



Revisión de Artículos

Francisco Clemente*

Comité de Redacción.

Estimados amigos,

Desde su introducción en el primer número de 2012, la sección de “Revisión de Artículos”, creada por nuestra compañera Guadalupe Martín, no ha dejado de crecer y evolucionar hasta ser considerada como una de las más valoradas por los usuarios de la Revista de Física Médica. Por esta razón, desde el Comité de Redacción, deseamos apostar por su continuidad, no sin antes agradecer a Guadalupe el recorrido realizado hasta la presente edición, con todo el esfuerzo que supone la creación de una nueva sección. Esperamos poder estar a la altura de las aportaciones previas.

Para esta nueva publicación hemos escogido entre los numerosos artículos que, afortunadamente, cada vez proporcionan más visibilidad a nuestro ámbito profesional a nivel internacional, cuatro estudios variados en los ámbitos de radioterapia, radiodiagnóstico y medicina nuclear. En el primero de ellos, Jaime Martínez expone las bondades de la dosimetría portal aplicada a la verificación de tratamientos de intensidad modulada. En el ámbito de radiodiagnóstico, en el primero de los trabajos Carlos Andrés nos muestra la evaluación de las condiciones de protección radiológica en un quirófano híbrido, mientras que en el segundo Luis Alejo analiza el impacto de los nuevos límites de dosis equivalente en cristalino en el marco de procedimientos intervencionistas en pacientes pediátricos. Por último, Javier Sánchez nos propone un interesante estudio, en colaboración con la Universidad Complutense, respecto de la gestión, desde el punto de vista de la protección radiológica, del Ra-223.

Desde el Comité de Redacción, esperamos poder mantener el nivel de las entregas previas, así como alcanzar la exigencia de la que vosotros como lectores sois merecedores. Con los mejores deseos, tras recoger el testigo de esta sección, gracias a todos.

* Correspondencia
Email: pclementegutierrez@gmail.com



A portal dosimetry dose prediction method based on collapsed cone algorithm using the clinical beam model

Martínez Ortega J, Gómez González N, Castro Tejero P, Pinto Monedero M, Tolani NB, Núñez Martín L, Sánchez Montero R
Med Phys 2017;44:333-341.

Jaime Martínez Ortega

Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica, Hospital Universitario Puerta de Hierro, Majadahonda.

jaime.martinez@salud.madrid.org

¿Cuál ha sido la motivación para empezar este estudio?

La verificación pretratamiento de la IMRT es una práctica muy extendida en nuestros servicios y, a mi juicio, todavía necesaria. Cuando iniciamos este trabajo, allá por el 2009, la herramienta que se consideraba estándar era la verificación con cámara de ionización en un punto, a la que se añadía una verificación planar con película radiocrómica. En un servicio en el que aproximadamente la mitad de los pacientes se tratan con IMRT, suponía una carga de trabajo muy elevada. La dosimetría portal es una herramienta mucho más rápida.

¿Cuáles fueron los principales retos y dificultades para realizar el trabajo?

El plano de dosis que se obtiene por medio del EPID precisa de dos correcciones que son fundamentales para su utilización en modo de dosis absoluta. Una de ellas corrige por la diferente respuesta del EPID frente al tamaño de campo, la cual es sencilla de implementar. La otra corrección compensa la asimetría del perfil introducida por la retrodispersión del brazo. Esta última corrección requiere llevar a cabo numerosas medidas y ajustes lineales de forma empírica.

Sin embargo, la tarea más ardua fue la búsqueda de un plano de dosis que reprodujera la distribución de dosis que se obtenía a través del EPID.

¿Cuál ha sido el hallazgo y los resultados más importantes del estudio?

Desde luego, hay que incidir en los buenos resultados obtenidos del índice gamma, así como de las diferencias absolutas en dosis. Pero, adicionalmente, también hay que destacar que, en la corrección propuesta por Berry et al, que fue la que seguimos para corregir la retrodispersión del brazo, ellos toman como válido el hemiperfil más cercano al gantry, mientras que, en nuestro caso, vimos que tenía más sentido físico tomar el hemiperfil más próximo a la mesa. Otro importante resultado es la no influencia de la dispersión de los fotones ópticos (glare kernel) en el plano de dosis medido, de lo cual se han obtenido resultados contradictorios en la literatura científica.

¿Cuáles son las repercusiones del estudio?

La posibilidad de disponer de un sistema de dosimetría portal pretratamiento con unos resultados comparables a los obtenidos con otros sistemas, empleando los recursos habituales en un servicio de Radiofísica. El método expuesto en el trabajo permite, además, emplear para la verificación pretratamiento el mismo modelado del planificador que se utiliza para el cálculo dosimétrico de los planes de tratamiento.



Patient doses and occupational exposure in a hybrid operating room

Andrés C, Pérez-García H, Agulla M, Torres R, Miguel D, del Castillo A, Flota CM, Alonso D, de Frutos J, Vaquero C
Phys Med 2017;37:37-41.

Carlos Andrés Rodríguez

Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica, Hospital Clínico Universitario de Valladolid.
candresr@saludcastillayleon.es

¿Cuál ha sido la motivación para empezar este estudio?

En septiembre del 2015 se abrió en nuestro hospital un quirófano híbrido, con las características propias de cualquier quirófano pero en el que se incluye un angiógrafo completo de rayos X, siendo en nuestro caso un sistema robótico de alta gama. Se trata del primer quirófano de este tipo en nuestro ámbito de trabajo, por lo que decidimos estudiar la seguridad radiológica de los trabajadores dentro del mismo (básicamente cirujanos vasculares, personal de enfermería y técnicos de imagen), así como las dosis recibidas por los pacientes en este nuevo tipo de exploraciones.

¿Cuáles fueron los principales retos y dificultades para realizar el trabajo?

Empezar a estudiar un nuevo sistema y en un ambiente estéril sin alterar la práctica clínica siempre supone un reto. Decidimos recoger datos durante el primer año de uso del quirófano, por lo que obtuvimos una gran cantidad de información dosimétrica de los pacientes (hasta 260 intervenciones con rayos X) y del personal laboral (dosímetros personales y ambientales). Además de trabajar con ese volumen de datos, presentar toda la información de manera clara y concisa en un artículo fue una dificultad añadida. Por otro lado, ciertas medidas requirieron nuestra presencia durante la propia intervención. Por suerte, contamos con la total colaboración del servicio de Angiología y Cirugía Vasculor, lo cual nos facilitó mucho la recolección de la información.

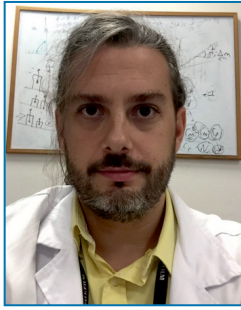
¿Cuál ha sido el hallazgo y los resultados más importantes del estudio?

Hemos visto que el trabajo en el quirófano híbrido es seguro desde el punto de vista de la Protección Radiológica del personal del hospital. Aunque las dosis recibidas dependen en esencia de la carga de trabajo, en ningún caso los valores obtenidos se acercan a los márgenes de seguridad establecidos por la legislación vigente.

Respecto al paciente, nuestros resultados son compatibles con otros estudios realizados en cirugía vascular, por lo que el uso del nuevo equipamiento no supone un aumento significativo en las dosis a paciente de manera global. No obstante, el alto espectro de intervenciones que se llevan a cabo hacen que la dosis pueda variar hasta en casi dos órdenes de magnitud entre un paciente y otro, por lo que en determinadas intervenciones complejas que requieran mucho tiempo de irradiación, en especial en aquellas en las que el uso del modo cine sea alto, las dosis pueden superar ciertos umbrales de efectos deterministas.

¿Cuáles son las repercusiones del estudio?

Las posibilidades de este nuevo tipo de salas híbridas son muy grandes y es de prever que sean una realidad habitual en nuestros hospitales en pocos años. A día de hoy siguen siendo realmente novedosas por lo que en general hay bastante desconocimiento sobre la necesidad de medidas de protección radiológica y formación en estos aspectos de los profesionales implicados. Nuestro trabajo pretende recopilar información al respecto que pueda servir de ayuda a la hora de elaborar guías o recomendaciones de protección radiológica en este tipo de salas, ya que actualmente no existe ninguna. Hemos demostrado que las intervenciones son seguras para el personal del quirófano y que existe una relación directa entre las dosis a paciente y las dosis recibidas por el trabajador. Además, hemos comprobado que, aunque en general los procedimientos no presentan complicaciones radiológicas, hay determinados casos en los que las dosis pueden llegar a ser altas, por lo que hemos decidido mantener la vigilancia del quirófano híbrido para encontrar y solucionar las futuras complicaciones que puedan surgir. En este sentido, tanto la formación inicial en protección radiológica como la continua en el tiempo de los cirujanos implicados en las intervenciones son fundamentales para conseguir los objetivos de optimización planteados.



Eye lens dose correlations with personal dose equivalent and patient exposure in paediatric interventional cardiology performed with a fluoroscopic biplane system

Alejo L, Koren C, Corredoira E, Sánchez F, Bayón J, Serrada A, Guibelalde E
Phys Med 2017;36:81-90.

Luis Alejo Luque

Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Universitario La Paz, Madrid.
luis.alejo@salud.madrid.org

¿Cuál ha sido la motivación para empezar este estudio?

Desde la declaración de ICRP de abril de 2011, en la que se recomienda reducir el límite de dosis equivalente en cristalino de trabajadores expuestos a 20 mSv al año, el número de estudios relacionados publicados en la literatura ha aumentado significativamente. El mayor impacto de esta reducción se concentra en los procedimientos de Cardiología y Radiología intervencionistas, donde las dosis anuales pueden llegar a superar con facilidad dicho límite. Sin embargo, son pocos los trabajos publicados relacionados con procedimientos intervencionistas en pacientes pediátricos. Dado que en niños dichos procedimientos suelen ser más complejos que los procedimientos realizados en adultos, con geometrías y tiempos de irradiación diferentes, no estaba claro para nosotros que los resultados publicados en la literatura fueran de aplicación en pediatría. Por ello decidimos estimar con maniquí y dosimetría de fotoluminiscencia la máxima dosis anual que pudieran llegar a recibir en el cristalino los cardiólogos intervencionistas pediátricos de nuestro centro. Este estudio fue publicado en 2015 en una revista internacional. Posteriormente, nos preguntamos con qué exactitud era posible estimar en procedimientos pediátricos la dosis anual en cristalino a través de medidas indirectas. Para ello analizamos las correlaciones de los valores de dosis obtenidos con dosímetros de fotoluminiscencia colocados en las proximidades del ojo y en la solapa del delantal plomado, así como los obtenidos por la cámara de transmisión del equipo. Las medidas fueron tomadas mes a mes en todos los procedimientos realizados durante un año de trabajo en una sala dotada de un equipo intervencionista biplano. El objeto del trabajo actual es presentar los resultados.

¿Cuáles fueron los principales retos y dificultades para realizar el trabajo?

Dada la dependencia energética y angular que presentan los dosímetros de fotoluminiscencia en el rango de energías del radiodiagnóstico, así como las dificultades geométricas de estimar la dosis en cristalino con dosímetros colocados sobre la gafa plomada en las proximidades del ojo, nuestra principal preocupación fue la de estimar correctamente dicha dosis analizando en detalle las incertidumbres involucradas en la medida. Esto nos planteó no pocas dificultades, que solventamos como se explica en el artículo. Sin embargo, el principal reto del estudio fue meramente organizativo, al ser este un experimento de larga duración. Aunque los parámetros de exposición del equipo fueron recogidos en cada procedimiento con un sistema simple de gestión de dosis proporcionado por el fabricante, hubo que diseñar y mantener una base de datos que relacionara dichos parámetros de exposición con los pacientes y los trabajadores expuestos. Además, tuvimos que ser cuidadosos con la gestión de los dosímetros por parte de los participantes del Servicio de Cardiología Infantil, y estar atentos a las incidencias que durante un año pudieran producirse.

¿Cuál ha sido el hallazgo y los resultados más importantes del estudio?

El análisis de las correlaciones nos mostró que en Cardiología Intervencionista pediátrica es posible estimar la dosis en cristalino a partir de las medidas realizadas con dosímetros colocados sobre el delantal plomado de los cardiólogos que trabajan en primera posición, aunque la incertidumbre de la estimación será mayor que si los dosímetros fueran colocados en las proximidades del ojo. La correlación obtenida de la dosis anual en cristalino con la dosis a paciente, en términos del producto Kerma-Área, aunque estadísticamente significativa, fue menor. Por último, los valores obtenidos de dosis por procedimiento, tanto en términos de paciente como de dosis en cristalino, fueron mucho menores que los reportados en la literatura en procedimientos con pacientes adultos. Sin embargo, los valores de dosis en cristalino normalizados a la dosis a paciente fueron mayores. Este resultado indica que el uso regular de los elementos de protección radiológica existentes en la sala, como las pantallas plomadas (a menudo apartadas en pediatría), puede optimizarse.

¿Cuáles son las repercusiones del estudio?

En nuestra opinión, la metodología desarrollada en este trabajo puede ser de utilidad para otros Servicios de Radiofísica que necesiten estimar la dosis en cristalino de trabajadores expuestos, especialmente si pretenden usar dosimetría de fotoluminiscencia. Por otro lado, los resultados obtenidos tanto de las correlaciones entre los valores de dosis como de los valores anuales o la dosis por procedimiento difieren significativamente con lo publicado en otros estudios relacionados que describen procedimientos realizados con pacientes adultos, lo que redundaría en la diferencia esencial que puede existir entre ambos tipos de procedimientos intervencionistas si los equipos radiológicos implicados están debidamente ajustados.



²²³Ra-dichloride spectrometric characterization: Searching for the presence of long-lived isotopes with radiological protection implications

Sánchez-Jiménez J, López-Montes A, Núñez-Martínez L, Villa-Abaunza A, Fraile LM, Sánchez-Tembleque V, Udías JM
Phys Med 2017;35:97-101.

Javier Sánchez Jiménez

Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Universitario de Burgos.
jsanchezj@saludcastillayleon.es

¿Cuál ha sido la motivación para empezar este estudio?

Los viales de ²²³Ra utilizados en los centros sanitarios de nuestro país se han visto obligados a ser gestionados como un residuo de larga vida media. Ello se debe a que los límites de detección de ²²⁷Ac del fabricante, no permitían garantizar que el contenido de actinio estuviera por debajo del marcado en la normativa para poder considerarlo un residuo exento.

El límite de detección del fabricante comenzó siendo de un 0.004% para acabar en un 0.00006%. Con éste límite la concentración de ²²⁷Ac mínima restante sería de 0.6 Bq/g lo que sigue sobrepasando el límite establecido para su exención.

La consideración de los restos de ²²³Ra como residuo de larga vida supone un encarecimiento en su gestión como residuo e imposibilita su uso para cualquier otro fin.

¿Cuáles fueron los principales retos y dificultades para realizar el trabajo?

Por un lado, este trabajo tenía que ser forzosamente realizado en colaboración entre un centro sanitario y una institución que contase con equipamiento y experiencia en espectrometría de muestras radiactivas. Finalmente el trabajo se llevó a cabo con la colaboración del grupo de Física Nuclear de la Universidad Complutense de Madrid, que realizó la adquisición de todos los datos.

Por otro lado el trabajo presentaba un reto en el desarrollo experimental. La muestra de ²²³Ra enviada desde el centro debía cumplir su normativa para el transporte, lo que conllevaba su dilución y reducción de actividad específica. La espectrometría de alta sensibilidad debía llevarse a cabo tras un periodo prolongado de decaimiento de la muestra para eliminar a niveles suficientemente bajos la actividad de ²²³Ra presente. Los tiempos de adquisición de las medidas debían ser suficientemente altos para poder contar con una estadística adecuada. Las lecturas se llevaron a cabo 1 año después de la producción de la muestra y requirieron 316 horas de medida continua en detectores de emisiones alfa y gamma con refrigeración continua mediante nitrógeno líquido.

El espectro resultante es complejo y consta de múltiples picos de emisión. Para determinar la presencia de un contaminante de manera rigurosa debía establecerse un método de análisis múltiplo que tuviera en cuenta todas las energías de emisión, en lugar de centrarse en el análisis de una sola energía.

¿Cuál ha sido el hallazgo y los resultados más importantes del estudio?

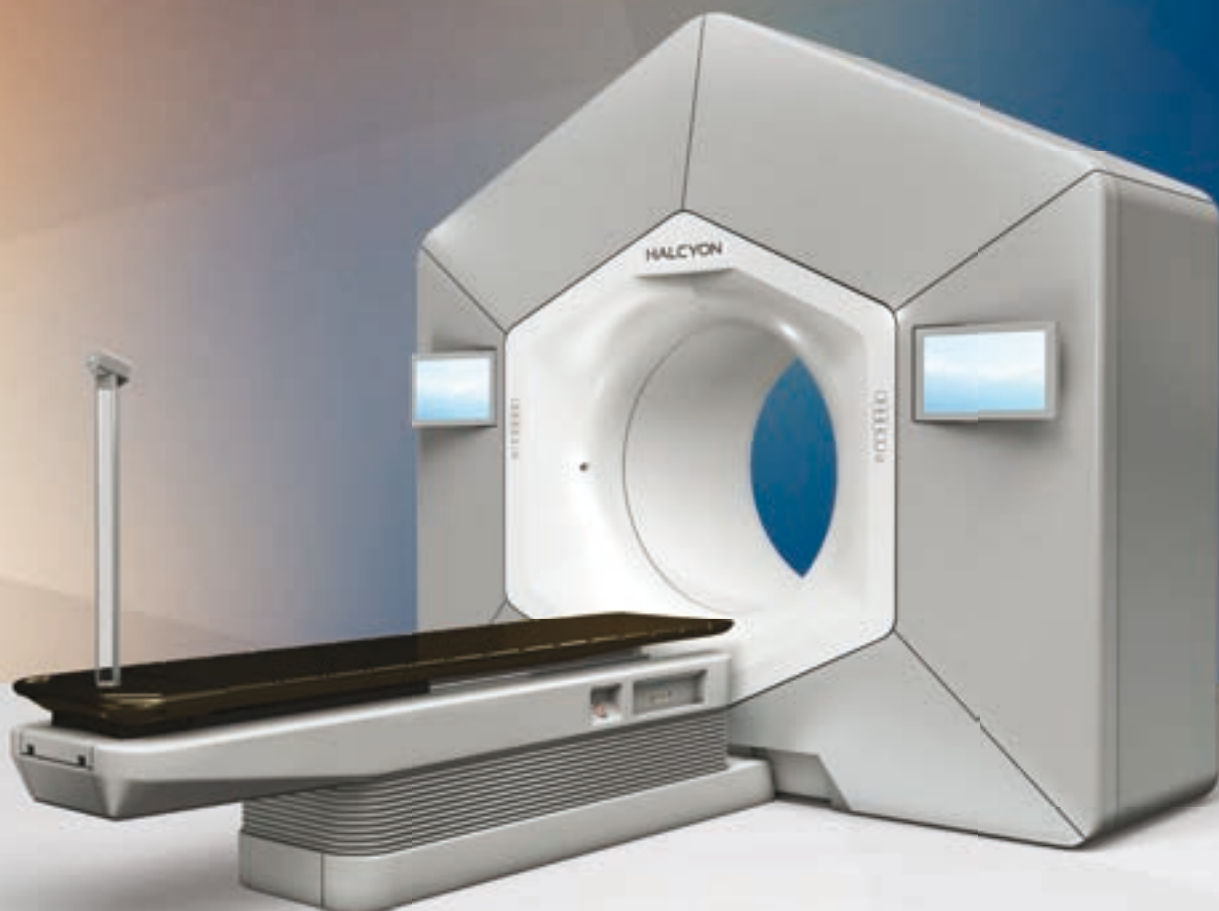
Se estableció la ausencia de contaminantes por debajo de los niveles requeridos para la clasificación de los residuos de esta sustancia como exentos. Los niveles de ^{227}Ac se encuentran por debajo de 10^{-9} en concentración relativa a la del ^{223}Ra . Se descartó también la presencia de ^{226}Ra , presente en la reacción de producción de ^{223}Ra . No se encontró ningún otro contaminante con emisiones gamma o alfa.

¿Cuáles son las repercusiones del estudio?

El resultado del trabajo abre la posibilidad de la eliminación de este radiofármaco por la vía convencional sin gestionarlo como un residuo de larga vida media y sin ninguna implicación radiológica más allá que las aplicables al ^{223}Ra .

También se abre la posibilidad de utilizar esta sustancia para propósitos de investigación como la caracterización de las gammacámaras para la formación de imagen (con maniquíes de inundación), la cuantificación y finalmente la dosimetría tratamientos con ^{223}Ra como fuente de imagen.

HALCYON LO CAMBIA TODO



Varian está transformando la radioterapia desde todas las perspectivas. Con el sistema Halcyon, hemos diseñado una plataforma de tratamiento que combina: un alto nivel de atención al paciente, excelencia operacional y un diseño centrado en las personas, en un dispositivo compacto y a la vez muy potente. Esto supone, que es un sistema cómodo para los pacientes, intuitivo para los profesionales y transformador para las clínicas.

Más información: Varian.com/Halcyon

Información de seguridad: La radiación puede causar efectos secundarios y puede no ser apropiada para todos los tipos de cáncer.

© 2017 Varian Medical Systems, Inc y Varian Medical Systems son marcas registradas. Halcyon es una marca registrada de Varian Medical Systems, Inc.

varian