

## Reseñas de tesis doctorales

**Diego García Pinto**\*

Comité de Redacción.

En este número presentamos la reseña de la tesis de nuestra compañera M<sup>a</sup> Carmen Baños Capilla, defendida en febrero de 2026 en la UNED, donde se analiza la necesidad de optimizar los controles de calidad ante la complejidad de las técnicas modernas de radioterapia.

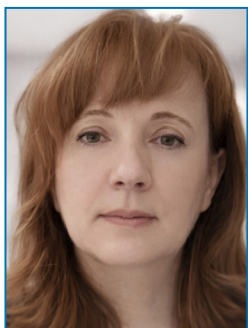
Bajo el título “Optimización del protocolo de control de calidad para técnicas dinámicas de modulación de dosis en radioterapia: caracterización de los detectores empleados”, Carmen propone una metodología orientada a la VMAT que busca racionalizar la verificación específica por paciente (PSQA). Su trabajo incluye una caracterización exhaustiva de matrices de detectores, sistemas EPID y log-files, estableciendo las bases para un sistema de control dinámico y evolutivo más sensible a las derivas del acelerador.

Al igual que en ediciones anteriores, deseo expresar mi más sincera enhorabuena a los nuevos doctores y doctoras que han defendido sus tesis a lo largo de los últimos años. Aprovecho esta ocasión para animaros a compartir vuestros trabajos con nosotros, con el fin de incluirlos en próximos números de nuestra revista y contribuir así a su difusión dentro de la comunidad científica.

Un saludo a tod@s.

---

\* Facultad de Medicina, UCM, ([garcia.pinto@med.ucm.es](mailto:garcia.pinto@med.ucm.es))



## Optimización del protocolo de control de calidad para técnicas dinámicas de modulación de dosis en radioterapia: caracterización de los detectores empleados

**Autora:** Mª Carmen Baños Capilla

**Director:** Dr. Daniel Rodríguez Pérez

Departamento: Física Matemática y de Fluidos. Facultad de Ciencias, UNED.

Lectura: 23/02/26. Facultad de Ciencias, UNED.

Enlace a la tesis completa: <https://hdl.handle.net/20.500.14468/32020>

La Arcoterapia Volumétrica Modulada (VMAT) se ha consolidado como una de las modalidades más utilizadas en radioterapia, al permitir generar distribuciones de dosis altamente conformadas, reducir la irradiación de los órganos de riesgo y mantener tiempos de tratamiento clínicamente asumibles. Esta ventaja dosimétrica ha favorecido su amplia implantación clínica, a costa de una mayor complejidad, donde la exactitud de la dosis depende de la sincronización de diferentes parámetros del acelerador y de situaciones de estrés dinámico no siempre detectables por los procedimientos convencionales de control de calidad.

En la práctica clínica, esta complejidad se compensa mediante la verificación específica por paciente previa al tratamiento (PSQA), lo que incrementa el tiempo de ocupación del acelerador y la carga de trabajo de los servicios de Radiofísica. Esta limitación adquiere todavía mayor relevancia en la radioterapia adaptativa online, donde no siempre es viable realizar una verificación previa. En este marco, la presente tesis se plantea con el objetivo de optimizar el protocolo de control de calidad de las técnicas dinámicas de modulación de dosis, orientándolo específicamente a las características de los tratamientos VMAT.

La primera parte de la tesis se centró en la caracterización de distintos sistemas de detección y registro: matrices de detectores, el sistema de imagen portal y los log-files del sistema de control del acelerador. En las matrices se evaluó la respuesta frente a cambios en la dosis por pulso y en la tasa de dosis, así como su resolución espacial y temporal y su sensibilidad para detectar errores sistemáticos del gantry y del MLC. La matriz MatriXX mostró una respuesta estable frente a variaciones de tasa de dosis y dosis por pulso, aunque su resolución limita la caracterización de penumbras y regiones de alto gradiente. Por su parte, ArcCheck demostró una elevada sensibilidad para detectar variaciones del mapa de fluencia asociadas a errores del gantry y del MLC, si bien requiere tener en cuenta la dependencia de los diodos con la tasa de dosis, la dosis por pulso y la temperatura.

En el EPID se analizaron la respuesta dosimétrica, la exactitud geométrica, la integridad mecánica y distintos efectos electrónicos del panel, confirmándose su utilidad para el análisis geométrico del movimiento dinámico de las láminas, siempre que se apliquen las correcciones específicas necesarias. Los log-files mostraron una buena concordancia con medidas independientes para la tasa de dosis, los ángulos y la posición de las láminas, aunque no resultaron sensibles a errores de calibración, por lo que deben considerarse una herramienta complementaria de monitorización, pero no como un sustituto de la medida independiente.

La segunda línea de trabajo aborda el diseño de pruebas específicas para caracterizar el comportamiento dinámico del acelerador en condiciones similares a las de VMAT. Se evaluaron los valores extremos operativos de tasa de dosis, velocidad del gantry y velocidad de las láminas, así como la estabilidad de la homogeneidad y simetría del haz bajo distintas combinaciones de parámetros. Los resultados mostraron que las transiciones entre segmentos y las combinaciones de baja tasa de dosis con alta velocidad de gantry constituyen escenarios especialmente exigentes. También se analizó la exactitud y estabilidad del movimiento del gantry, identificando tramos con menor linealidad atribuibles a efectos de inercia y a desajustes mecánicos. Respecto al MLC, se estudió la exactitud del movimiento, incluyendo una metodología original para estimar la velocidad de las láminas mediante imágenes EPID, y también se analizó el impacto dosimétrico asociado a la velocidad y aceleración del MLC, discriminándolo frente a problemas derivados de la estabilización inicial del haz.

En conjunto, la tesis propone un protocolo de control de calidad orientado a VMAT basado en cuatro pilares: asignación del detector más adecuado a cada prueba, implementación de pruebas dinámicas resueltas en tiempo y ángulo, determinación de los límites operativos reales del acelerador y seguimiento mediante control estadístico del proceso. Este enfoque permite avanzar hacia un sistema de control dinámico

y evolutivo, más sensible a derivas y mejor adaptado a la complejidad de VMAT, sentando las bases para establecer un sistema que permita racionalizar la PSQA mediante la aplicación de herramientas que discriminen los tratamientos con mayor probabilidad de

presentar problemas en la administración precisa de la dosis, para concentrar los esfuerzos de PSQA en estos planes más complejos y facilitar la integración futura de estrategias de radioterapia adaptativa.

# REACT™



MÁS INFORMACIÓN  
SOBRE NUESTRAS  
SOLUCIONES

fibermatrix.com

## MEDICIÓN DEL TAMAÑO DEL CAMPO RX EN IMAGEN MÉDICA

DISEÑADAS EN UN MATERIAL CENTELLEANTE, ESTAS REGLAS SON INDISPENSABLES PARA EL CONTROL DE CALIDAD REGLAMENTARIO Y/O LA PUESTA EN SERVICIO DE EQUIPOS DE RAYOS X.



- ✓ EFICAZ
- ✓ RÁPIDO
- ✓ CERO RESIDUOS
- ✓ ECONÓMICO

### UNA HERRAMIENTA TODO EN UNO

- **MEDIR CON PRECISIÓN** EL TAMAÑO DEL CAMPO DE VISIÓN GRACIAS A LAS GRADUACIONES RADIOOPACAS DE 0,5 MM
- **VISUALIZAR AL INSTANTE** EL CAMPO DE RX GRACIAS A LA SCINTILACIÓN DEL MATERIAL
- **UNA SENSIBILIDAD ADECUADA** PARA TODAS LAS MODALIDADES DE IMAGEN



DISPONIBLE EN ESPAÑA A TRAVÉS DE NUESTRO DISTRIBUIDOR AUTORIZADO, RADIAPROT S.L.

Tel.: (+34) 91 510 40 79 | [info@radiaprot.com](mailto:info@radiaprot.com) | [www.radiaprot.com](http://www.radiaprot.com)

#### ESTE CONJUNTO INCLUI:

- JUEGO DE 4 REGLAS
- KIT DE MONTAIE EN CRUZ
- MALETÍN RÍGIDO DE TRANSPORTE
- TRÍPODE
- APLICACIÓN PARA SMARTPHONE (IOS Y ANDROID) ALARA GROUP

 **Alara group**  
Smarter, safer.