. 147  
IMR-16/p. 66  
IMR-19/p. 148  
MNU-30/p. 31  
RDD-01/p. 72  
RDD-61/p. 163
- MIRANDA LABAJO, S.: DOC-81/p. 141  
IGR-06/p. 185
- MIRÓ HERRERO, R.: DMR-02/p. 38
- MIRÓ, R.: DOF-08/p. 64
- MIX, M.: MNU-24/p. 31
- MOHADR ABDEL-MAGID, Y.: STE-09/p. 206
- MOJINA LÓPEZ, M.Y.: DOC-04/p. 123  
DOC-09/p. 124  
DOC-15/p. 20  
DOC-21/p. 20  
DOC-36/p. 131  
DOC-40/p. 131  
DOF-10/p. 170  
IGR-17/p. 101  
RDD-21/p. 156  
RDD-44/p. 159  
STE-21/p. 111, 112
- MOJINA, M.: DOF-36/p. 98
- MONROY ANTON, J.L.: FAS-13/p. 54  
IGR-01/p. 184
- MONTEJO ARTECHE, A.: RDD-52/p. 161
- MONTEMUÑO MUÑOZ, S.: IGR-04/p. 184
- MONTENEGRO IGLESIAS, N.: DOC-42/p. 132  
DOF-30/p. 174
- MONTERO PRIETO, M.: EEM-06/p. 89  
EEM-08/p. 90
- MONTES FUENTES, C.: MNU-05/p. 29  
MNU-12/p. 191  
MNU-18/p. 192  
MNU-27/p. 193  
RDD-04/p. 152  
RDD-30/p. 157  
RDD-58/p. 162
- MONTES LOZANO, M.J.: STE-03/p. 84  
STE-33/p. 210  
STE-50/p. 213
- MONTES RUBIO, E.: DOF-50/p. 178
- MONTES URUEN, A.: DMR-18/p. 44  
DOC-60/p. 137  
DOC-63/p. 21  
MNU-36/p. 195  
RDD-56/p. 72  
RDD-59/p. 162
- MONTORO PASTOR, A.: RDB-01/p. 86  
RDB-03/p. 203  
RDB-04/p. 87
- MONTOYA-PASTOR, A.: MNU-32/p. 194
- MOR FERRER, A.: STE-34/p. 110  
STE-54/p. 213
- MORA, R.: BRA-02/p. 116
- MORA CAÑADAS, J.C.: PRA-08/p. 77
- MORA MELENDEZ, R.: DOC-32/p. 130  
DOC-66/p. 138
- MORAL SÁNCHEZ, S.C.: BRA-11/p. 118  
IMR-24/p. 149
- MORALEDA CHAVES, M.: DMR-22/p. 166  
DMR-31/p. 167  
DMR-38/p. 168
- MORALES LEON, F.J.: STE-11/p. 206  
STE-17/p. 207  
STE-18/p. 207  
STE-43/p. 211  
STE-63/p. 214
- MORALES, R.: PRA-24/p. 80
- MORALES-SÁNCHEZ, J.: IGR-14/p. 187
- MORÁN VELASCO, V.: DMR-12/p. 43  
MNU-01/p. 28  
MNU-39/p. 196  
PRA-31/p. 80
- MORATAL PÉREZ, D.: DOF-49/p. 22  
FAS-08/p. 53
- MORATÓ, S.: DOF-08/p. 64
- MORENO, J.C.: DOF-34/p. 175
- MORENO ANAYA, E.: DOF-25/p. 173  
DOF-29/p. 174  
IMR-17/p. 148  
RNI-05/p. 205
- MORENO CANO, R.: IGR-13/p. 186  
IGR-16/p. 187  
MNU-09/p. 190  
RDD-06/p. 153  
RDD-12/p. 154  
RDD-20/p. 73
- MORENO JIMÉNEZ, M.: IMR-23/p. 149
- MORENO LÓPEZ, J.: MNU-37/p. 196
- MORENO MARTÍNEZ, E.: STE-04/p. 205  
STE-32/p. 209  
STE-39/p. 211  
STE-49/p. 212
- MORENO REYES, J.C.: BRA-14/p. 119  
DOF-38/p. 176
- MORENO SAIZ, C.: STE-13/p. 108  
STE-15/p. 206  
STE-62/p. 214
- MORENO SÁIZ, C.: DOC-88/p. 143  
DOF-25/p. 173  
DOF-29/p. 174  
DOF-41/p. 177
- MORENO, Á.: DOF-36/p. 98
- MORENO, J.C.: DOF-47/p. 178
- MORENO-TORRES, M.: DOF-36/p. 98  
EPL-02/p. 48  
MNU-10/p. 29
- MORERA MOLINA, A.: DOF-63/p. 181  
IMR-22/p. 148
- MORILLAS RUIZ, J.: DOC-30/p. 129  
DOC-34/p. 130  
DOC-80/p. 141  
RDD-60/p. 163
- MORILLO MACÍAS, V.: DOC-39/p. 131  
DOC-42/p. 132  
DOC-57/p. 136  
DOC-94/p. 63
- MORÍS DE PABLOS, R.: BRA-05/p. 17
- MOSQUERA SEOANE, J.: BRA-08/p. 117
- MOSQUERA-SUIERO, J.: EPL-06/p. 44
- MOZAS GARCÍA, A.: EEM-02/p. 88  
EEM-07/p. 88  
PRA-02/p. 89
- MUELAS SORIA, R.: BRA-13/p. 18
- MULAS, D.: PRA-01/p. 198
- MUÑOZ CAÑETE, I.: PRA-39/p. 202
- MUÑOZ ESPEJO, M.: DOC-25/p. 128  
FAS-12/p. 183  
STE-02/p. 205  
STE-45/p. 212  
STE-51/p. 114
- MUÑOZ MONTPLET, C.: DOC-89/p. 143
- MUÑOZ SAN MARTÍN, S.: RNI-02/p. 56
- MUÑOZ SANTAPAU, M.: STE-57/p. 109
- MUÑOZ, R.: DMR-24/p. 166
- MUR LEON, P.: BRA-03/p. 117
- MURESAN, B.: RDB-03/p. 203

## N

NAUTA, G.: BRA-23/p. 60  
 NAVALÓN MARTÍNEZ, A.: STE-34/p. 110  
 STE-54/p. 213  
 NAVARRO, J.F.: DMR-35/p. 168  
 NAVARRO AMARO, J.F.: DMR-28/p. 46  
 NAVARRO BRAVO, T.: DMR-40/p. 45  
 NAVARRO GUIRADO, F.: BRA-29/p. 122  
 DOC-88/p. 143  
 DOF-29/p. 174  
 IMR-17/p. 148  
 RNI-05/p. 205  
 NAVARRO IBARRA, C.: DOC-52/p. 135  
 NAVARRO ORTEGA, N.: GRE-02/p. 93  
 PRA-12/p. 200  
 NAVARRO, F.: MIS-03/p. 104  
 RDD-39/p. 71  
 NAVARRO, J.F.: DMR-38/p. 168  
 NAVARRO, N.: PRA-18/p. 77  
 NAVARRO-SABATÉ, À.: REG-03/p. 204  
 NESTLE, U.: MNU-24/p. 31  
 NIATSETSKI, Y.: BRA-23/p. 60  
 NICOLÁS, A.I.: BRA-15/p. 31, 119  
 NIEBLA PIÑERO, A.: IMR-07/p. 146  
 RDD-34/p. 157  
 NIEVA ORRANTIA, A.: STE-04/p. 205  
 STE-32/p. 209  
 STE-39/p. 211  
 STE-49/p. 212  
 NIÑEROLA BAIZÁN, A.: MNU-35/p. 195  
 NOGUERALEBARTOLOME, C.: GRE-02/p. 93  
 NOMBELA, R.: RNI-06/p. 56  
 NORIEGA GONZÁLEZ, D.C.: RDD-35/p. 74  
 NOSTI RUEDA, B.: RDD-30/p. 157  
 NOVALES DURÁN, M.: DMR-09/p. 44  
 NOVO SANJURJO, M.: DMR-34/p. 168  
 PRA-24/p. 80  
 NUÑEZ CUMPLIDO, E.: DOC-24/p. 127  
 NUÑEZ MARTIN, C.: STE-29/p. 209  
 NUÑEZ MARTÍN, L.: DMR-18/p. 44  
 DOF-43/p. 177  
 MIS-02/p. 151  
 MIS-05/p. 151  
 NUÑEZ MARTÍNEZ, L.: DOC-30/p. 129  
 DOC-34/p. 130  
 DOC-80/p. 141  
 RDD-60/p. 163  
 NUÑEZ QUINTANILLA, A.: BRA-12/p. 119  
 DOF-28/p. 174  
 DOC-52/p. 135  
 STE-08/p. 84  
 NUÑEZ, M.I.: EPL-02/p. 48  
 NUÑO RODRIGUEZ, C.: DOC-25/p. 128  
 DOC-75/p. 140

## O

OBLANCA, J.L.: DMR-24/p. 166  
 OCAMPO RAMOS, J.C.: MNU-21/p. 30  
 OESTREICHER, U.: RDB-04/p. 87  
 OJEDA LOPEZ, A.: MNU-33/p. 194  
 PRA-03/p. 45  
 PRA-22/p. 201  
 RDD-09/p. 153  
 OLASOLO ALONSO, J.: DOC-59/p. 136  
 IMR-13/p. 147  
 IMR-14/p. 147  
 IMR-16/p. 66  
 IMR-19/p. 148  
 MNU-30/p. 31  
 RDD-01/p. 72  
 RDD-61/p. 163  
 OLASOLO, J.: IMR-09/p. 146  
 OLIVARES, L.: RDB-01/p. 86  
 OLIVAS ARROYO, C.: STE-16/p. 115  
 OLIVERA VEGAS, J.: IMR-29/p. 150  
 ONSÉS SEGARRA, A.: DOF-26/p. 22  
 MNU-44/p. 198  
 ONTALBA SALAMANCA, M.A.: PRA-33/p. 79  
 ORDIALES SOLÍS, J.M.: DOF-19/p. 172  
 DOF-31/p. 175  
 ORDÓÑEZ MÁRQUEZ, J.: DOC-50/p. 134  
 STE-19/p. 114  
 ORELLANA SALAS, A.: DOC-01/p. 122  
 DOC-55/p. 135  
 DOC-73/p. 139  
 DOF-53/p. 179  
 IMR-01/p. 144  
 PRA-39/p. 202  
 ORTA NAVARRO, M.C.: PRA-07/p. 76  
 ORTEGA JUAN, R.: STE-26/p. 113  
 STE-41/p. 211  
 STE-53/p. 213  
 STE-61/p. 214  
 ORTEGA MARTÍN, I.: IGR-13/p. 186  
 IGR-16/p. 187  
 ORTEGA PADINA, P.: DOC-35/p. 32, 120  
 DOC-61/p. 21  
 EPL-04/p. 182  
 EPL-05/p. 182  
 ORTEGA, E.: MIS-03/p. 104  
 ORTEGA, X.: DMR-03/p. 41  
 ORTEGO, A.: DMR-34/p. 168  
 ORTIZ LLAGARIA, A.: STE-07/p. 206  
 ORTIZ LORA, A.: RDD-38/p. 158  
 RDD-50/p. 161  
 ORTIZ MORAGÓN, J.: PRA-35/p. 76  
 PRA-27/p. 91  
 ORTIZ RAMIS, M.T.: GRE-06/p. 94  
 PRA-07/p. 76  
 ORTIZ SEIDEL, M.: BRA-14/p. 119  
 ORTIZ, D.: DMR-32/p. 167  
 ORTIZ, J.: PRA-20/p. 200  
 OSORIO CEBALLOS, J.: DOF-61/p. 181  
 OSSOLA LENTATI, G.A.: BRA-28/p. 121  
 DOC-16/p. 125  
 OSULLIVAN, J.M.: MNU-11/p. 98  
 OTAL PALACÍN, A.: BRA-15/p. 31, 119  
 MNU-30/p. 31  
 OTERO MARTINEZ, C.: EPL-06/p. 44  
 PRA-06/p. 199  
 OTERO ROMERO, A.: DOC-72/p. 139  
 OUHIB, Z.: BRA-23/p. 60

## P

PACHECHO AHUMADA, F.: BRA-29/p. 122  
 DOF-29/p. 174  
 IMR-17/p. 148  
 RNI-05/p. 205  
 PADILLA VAZ, C.: RDD-56/p. 72  
 STE-24/p. 208  
 STE-29/p. 209  
 STE-55/p. 213  
 STE-59/p. 84  
 PALAZÓN CANO, I.: DOF-20/p. 172  
 IGR-05/p. 185  
 STE-30/p. 108  
 PALIZAS CALVO, S.: DOF-59/p. 32, 180  
 PALOMO LLINARES, R.: DOC-30/p. 129  
 DOC-34/p. 130  
 DOC-80/p. 141  
 RDD-60/p. 163  
 RNI-06/p. 56  
 PAMOS NAVAS, J.L.: STE-06/p. 114  
 PANDO FERNANDEZ, G.: DOC-23/p. 127  
 MNU-42/p. 197  
 STE-20/p. 207  
 STE-27/p. 208  
 STE-42/p. 211  
 STE-58/p. 214  
 PARDO MASFERRER, J.: IGR-04/p. 184  
 PARDO PEREZ, E.: DOC-04/p. 123  
 DOC-09/p. 124  
 DOC-15/p. 20  
 DOC-21/p. 20  
 DOC-36/p. 131  
 DOC-40/p. 131  
 DOF-10/p. 170  
 IGR-17/p. 101  
 RDD-21/p. 156  
 RDD-44/p. 159  
 STE-21/p. 111, 112  
 PARDO-MONTERO, J.: DOF-27/p. 173  
 PARRA OSORIO, V.: IMR-07/p. 146  
 PARRADO RODRÍGUEZ, P.: BRA-04/p. 117  
 PASTOR SANCHÍS, V.: BRA-11/p. 118  
 IMR-24/p. 149  
 PATIÑO CAMARGO, G.: DMR-08/p. 42  
 PAVÍA SEGURA, J.: MNU-35/p. 195  
 PEINADO MONTES, M.A.: FAS-10/p. 54  
 PEIRO JUAN, J.: PRA-17/p. 91  
 PELLEJERO PELLEJERO, S.: DOC-59/p. 136  
 IMR-09/p. 146  
 IMR-13/p. 147  
 IMR-14/p. 147  
 IMR-16/p. 66  
 IMR-19/p. 148  
 MNU-30/p. 31  
 RDD-01/p. 72  
 RDD-61/p. 163  
 PENEDO COBOS, J.M.: BRA-19/p. 120  
 DOC-17/p. 126  
 DOF-11/p. 170  
 IGR-25/p. 189  
 IMR-27/p. 67  
 IMR-28/p. 150  
 IMR-29/p. 150  
 PEÑA, A.: EEX-01/p. 92  
 PEÑA, N.: FAS-14/p. 183

- PEÑAS, L.: EPL-02/p. 48  
 PEÑUELAS, I.: MNU-39/p. 196  
 PERALES, A.: BRA-16/p. 119  
 DOF-34/p. 175  
 DOF-47/p. 178  
 PERALES MOLINA, Á.: BRA-14/p. 119  
 MNU-45/p. 198  
 PEREDA BARROETA, N.: FAS-05/p. 50, 53  
 PEREZ ALVAREZ, M.E.: DOF-16/p. 171  
 RDD-41/p. 34, 159  
 PÉREZ CALATAYUD, J.: BRA-06/p. 97  
 BRA-15/p. 31, 119  
 BRA-17/p. 18  
 BRA-23/p. 60  
 DOC-13/p. 20  
 DOF-57/p. 64  
 IMR-15/p. 66  
 MNU-29/p. 193  
 PRA-36/p. 75  
 RDB-01/p. 86  
 PÉREZ CASAS, A.M.: DOC-17/p. 126  
 IGR-25/p. 189  
 IMR-27/p. 67  
 IMR-28/p. 150  
 IMR-29/p. 150  
 PÉREZ DUEÑAS, V.: RDD-27/p. 70  
 RDD-48/p. 160  
 PEREZ ECHAGÜEN, S.: BRA-28/p. 121  
 DOC-16/p. 125  
 PÉREZ FERNÁNDEZ, M.: BRA-09/p. 118  
 BRA-21/p. 121  
 DMR-01/p. 164  
 IMR-12/p. 65  
 IMR-26/p. 150  
 PÉREZ GARCÍA, H.: DOC-53/p. 62  
 IMR-18/p. 66  
 MNU-04/p. 28  
 PÉREZ GONZÁLEZ, L.: DOC-65/p. 138  
 DOF-54/p. 180  
 IMR-11/p. 65  
 PEREZ GONZALEZ, M.: DOC-25/p. 128  
 PÉREZ LIVA, M.: RNI-03/p. 56  
 PÉREZ LÓPEZ, B.: DMR-28/p. 46  
 DMR-35/p. 168  
 PÉREZ MESTRE, M.: BRA-07/p. 117  
 PEREZ MORALES, J.M.: DMR-22/p. 166  
 PÉREZ MORENO, J.M.: DOC-26/p. 20  
 DOC-29/p. 129  
 IGR-12/p. 101  
 PÉREZ RODRÍGUEZ, C.: DOC-53/p. 62  
 IMR-18/p. 66  
 MNU-23/p. 30  
 PÉREZ ROZOS, A.: DOC-71/p. 63  
 PEREZ SANCHEZ, D.: GRE-03/p. 184  
 PÉREZ VARA, C.: DOC-14/p. 125  
 DOC-49/p. 133  
 DOC-56/p. 136  
 DOC-70/p. 139  
 IMR-04/p. 145  
 IMR-05/p. 145  
 PÉREZ VELOZ, S.: IGR-09/p. 186  
 PÉREZ ZABALETA, E.: PRA-04/p. 77  
 PEREZ, A.: DMR-32/p. 167  
 PEREZ, B.: DMR-38/p. 168  
 PÉREZ, C.: RNI-02/p. 56  
 PÉREZ, D.: DMR-35/p. 168  
 PÉREZ, J.L.: DOF-09/p. 170  
 PÉREZ-CEJUELA RINCÓN, P.: EEM-05/p. 90  
 PEREZ-GARCÍA, H.: MNU-23/p. 30  
 PÉREZ-MESTRE, M.: BRA-13/p. 18  
 PÉREZ-REGADERA, J.F.: DOC-95/p. 144  
 PÉREZ-SORIANO, P.: MIS-04/p. 104  
 PERISET UBEDA, A.: RDD-55/p. 72  
 PERUCHA ORTEGA, M.: DOC-41/p. 132  
 DOC-46/p. 32, 133  
 DOF-24/p. 173  
 IMR-20/p. 33, 148  
 PRA-29/p. 202  
 PETOUSSI-HENS, N.: MNU-21/p. 30  
 PICÓN OLMOS, C.: DOF-26/p. 22  
 DOF-50/p. 178  
 PIFARRÉ MARTINEZ, X.: RDD-56/p. 72  
 STE-29/p. 209  
 PILES ALEPUZ, I.: PRA-17/p. 91  
 PINA ZAPARDIEL, R.: EEX-02/p. 92  
 PINA, R.: REG-05/p. 204  
 PINO ALMERO, L.: MIS-01/p. 151  
 PINO LEÓN, C.: DOC-45/p. 133  
 DOC-92/p. 144  
 RDD-28/p. 157  
 PINTO MONEDERO, M.: DOC-26/p. 20  
 DOC-29/p. 129  
 RDD-08/p. 153  
 RDD-27/p. 70  
 RDD-48/p. 160  
 RNI-06/p. 56  
 PIÑERO GARCÍA, F.: PRA-10/p. 199  
 PRA-38/p. 79  
 PIZARRO TRIGO, F.: DOC-30/p. 129  
 DOC-34/p. 130  
 DOC-80/p. 141  
 RDD-60/p. 163  
 PLA FARNOS, M.J.: DOF-26/p. 22  
 PLANES MESEGUER, D.: DOC-81/p. 141  
 IGR-06/p. 185  
 RDB-09/p. 88  
 PLAZA MULAS, R.: DMR-34/p. 168  
 PLAZA NÚÑEZ, R.: DMR-19/p. 43  
 RDD-47/p. 160  
 PLAZAS, M.C.: EEX-01/p. 92  
 POLA, A.: DMR-31/p. 167  
 POLO CEZÓN, R.: DOC-87/p. 97  
 DOF-12/p. 21  
 MNU-02/p. 189  
 MNU-15/p. 29  
 POMARES ARIAS, A.: IGR-06/p. 185  
 POMBAR CAMEÁN, M.: BRA-08/p. 117  
 EPL-06/p. 44  
 MNU-32/p. 194  
 PRA-06/p. 199  
 PONCET, M.L.: DOC-86/p. 142  
 IGR-07/p. 185  
 PONS MOCHOLÍ, S.: STE-06/p. 114  
 PORTAS FERRADÁS, B.C.: IMR-07/p. 146  
 POZO RODRIGUEZ, G.: RDD-15/p. 155  
 RDD-32/p. 100  
 RDD-53/p. 161  
 PRADA GÓMEZ, P.J.: BRA-10/p. 118  
 PRAT, X.: PRA-01/p. 198  
 PRATS CABACES, LL.: MNU-17/p. 191  
 MNU-22/p. 192  
 PRIEGO QUESADA, J.I.: MIS-01/p. 151  
 MIS-04/p. 104  
 RNI-01/p. 205  
 PRIETO AZCÁRATE, E.: DMR-12/p. 43  
 MNU-01/p. 28  
 MNU-45/p. 198  
 PRA-31/p. 80  
 PRIETO BUTILLÉ, E.: PRA-13/p. 76  
 PRIETO MORÁN, D.: MNU-26/p. 193  
 RDD-07/p. 153  
 RDD-11/p. 154  
 RDD-13/p. 155  
 PRIETO, E.: MNU-39/p. 196  
 PRINCIPI, S.: DMR-03/p. 41  
 DMR-07/p. 42  
 DMR-20/p. 41  
 PUCHADES PUCHADES, V.: BRA-04/p. 117  
 DOC-03/p. 62  
 DOC-11/p. 125  
 DOC-84/p. 142  
 RDD-22/p. 70  
 RDD-36/p. 158  
 STE-12/p. 110  
 STE-14/p. 109  
 STE-60/p. 111  
 PUÉRTOLAS HERNÁNDEZ, J.R.: DOC-45/p. 133  
 DOC-92/p. 144  
 RDD-28/p. 157  
 PUIG CASADO, P.: RDB-07/p. 204  
 PUIG CASANOVAS, R.: RDB-07/p. 204  
 PUIMEDÓN SANTOLARIA, J.M.: DOC-77/p. 140  
 DOC-78/p. 140  
 PUJADES CLAUMARCHIRANT, M.C.: STE-06/p. 114  
 PUJOL CANADELL, M.: RDB-07/p. 204  
 PUJOL, L.: PRA-04/p. 77  
 PUXEU VAQUÉS, J.: DOF-50/p. 178

Q

- QUESADA, R.: EEM-05/p. 90  
 QUILIS, C.: DOF-33/p. 175  
 QUINCOCES, G.: MNU-39/p. 196  
 QUINDOS PONCELA, L.: EEX-04/p. 93  
 QUIÑONES DÍEZ, J.: EEM-05/p. 90  
 GRE-02/p. 93  
 QUIÑONES RODRIGUEZ, L.A.: BRA-02/p. 116  
 DOC-07/p. 123  
 DOC-32/p. 130  
 DOC-66/p. 138  
 RDD-10/p. 154  
 QUIRÓS HIGUERAS, J.D.: DOC-94/p. 63  
 DOF-22/p. 173

R

- R.LATORRE, D.: BRA-26/p. 18  
 RABA DÍEZ, J.I.: DOC-62/p. 137  
 RABADAN MELLADO, N.: STE-07/p. 206  
 STE-36/p. 210  
 RAFECAS JORBA, I.: REG-03/p. 204  
 RAMÍREZ, J.C.: DOF-56/p. 23, 180  
 MNU-10/p. 29

- RAMOS AMORES, D.: BRA-04/p. 117  
DOC-03/p. 62  
DOC-11/p. 125  
DOC-84/p. 142  
RDD-22/p. 70  
RDD-36/p. 158  
STE-12/p. 110  
STE-14/p. 109  
STE-60/p. 111
- RAMOS CABALLERO, J.: DOF-31/p. 175  
DOF-19/p. 172
- RAMOS GARCÍA, LI.: IMR-23/p. 149
- RAMOS SALVADOR, L.: PRA-23/p. 75
- RAMOS-MEMBRIVE, R.: MNU-39/p. 196
- RAYA HIDALGO, P.: DMR-09/p. 44
- REAL GALLEGU, A.: PRA-08/p. 77
- REAL, A.: GRE-03/p. 184
- REBOLA, J.: BRA-31/p. 122
- REDONDO, R.: MIS-03/p. 104  
RDD-39/p. 71
- REGODÓN GÓMEZ, E.: PRA-11/p. 78
- REINADO, M.: FAS-14/p. 183
- REY DEL CASTILLO, C.: PRA-23/p. 75
- REYES CABALLERO, F.: BRA-22/p. 121
- REYES GARCÍA, R.: BRA-01/p. 116  
DOC-27/p. 128  
DOF-03/p. 169  
DOF-05/p. 169  
DOF-15/p. 171  
DOF-44/p. 177  
IGR-18/p. 187  
MNU-08/p. 33, 190  
MNU-19/p. 30
- RIBALTA POYATOS, A.: STE-24/p. 208  
STE-55/p. 213  
STE-59/p. 84
- RIBAS MORALES, M.: DMR-04/p. 37  
DOF-14/p. 22  
DOF-52/p. 179  
IGR-10/p. 25  
RDD-05/p. 69
- RIBELLES SEGURA, M.J.: MNU-01/p. 28  
MNU-39/p. 196
- RICHART, J.: BRA-15/p. 31, 119
- RICHTER ECHEVARRÍA, J.Á.: MNU-01/p. 28  
MNU-39/p. 196  
PRA-31/p. 80
- RINCON PEREZ, M.: BRA-19/p. 120  
DOC-17/p. 126  
DOF-11/p. 170  
IGR-25/p. 189  
IMR-27/p. 67  
IMR-28/p. 150  
IMR-29/p. 150
- RÍOS PILAR, A.: DOF-59/p. 32, 180
- RIOS POZO, B.: DOC-25/p. 128  
DOC-75/p. 140
- RIVAS BALLARÍN, M.A.: DMR-05/p. 42  
EPL-04/p. 182  
EPL-05/p. 182  
MIS-03/p. 104  
RDD-39/p. 71
- RIVAS SANCHEZ, A.: MNU-03/p. 189
- RIVERA GIMENEZ, M.: BRA-12/p. 119  
DOC-52/p. 135  
DOF-28/p. 174  
STE-08/p. 84
- ROBAYNA DUQUE, B.: DOC-05/p. 123  
DOF-17/p. 171
- ROBLES DE CELIS, F.: STE-35/p. 115
- ROCA ENGRONYAT, M.: MNU-17/p. 191
- ROCH GONZÁLEZ, M.: DOC-65/p. 138  
DOF-54/p. 180  
IMR-11/p. 65
- RODRIGO, R.: RDB-01/p. 86  
RDB-03/p. 203
- RODRÍGUEZ, B.: DOC-10/p. 124
- RODRÍGUEZ ARÉVALO, J.: PRA-04/p. 77
- RODRÍGUEZ CASTILLO, M.: STE-19/p. 114
- RODRÍGUEZ COBO, C.: MNU-36/p. 195
- RODRÍGUEZ GÓMEZ, M.A.: GRE-04/p. 93  
GRE-08/p. 95
- RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, F.: DOC-05/p. 123
- RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, R.: DMR-14/p. 45  
DMR-16/p. 165  
DMR-25/p. 47
- RODRÍGUEZ LÓPEZ, B.: BRA-25/p. 121  
DOC-74/p. 139  
DOC-85/p. 142  
DOC-93/p. 144  
DOF-37/p. 176  
DOF-51/p. 179  
EPL-03/p. 43  
IGR-04/p. 184  
IGR-19/p. 188  
IMR-25/p. 149  
MNU-38/p. 196  
MNU-43/p. 197  
RDD-37/p. 158
- RODRÍGUEZ PERESTELO, N.I.: PRA-05/p. 199  
PRA-11/p. 78
- RODRIGUEZ QUESADA, B.: GRE-07/p. 94
- RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, C.: IGR-08/p. 186  
IGR-09/p. 186
- RODRIGUEZ ROMERO, R.: DOC-08/p. 124  
DOC-63/p. 21  
RDD-18/p. 155  
RDD-45/p. 159
- RODRÍGUEZ, I.: DOC-58/p. 136
- RODRÍGUEZ, M.: DOC-58/p. 136
- RODRÍGUEZ, M.A.: DMR-24/p. 166
- RODRÍGUEZ, S.: BRA-15/p. 31, 119
- RODRÍGUEZ-FRAILE, M.: MNU-39/p. 196
- ROIG LÓPEZ, A.: STE-44/p. 212
- ROIG, M.: DMR-03/p. 41
- ROLDAN ARJONA, J.M.: DOC-50/p. 134  
DOC-72/p. 139  
DOC-83/p. 141  
RDD-16/p. 155
- ROLDÁN GARCÍA, C.: PRA-25/p. 201
- ROLDÁN MADROÑERO, J.: RNI-02/p. 56
- ROLDAN, J.: FAS-14/p. 183
- ROLDÃO, M.: BRA-31/p. 122
- ROMANCE GARCÍA, A.: DOC-75/p. 140
- ROMERA MARTÍNEZ, I.: DOC-89/p. 143
- ROMERO GUTIÉRREZ, A.M.: DMR-14/p. 45  
DMR-16/p. 165  
DMR-25/p. 47
- ROMERO HERNANDEZ, C.: MIS-04/p. 104  
RNI-01/p. 205
- ROMERO PÉREZ, J.: DOC-93/p. 144
- ROMERO SILLERO, F.: DOC-74/p. 139  
DOC-93/p. 144  
DOF-37/p. 176  
DOF-51/p. 179
- ROMERO ZAYAS, I.: MNU-17/p. 191
- ROMERO, A.M.: DMR-31/p. 167
- ROS PUIG, D.: MNU-35/p. 195
- ROSELLO FERRANDO, J.: DOC-23/p. 127  
DOC-68/p. 62  
DOF-27/p. 173  
MNU-42/p. 197  
STE-20/p. 207  
STE-27/p. 208  
STE-42/p. 211  
STE-58/p. 214
- ROT, M.J.: RDD-46/p. 160  
RDD-49/p. 161
- ROYO CARRERA, B.: STE-04/p. 205  
STE-32/p. 209  
STE-39/p. 211  
STE-49/p. 212
- ROZAS GUINEA, S.: PRA-40/p. 202
- RUBÍ OLEA, L.: IMR-18/p. 66
- RUBIO ARRONIZ, A.: DOC-59/p. 136  
IMR-13/p. 147  
IMR-14/p. 147  
IMR-16/p. 66  
IMR-19/p. 148  
MNU-30/p. 31  
RDD-01/p. 72  
RDD-61/p. 163
- RUBIO LÓPEZ, S.: IGR-16/p. 187
- RUBIO RODRÍGUEZ, M.C.: IGR-12/p. 101
- RUEDA, M<sup>º</sup>D.: FAS-10/p. 54
- RUIZ LÓPEZ, M.A.: STE-19/p. 114
- RUIZ MANZANO, P.: DMR-05/p. 42  
EPL-04/p. 182  
EPL-05/p. 182
- RUIZ MAQUEDA, S.: DOC-04/p. 123  
DOC-15/p. 20  
DOC-21/p. 20  
DOC-36/p. 131  
DOC-40/p. 131  
RDD-21/p. 156  
RDD-44/p. 159  
STE-21/p. 111, 112
- RUIZ MARTIN, J.: DMR-18/p. 44  
RDD-56/p. 72  
STE-29/p. 209
- RUIZ MARTINEZ HERNANDO, J.T.: GRE-01/p. 93  
GRE-05/p. 94
- RUIZ MARTÍNEZ, A.: DOF-14/p. 22  
IGR-10/p. 25
- RUIZ MORALES, C.: DOC-19/p. 126  
DOC-20/p. 127  
DOF-32/p. 175  
DOF-58/p. 180  
RDD-43/p. 159
- RUIZ PEÑALBA, F.: DMR-06/p. 164
- RUIZ POMAR, J.: FAS-11/p. 51, 53  
MNU-06/p. 190  
MNU-20/p. 192  
MNU-25/p. 192  
MNU-28/p. 193  
MNU-40/p. 197  
MNU-41/p. 197  
RDD-14/p. 155  
RDD-31/p. 157  
RDD-54/p. 162
- RUIZ SANCHEZ, M.: IGR-06/p. 185



RUIZ, A.: DOF-52/p. 179  
 RUIZ, C.: DOF-57/p. 64  
 RUIZ, C.: BRA-17/p. 18  
 RUIZ, E.: DOF-09/p. 170  
 RUIZ, F.: DMR-41/p. 45  
 FAS-06/p. 183  
 RUIZ, P.: MIS-03/p. 104  
 RDD-39/p. 71  
 RUIZ, S.: DOC-09/p. 124  
 IGR-17/p. 101  
 RUIZ-MARTÍNEZ, A.: RDD-05/p. 69  
 RUIZ-MORALES, C.: RDD-17/p. 69

S

SABATER MARTÍ, S.: BRA-12/p. 119  
 DOF-28/p. 174  
 DOC-52/p. 135  
 SABATER PEÑALVER, M.: DMR-21/p. 165  
 SACEDA, M.: RDB-09/p. 88  
 SAEZ BELTRÁN, F.: DOC-71/p. 63  
 MNU-13/p. 28  
 SÁEZ BELTRÁN, M.: DOC-71/p. 63  
 DOF-06/p. 63  
 IMR-08/p. 146  
 IMR-21/p. 67  
 SÁEZ GARRIDO, J.: DOC-14/p. 125  
 SÁEZ MUÑOZ, M.: PRA-27/p. 91  
 SAEZ VERGARA, J.C.: PRA-12/p. 200  
 PRA-34/p. 79  
 SAEZ, J.: DOF-33/p. 175  
 SAEZ, J.: STE-22/p. 208  
 SAEZ, J.: STE-09/p. 206  
 SAEZ-BELTRAN, F.: DOF-06/p. 63  
 SAEZ-VERGARA, J.C.: PRA-18/p. 77  
 SAINZ, C.: EEX-04/p. 93  
 SALAS COLLANTES, R.: PRA-23/p. 75  
 SALDAÑA GUTIÉRREZ, P.: MNU-17/p. 191  
 MNU-22/p. 192  
 RDD-25/p. 73  
 SALGADO, M.: DMR-41/p. 45  
 FAS-06/p. 183  
 SALIDO, J.: MIS-03/p. 104  
 SALVADÓ ARTELLS, M.: PRA-13/p. 76  
 SALVADÓ, M.: RDD-42/p. 71  
 SALVADOR PALMER, R.: MIS-01/p. 151  
 MIS-04/p. 104  
 RNI-01/p. 205  
 SALVAT, F.: MIS-06/p. 152  
 SALVAT-PUJOL, F.: MIS-06/p. 152  
 SAMAGA, D.: RDB-04/p. 87  
 SAMPER OTS, P.: DOC-51/p. 134  
 SAMPER OTS, P.M.: DOC-33/p. 130  
 SAN MIGUEL AVELLIDO, F.: DOF-12/p. 21  
 MNU-02/p. 189  
 SANCHEZ ALONSO, J.I.: RDD-55/p. 72  
 SÁNCHEZ BELDA, M.: IMR-18/p. 66  
 SANCHEZ CARMONA, G.: DOF-01/p. 169  
 DOF-05/p. 169  
 DOF-15/p. 171  
 RDD-18/p. 155  
 SÁNCHEZ CASANUEVA, R.M.: RDD-29/p. 37  
 SÁNCHEZ GARCÍA, C.: REG-03/p. 204

SÁNCHEZ GARCÍA, M.: PRA-06/p. 199  
 SÁNCHEZ GARCÍA, F.: EEX-02/p. 92  
 SANCHEZ HIDALGO, M.: STE-13/p. 108  
 STE-15/p. 206  
 STE-28/p. 209  
 STE-40/p. 111  
 STE-62/p. 214  
 SÁNCHEZ IGLESIAS, A.L.: BRA-13/p. 18  
 BRA-07/p. 117  
 SÁNCHEZ JIMÉNEZ, A.: IGR-03/p. 25  
 SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J.: DOC-30/p. 129  
 DOC-34/p. 130  
 DOC-80/p. 141  
 RDD-60/p. 163  
 SANCHEZ JURADO, R.: MNU-42/p. 197  
 SANCHEZ MARTOS, C.: STE-07/p. 206  
 STE-36/p. 210  
 SÁNCHEZ MAZÓN, J.: BRA-10/p. 118  
 SANCHEZ MERINO, G.: FAS-05/p. 50, 53  
 FAS-11/p. 51, 53  
 MNU-06/p. 190  
 MNU-20/p. 192  
 MNU-25/p. 192  
 MNU-28/p. 193  
 MNU-40/p. 197  
 MNU-41/p. 197  
 RDD-14/p. 155  
 RDD-31/p. 157  
 RDD-54/p. 162  
 SÁNCHEZ MONTERO, R.: MIS-02/p. 151  
 SÁNCHEZ MUÑOZ, F.: DOC-90/p. 143  
 SÁNCHEZ NORIEGA, K.: DMR-05/p. 42  
 RDD-19/p. 156  
 RDD-55/p. 72  
 RDD-57/p. 162  
 SÁNCHEZ REYES, A.: IGR-03/p. 25  
 SANCHEZ RODRIGUEZ, T.: STE-05/p. 113  
 SÁNCHEZ RUBIO, P.: DOC-08/p. 124  
 DOC-63/p. 21  
 SANCHEZ SANCHEZ, A.: REG-04/p. 204  
 SANCHEZ ZAPATA, J.D.: EPL-01/p. 48  
 SÁNCHEZ, E.: BRA-26/p. 18  
 SÁNCHEZ, F.: DOF-02/p. 169  
 SÁNCHEZ, J.: DMR-11/p. 38  
 SANCHEZ, J.G.: DMR-32/p. 167  
 SÁNCHEZ, L.: GRE-04/p. 93  
 SÁNCHEZ, P.: BRA-26/p. 18  
 SÁNCHEZ, R.M.: DMR-20/p. 41  
 SÁNCHEZ, R.: DMR-07/p. 42  
 SÁNCHEZ-DOBLADO, F.: DMR-13/p. 38  
 SÁNCHEZ-GARCÍA, M.: EPL-06/p. 44  
 MNU-32/p. 194  
 SÁNCHEZ-NIETO, B.: DMR-13/p. 38  
 SANCHIS OTERO, A.: RNI-02/p. 56  
 SANCHO KOLSTER, I.: DOF-26/p. 22  
 RDD-25/p. 73  
 SANCHO RODRÍGUEZ, L.: MNU-01/p. 28  
 PRA-31/p. 80  
 SANCHEZ RUIZ, M.: RNI-02/p. 56  
 SANCHO, L.: MNU-39/p. 196  
 SANJUÁN ALMERÍA, J.: IMR-13/p. 147  
 SANMAMED SALGADO, N.: DOC-53/p. 62  
 SANMARTÍN SÁNCHEZ, S.: DMR-05/p. 42  
 RDD-19/p. 156  
 RDD-55/p. 72  
 SANSALONI FLORIT, F.: DMR-22/p. 166

SANTAMARÍA ARCOS, C.: PRA-23/p. 75  
 SANTÍN CRESPO, R.: DOF-59/p. 32, 180  
 SANTOS CAÑAMARES, E.: STE-57/p. 109  
 SANTOS RUBIO, A.: RDD-18/p. 155  
 SANTOS SERRA, A.: BRA-07/p. 117  
 BRA-13/p. 18  
 DOC-39/p. 131  
 DOC-57/p. 136  
 DOC-91/p. 143  
 DOC-94/p. 63  
 DOF-08/p. 64  
 DOF-22/p. 173  
 IGR-11/p. 25  
 SANTOS, M.: BRA-15/p. 31, 119  
 SANZ FREIRE, C.J.: BRA-28/p. 121  
 DOC-16/p. 125  
 MNU-13/p. 28  
 SANZ GOZALO, J.: DMR-29/p. 39  
 DMR-30/p. 167  
 SANZ, J.: RDB-09/p. 88  
 SARAVIA, C.: RDB-02/p. 86  
 SARSA RUBIO, A.J.: RDD-16/p. 155  
 SCHURMAN, J.: BRA-23/p. 60  
 SEBASTIÀ FABREGAT, N.: RDB-01/p. 86  
 RDB-03/p. 203  
 RDB-04/p. 87  
 SEBASTIÁN FRANCO, J.L.: RNI-02/p. 56  
 SEBASTIAN SEGURA, M.A.: MNU-07/p. 190  
 SEGURO FERNÁNDEZ, A.: DOC-33/p. 130  
 DOC-51/p. 134  
 MNU-14/p. 191  
 SEMPAU, J.: PRA-18/p. 77  
 SENDÓN DEL RÍO, J.R.: DOF-12/p. 21  
 DOC-87/p. 97  
 SERNA, A.: BRA-04/p. 117  
 DOC-03/p. 62  
 DOC-11/p. 125  
 DOC-84/p. 142  
 RDD-22/p. 70  
 RDD-36/p. 158  
 STE-12/p. 110  
 STE-14/p. 109  
 STE-60/p. 111  
 SERRADA HIERRO, A.: DOC-90/p. 143  
 SERRADA HIERRO, A.: DMR-19/p. 43  
 RDD-47/p. 160  
 SERRADA, A.: DOF-02/p. 169  
 SERRANO JUAREZ, A.: DOC-23/p. 127  
 STE-20/p. 207  
 STE-27/p. 208  
 STE-42/p. 211  
 STE-58/p. 214  
 SERRANO ZABALETA, S.: DOC-35/p. 32, 120  
 DOC-61/p. 21  
 SERRANO, I.: PRA-01/p. 198  
 SETOAIN PEREGO, X.: MNU-35/p. 195  
 SEVILLANO MARTÍNEZ, D.: IGR-03/p. 25  
 SIERRA BERCEDO, I.: DMR-26/p. 166  
 SIERRA DIAZ, F.: MNU-02/p. 189  
 SIERRA TATAY, L.: STE-44/p. 212  
 SIERRA, I.: EEM-09/p. 46  
 SIERRA, I.: FAS-10/p. 54  
 SILVA, E.: BRA-31/p. 122  
 SIMARRO MONDEJAR, E.: FAS-08/p. 53  
 SIMBAQUEBA, A.: EEX-01/p. 92

**SIMÓN DE BLAS, R.:** DOF-20/p. 172  
IGR-05/p. 185  
STE-30/p. 108

**SINTES GARRIGA, M.:** BRA-25/p. 121  
DOC-10/p. 124  
DOC-74/p. 139  
DOC-85/p. 142  
DOC-93/p. 144  
DOF-37/p. 176  
DOF-51/p. 179  
EPL-03/p. 43  
IGR-19/p. 188  
IMR-25/p. 149  
MNU-38/p. 196  
MNU-43/p. 197  
RDD-37/p. 158

**SOLER TORTOSA, M.:** IGR-01/p. 184

**SOLER, C.:** RDB-03/p. 203

**SOLERA MOSCARDO, C.:** DOC-23/p. 127  
MNU-42/p. 197  
STE-20/p. 207  
STE-27/p. 208  
STE-42/p. 211  
STE-58/p. 214

**SOLLET SAÑUDO, E.:** GRE-07/p. 94

**SORIA OGARRIO, L.:** RDD-56/p. 72

**SORIANO, J.M.:** RDB-01/p. 86  
RDB-03/p. 203  
RDB-04/p. 87

**SOTO, M.:** DOC-86/p. 142  
IGR-07/p. 185

**SOTORRES GOMIS, C.:** STE-11/p. 206  
STE-17/p. 207  
STE-18/p. 207  
STE-43/p. 211  
STE-63/p. 214

**SPEZZINO, P.:** DOF-43/p. 177

**STERLING CARMONA, A.:** PRA-23/p. 75

**SUÁREZ HERNÁNDEZ, I.:** STE-04/p. 205  
STE-32/p. 209  
STE-39/p. 211  
STE-49/p. 212

**SUERO RODRIGO, M.:** DOC-22/p. 127  
DOF-45/p. 178

## T

**TABOADA, I.:** DOC-06/p. 123  
EPL-06/p. 44  
MNU-31/p. 194  
MNU-32/p. 194  
PRA-06/p. 199

**TARAZONA LÓPEZ, E.:** DOC-57/p. 136

**TATO DE LAS CUEVAS, F.:** DOC-76/p. 140

**TERRÓN, J.A.:** DMR-13/p. 38

**TERRON FRANCO, M.I.:** STE-13/p. 108  
STE-28/p. 209  
STE-40/p. 111

**TERRÓN LEÓN, J.A.:** MNU-45/p. 198

**TERRÓN, J.A.:** BRA-16/p. 119

**THORNE, M.:** GRE-03/p. 184

**TIRADO PORCAR, M.:** STE-54/p. 213  
STE-34/p. 110

**TOBARRA GONZALEZ, B.:** IGR-13/p. 186  
IGR-16/p. 187  
MNU-09/p. 190  
RDD-06/p. 153  
RDD-12/p. 154  
RDD-20/p. 73  
RDD-43/p. 159

**TOBARRA LUJÁN, B.:** DOC-57/p. 136

**TOMAS CUCARELLA, J.:** RNI-06/p. 56  
RNI-07/p. 57

**TORNERO LÓPEZ, A.M.:** BRA-17/p. 18  
BRA-20/p. 120  
IMR-22/p. 148

**TORRES CABRERA, R.:** RDD-35/p. 74  
RDD-40/p. 158  
REG-02/p. 52

**TORRES DEL RÍO, J.:** BRA-17/p. 18  
DOF-36/p. 98

**TORRES DONAIRE, J.:** BRA-18/p. 120  
DOF-16/p. 171  
FAS-01/p. 182  
RDD-41/p. 34, 159

**TORRES ESPALLARDO, I.:** MNU-03/p. 189  
MNU-29/p. 193  
RNI-07/p. 57  
STE-16/p. 115

**TORRES, J.:** MNU-10/p. 29

**TORRIJO LÓPEZ, C.:** DMR-17/p. 37

**TORTOSA OLIVER, R.:** DOC-19/p. 126  
DOC-20/p. 127

**TRABANCO, E.:** BRA-26/p. 18

**TRIANA, G.:** DOC-86/p. 142  
IGR-07/p. 185

**TRUEBA ALONSO, C.:** EEM-06/p. 89/p. 89  
EEM-08/p. 90

## U

**ÚBEDA SANFELIX, M<sup>o</sup> CONSUELO:** STE-16/p. 115  
STE-23/p. 115  
STE-38/p. 210  
STE-46/p. 113

**UDÍAS MOINELO, J.M.:** BRA-03/p. 117  
DOC-39/p. 131  
DOF-07/p. 64  
RNI-03/p. 56

**UREÑA LLINARES, A.:** BRA-02/p. 116  
DOC-07/p. 123  
DOC-66/p. 138  
IMR-02/p. 145  
RDD-10/p. 154

**USERA MENA, F.:** EEX-03/p. 92

**UTRILLA MANSO, M.:** MIS-05/p. 151

## V

**VALENCIA CORRALES, D.:** PRA-33/p. 79

**VALGOMA SOLANAS, A.:** BRA-24/p. 60

**VALIENTE DIAZ, E.:** STE-44/p. 212

**VALLADARES BARTOLOME, M.C.:** REG-04/p. 204

**VALVERDE MORÁN, J.:** RDD-33/p. 71

**VANO, E.:** DMR-07/p. 42  
DMR-20/p. 41  
RDD-29/p. 73  
REG-02/p. 52

**VAQUERO ABELLÁN, M.:** DMR-09/p. 44

**VARGAS, A.:** PRA-18/p. 77

**VARÓ, A.:** STE-22/p. 208

**VASCO GAMA, J.:** PRA-33/p. 79

**VÁZQUEZ GALIÑANES, A.:** DOC-16/p. 125

**VÁZQUEZ MARTÍNEZ, M<sup>o</sup>M.:** STE-16/p. 115  
STE-23/p. 115  
STE-38/p. 210  
STE-46/p. 113

**VÁZQUEZ RODRÍGUEZ, J.A.:** BRA-10/p. 118

**VÁZQUEZ RODRIGUEZ, J.A.:** DOC-62/p. 137

**VÁZQUEZ VARELA, P.:** IMR-07/p. 146  
RDD-34/p. 157

**VÁZQUEZ-LUQUE, A.:** DOF-27/p. 166

**VÁZQUEZ-VÁZQUEZ, R.:** EPL-06/p. 44

**VÁZQUEZ-VÁZQUEZ, R.:** MNU-32/p. 194

**VEDÚ, G.:** DMR-10/p. 165

**VEGA CARRILLO, H.R.:** DMR-27/p. 166  
DMR-33/p. 167  
DMR-39/p. 169

**VEGA ROMÁN, C.:** RDD-15/p. 155

**VEIGA OCHOA, E.:** PRA-26/p. 76  
DOC-86/p. 142  
IGR-07/p. 185

**VELA MORALES, O.:** DMR-22/p. 166

**VELASCO ROMÁN, J.:** DOC-75/p. 140

**VELÁZQUEZ MIRANDDA, S.:** DOF-24/p. 173

**VENTERO, M.P.:** RDB-09/p. 88

**VERA DONOSO, C.D.:** MNU-29/p. 193

**VERA GALVÁN, J.R.:** PRA-11/p. 78

**VERA SÁNCHEZ, J.A.:** BRA-09/p. 118  
BRA-21/p. 121  
DMR-01/p. 164  
DOF-32/p. 175  
DOF-58/p. 180  
IMR-12/p. 65  
IMR-26/p. 150  
STE-01/p. 83

**VERA, V.:** MNU-29/p. 193

**VERA-SÁNCHEZ, J.A.:** DOF-23/p. 64  
STE-03/p. 84  
STE-33/p. 210  
STE-50/p. 213

**VERDÚ MARTÍN, G.:** DMR-02/p. 38  
DMR-17/p. 37  
DOF-08/p. 64  
FAS-09/p. 51  
PRA-20/p. 200

**VERGES, R.:** STE-22/p. 208

**VIBERTI, C.M.:** DOF-43/p. 177

**VICEDO GONZALEZ, A.:** DOC-23/p. 127  
DOC-68/p. 62  
DOF-27/p. 173  
MNU-42/p. 197  
STE-20/p. 207  
STE-27/p. 208  
STE-42/p. 211  
STE-58/p. 214

**VICENT GRANADO, D.:** DOC-36/p. 131  
DOC-40/p. 131  
STE-21/p. 111, 112

**VICO OCON, A.:** GRE-02/p. 93

VIDAL, M.: DOF-07/p. 64  
 VIDUEIRA MARTINEZ, L.: DOF-22/p. 173  
 DOF-30/p. 174  
 IGR-11/p. 25  
 VIERA JORGE, J.C.: DOC-18/p. 126  
 VIJANDE ASENSO, J.: DMR-08/p. 42  
 VIJANDE ASENSO, J.: PRA-36/p. 75  
 VIJANDE, J.: BRA-23/p. 60  
 VILA NAVARRO, V.M.: STE-52/p. 109  
 VILAR PALOP, J.: STE-06/p. 114  
 VILCHES PACHECO, M.: DOF-59/p. 32, 180  
 FAS-05/p. 50, 53  
 VILELA SERRANO, S.: DOC-18/p. 126  
 DOF-18/p. 171  
 DOF-39/p. 176  
 VILLACÉ, A.: BRA-26/p. 18  
 VILLAESCUSA BLANCA, J.I.: BRA-06/p. 97  
 DMR-21/p. 165  
 RDB-01/p. 86  
 RDB-04/p. 87  
 RDB-03/p. 203  
 VILLAR ÁLVAREZ, I.: PRA-39/p. 202  
 VILLAS SÁNCHEZ, V.: BRA-12/p. 119  
 DOF-28/p. 174  
 DOC-52/p. 135  
 VIOQUE, I.: PRA-19/p. 78  
 VISÚS LLOBET, M.: BRA-14/p. 119  
 BRA-16/p. 119  
 DOF-34/p. 175  
 DOF-38/p. 176  
 DOF-47/p. 178

W

WILLIART TORRES, A.: IMR-26/p. 150  
 WILLIART, A.: RDB-06/p. 87

X

XHUMARI, A.: DOF-60/p. 181  
 XING, L.: IGR-20/p. 26

Y

YAGÜE RODRÍGUEZ, L.: EEM-05/p. 90  
 GRE-02/p. 93  
 PRA-12/p. 200  
 PRA-18/p. 77  
 YÁNEZ LÓPEZ, D.: DOF-63/p. 181  
 YÉBOLES, C.A.: PRA-24/p. 80  
 YLLERA DE LLANO, A.: DMR-15/p. 165  
 PRA-28/p. 202  
 ZAHARIA, M.: RDB-02/p. 86  
 ZAMORA ARDOY, L.I.: IGR-15/p. 187  
 PRA-37/p. 81

Z

ZAMORA MARTÍN, F.: FAS-07/p. 57  
 ZANKL, M.: MNU-21/p. 30  
 ZAPATA JIMÉNEZ, J.C.: DOF-16/p. 171  
 FAS-01/p. 182  
 RDD-41/p. 34, 159  
 STE-61/p. 214  
 ZAPATA, M.: DOF-27/p. 173  
 ZAPATERO ORTUÑO, J.: DOC-14/p. 125  
 ZARZA-MORENO, M.: BRA-31/p. 122  
 ZAZO GARCÍA, L.: STE-11/p. 206  
 STE-17/p. 207  
 STE-18/p. 207  
 STE-43/p. 211  
 STE-44/p. 212  
 STE-63/p. 214  
 ZEFIRO, D.: DOF-43/p. 177  
 ZUBIRÍA, A.: DOC-58/p. 136  
 ZUCCA APARICIO, D.: DOC-26/p. 20  
 DOC-29/p. 129

A series of horizontal dotted lines for writing notes.



A series of horizontal dotted lines for writing notes.





A series of horizontal dotted lines for writing notes.







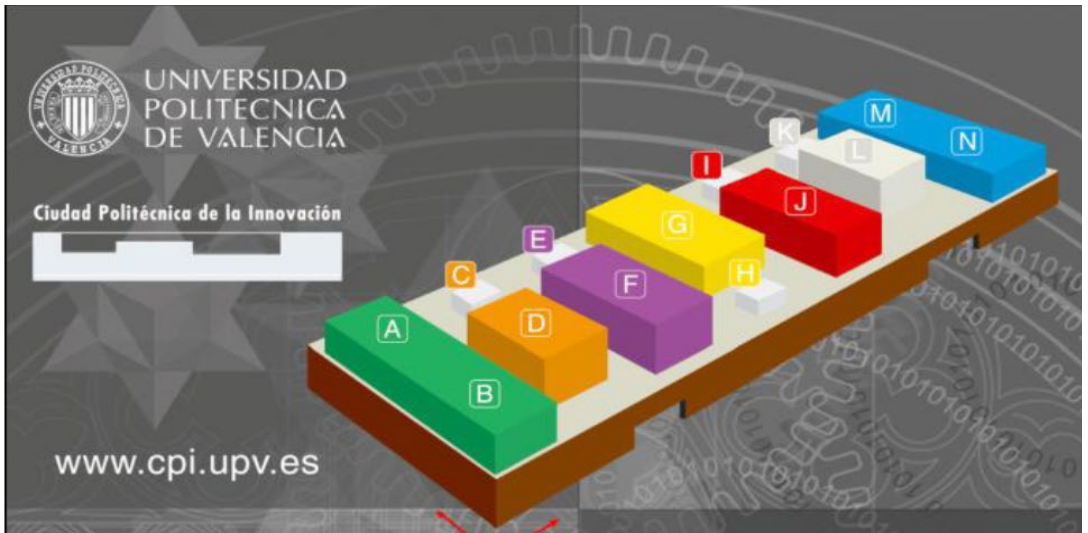
A series of horizontal dotted lines for writing notes.

A series of horizontal dashed lines for writing notes.



A series of horizontal dotted lines for writing notes.



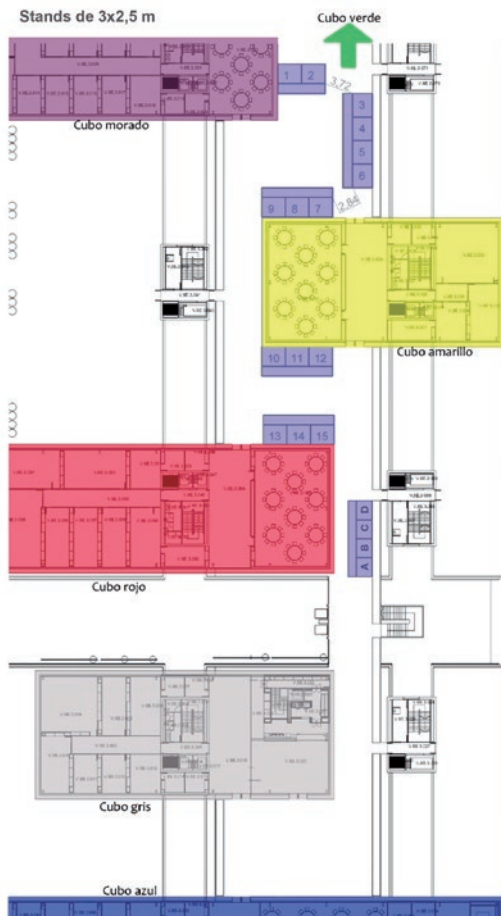


**SECRETARÍA TÉCNICA: CUBO AZÚL**

**PÓSTERES: CUBO AZÚL y CUBO MORADO**

**EXPOSICIÓN COMERCIAL:**

**TERRAZA EXTERIOR CUBO MORADO, AMARILLO y CUBO ROJO**



La exposición técnica permanecerá abierta durante el desarrollo del Congreso.

Las pausas para el café tendrán lugar junto al área de exposición técnica para favorecer los intercambios profesionales.

#### RELACIÓN DE EXPOSITORES

1. RADIOPROT
  2. IRE RAYOS X
  3. APLICACIONES TECNOLÓGICAS
  4. APLICACIONES TECNOLÓGICAS
  5. BRAINLAB
  6. GENERAL ELECTRIC
  7. FLORIDA INSTRUMENTACIÓN
  8. SIEMENS
  9. DTA
  10. VARIAN
  11. FIMECORP
  12. ELEKTA
  13. PTW
  14. TECNASA
  15. BIOTERRA
- A. SEFM  
B. SEPR  
C-D. CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

escala gráfica  
0 1 2 3 4 5 6

## PROMUEVE



## COLABORADORES INSTITUCIONALES



## OTROS COLABORADORES



## COLABORADORES COMERCIALES



TODA LA INFORMACIÓN EN: [www.sefmseprvalencia2015.es](http://www.sefmseprvalencia2015.es)

SECRETARÍA TÉCNICA: C&EVENTS SOLUCIONES · [ponentes@cevents.es](mailto:ponentes@cevents.es) · Tlf. 960 91 45 45