

# Fluoroscopia de dosis ultrabaja en la ICP de oclusión total crónica: un estudio preliminar de viabilidad

## *Ultra low-dose fluoroscopy in chronic total occlusion PCI: a preliminary feasibility study*

Mihajlo Kovacic<sup>a</sup>, Mateja Ostricki<sup>a</sup>, Gabrielle L. Gasparini<sup>b</sup> y Josip Andelo Borovac<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Cardiology, County Hospital Cakovec, Cakovec, Croacia

<sup>b</sup> Department of Invasive Cardiology, Humanitas Research Hospital IRCCS, Rozzano, Milán, Italia

<sup>c</sup> Division of Interventional Cardiology and Ischemic Heart Disease, Department of Cardiovascular Diseases, University Hospital of Split (KBC Split), Split, Croacia

### Sr. Editor:

La intervención coronaria percutánea (ICP) para el tratamiento de oclusiones coronarias totales crónicas (OTC) es una de las intervenciones que genera más exposición a la radiación, debido a la alta complejidad de las lesiones, el uso de inyecciones dobles y la manipulación prolongada de guías y técnicas retrógradas, lo que incrementa el tiempo de fluoroscopia y la adquisición cine. Los datos contemporáneos indican que la mediana de exposición a la radiación del paciente, medida como kerma en aire (Ka), sigue siendo notablemente alta en la ICP de OTC (mediana de 2,3 Gy); no obstante, ha experimentado un descenso progresivo gracias a las mejoras realizadas en los equipos y técnicas intervencionistas<sup>1</sup>. Desde el punto de vista del paciente, suelen aparecer reacciones tisulares transitorias cuando la dosis cutánea absorbida supera los 2 Gy mientras que los efectos permanentes se observan con dosis absorbidas > 5 Gy<sup>2</sup>. En los hemodinamistas, la exposición acumulada a la radiación dispersa en ojos, cabeza y tronco evidencia la necesidad de mejorar la protección y el flujo de trabajo para reducir la exposición ocupacional<sup>3</sup>. Se debe mencionar que un amplio análisis multicéntrico demostró que la formación, la optimización del equipo y la disciplina durante la realización de la intervención reducen significativamente la exposición a la radiación sin comprometer el éxito de la intervención<sup>4</sup>. Asimismo, un caso publicado por nuestro grupo de investigación confirmó que un protocolo de fluoroscopia de dosis ultrabaja (DUB) reduce significativamente la exposición a la radiación durante la realización de una ICP de OTC<sup>5</sup>. En este sentido, nos propusimos evaluar la viabilidad de implementar un flujo de trabajo con fluoroscopia DUB durante la realización de intervenciones de ICP de OTC en un único centro.

Se realizó un análisis retrospectivo de 88 pacientes consecutivos derivados a nuestra sala de hemodinámica unicéntrica para la realización de ICP electivas de OTC durante un periodo de 3 años (de enero de 2021 a octubre de 2023). Debido al uso exclusivo de datos retrospectivos y anonimizados para este manuscrito, no se consideró necesaria la aprobación del Comité Ético según la práctica de nuestro centro. Todas las intervenciones las realizó un único hemodinamista y, en todos los casos, se empleó un flujo de trabajo de fluoroscopia DUB con fluoroscopia rutinaria a 3,75 fotogramas por segundo (FPS) y adquisición de cine limitada a 7,5 FPS. Además de reducir la frecuencia de los fotogramas, el flujo de trabajo hizo hincapié en una colimación estricta, la minimización de la

magnificación, el uso preferente de fluoroscopia almacenada frente a cine cuando fuese clínicamente relevante, la evitación de adquisiciones repetidas innecesarias y la optimización de la protección y el posicionamiento del hemodinamista. El equipo utilizado fue un sistema angiográfico monoplanar de arco quirúrgico suspendido (Shimadzu Corporation, Trinitas C8, Model DAR 9500f). Teniendo en cuenta el carácter retrospectivo del estudio, no se dispuso de forma sistemática de registros detallados sobre el escalado de dosis, producto dosis-área (PDA) ni variables específicas del fabricante, como la anchura de pulso o la corriente del tubo, en todos los casos, por lo que no se incluyeron en el análisis.

La mayoría de los pacientes eran varones (81,8%) con una media del índice de masa corporal de 28,9 ± 5,4 kg/m<sup>2</sup>. La mediana de la puntuación obtenida en la escala J-CTO fue de 2,0 puntos (RIC = 1-3) y casi el 40% de los casos obtuvo puntuaciones en la escala J-CTO de 0 a 1 (N = 35). La mediana de la longitud de la OTC según la angiografía coronaria cuantitativa (QCA) fue de 15 mm (RIC = 10-20), el abordaje intervencionista fue principalmente anterógrado en el 83% de los casos (N = 73) y el vaso diana se abordó por vía radial en la mayoría de los casos (94,3%). La mediana del tiempo de cruce de la OTC fue de 6,5 minutos [RIC = 2,0-15,0] (media de 10,9 ± 16 minutos). La arteria más afectada fue la coronaria derecha (59%), seguida de la circunfleja izquierda (22%) y la descendente anterior (19%). En 10 de los 88 pacientes (10,2%) ya se había intentado repermeabilizar la OTC y los niveles basales medios del filtrado glomerular estimado fueron 70,6 ± 23,1 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>. La mediana del volumen de contraste utilizado fue de 210 ml [RIC = 152-260], la mediana del tiempo total de la intervención, 70 minutos (RIC = 45-120) y tanto el éxito de la intervención como el grado de flujo TIMI 3 se alcanzaron en 75 de 88 los pacientes (85,2%). No se registró ningún episodio adverso de muerte, infarto de miocardio perioperatorio, accidente cerebrovascular, perforación coronaria, disección limitante del flujo o hemorragia.

Se debe mencionar que nuestros datos revelan que la mediana del Ka en el punto de referencia intervencionista fue de 715 mGy [RIC = 369-1.116] con un tiempo total de fluoroscopia de solo 27 minutos [RIC = 16-41], tal y como se muestra en la [figura 1](#). Esto se tradujo en una relación Ka/tiempo de fluoroscopia normalizada de, aproximadamente, 26,5 mGy/min. En esta cohorte, el flujo de trabajo con un recuento bajo de fotogramas fue factible y se incorporó a la práctica habitual sin comprometer la realización de la

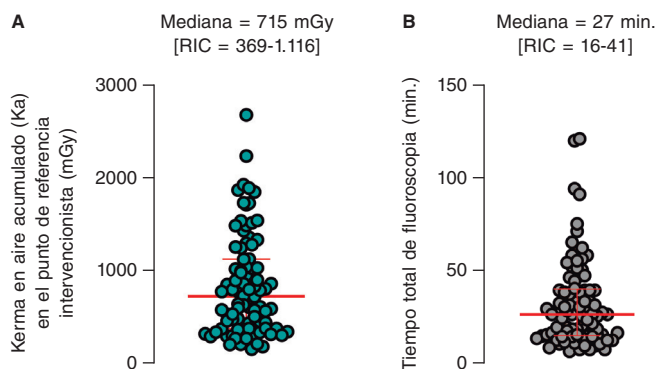
### \* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jborovac@mefst.hr](mailto:jborovac@mefst.hr) (J.A. Borovac).

✉ [@JosipABorovac](https://twitter.com/JosipABorovac)

Full English text available from: <https://www.recintervcardiol.org/en>.

2604-7306 / © 2026 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Permanyer Publications. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND 4.0.



**Figura 1. A:** mediana del kerma en aire acumulado en el punto de referencia interaccionista (en mGy); **B:** mediana del tiempo total de fluoroscopia (minutos). RIC: rango intercuartílico.

intervención. No obstante, debido a la ausencia de un grupo control contemporáneo y de una evaluación formal de la calidad de la imagen, no es posible realizar inferencias comparativas en cuanto a la duración de la intervención, el volumen de contraste empleado o la calidad de la visualización frente a la fluoroscopia estándar.

Este estudio de viabilidad tiene importantes implicaciones a nivel clínico, ya que demuestra que, en una cohorte con una mediana de puntuación en la escala J-CTO de 2 e intervenciones realizadas, predominantemente, por vía anterógrada, la ICP de OTC se puede realizar con una exposición acumulada a la radiación < 1 Gy y tiempos de fluoroscopia < 30 minutos. Estos valores absolutos de Ka son similares a los descritos en otros abordajes estructurados e inferiores a los descritos en la práctica estándar de OTC, incluidos los datos multicéntricos PROGRESS-CTO; no obstante, estas comparaciones cruzadas entre estudios se deben interpretar con cautela<sup>4,6</sup>. Como la mayoría de las intervenciones se realizaron por vía anterógrada, la longitud de la lesión fue moderada y los reintentos poco habituales, quizás sería más sencillo implementar este flujo de trabajo, primero, en OTC de complejidad baja- intermedia y, después, en casos más complejos por vía retrógrada o reintentos. Se debe mencionar que el uso de métricas normalizadas de la radiación, como Ka por minuto de fluoroscopia, podría facilitar la comparación entre centros.

Se deben tener en cuenta varias limitaciones. En primer lugar, al tratarse de un estudio unicéntrico, la extrapolación de nuestros resultados a otros centros de OTC podría verse limitada por diferencias en la experiencia de los operadores, la selección de casos y las configuraciones del equipo. Además, en la actualidad, no existe una definición universal estandarizada de la fluoroscopia DUB; en el presente estudio, se empleó un Ka operador acumulado < 1 Gy como referencia descriptiva de carácter pragmático, más que como un umbral universalmente aceptado. De forma más amplia, nuestro protocolo DUB se basa en una combinación de adquisición de fotogramas a baja frecuencia (3,75 fotogramas/s en fluoroscopia y 7,5 fotogramas/s en cine) y estrategias sistemáticas de reducción de la dosis, incluida colimación, minimización de la magnificación y adquisiciones de cine limitadas. Nuestro análisis también carece de una cohorte comparadora contemporánea no DUB. En esta base de datos retrospectiva tampoco se registraron de forma sistemática diversas variables potencialmente relevantes para la comparación externa, entre ellas la experiencia del hemodinamista, la frecuencia de escalado temporal de dosis, el PDA y los parámetros de emisión de radiación específicos del fabricante. En consecuencia, la comparación con el PROGRESS-CTO<sup>1</sup> u otras series observacionales debe ser meramente contextual y no un análisis formal de control. En nuestro centro seguimos empleando el protocolo descrito de forma habitual; no obstante, se necesitan bases de datos más amplias y análisis comparativos prospectivos.

En conclusión, conseguir una menor exposición a la radiación durante la ICP de OCT resulta esencial tanto para la seguridad del paciente como para la exposición ocupacional del hemodinamista, especialmente en este contexto. Sugerimos que los cardiólogos interaccionistas que realizan intervenciones de OCT tengan en cuenta la adopción de flujos de trabajo estructurados encaminados a ahorrar radiación y adaptados a la experiencia de cada centro y al equipo disponible, particularmente como parte de programas más amplios de optimización de dosis. Este protocolo puede ser especialmente viable en lesiones de OCT no excesivamente complejas. Son necesarios estudios comparativos de mayor tamaño que permitan definir los subgrupos de OTC que más se benefician y validar estos hallazgos en diferentes hemodinamistas, centros y plataformas de imagen.

## FINANCIACIÓN

Ninguna.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio estuvo exento de aprobación por el comité ético local y no requirió revisión formal de conformidad con el actual marco institucional aplicable (HR-OBC-71023-2016-04-18). Asimismo, el estudio llevó a cabo de conformidad con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki. No se recabó el consentimiento informado de los pacientes debido al diseño retrospectivo del estudio y uso de datos anonimizados. Se siguieron las guías SAGER en relación con posibles sesgos de sexo y género.

## DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

No se utilizó ningún *software* de inteligencia artificial durante la redacción de este manuscrito.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

M. Kovacic y J.A. Borovac tuvieron la idea del estudio y redactaron el borrador inicial. M. Ostricki y G.L. Gasparini contribuyeron con contenido intelectual relevante y revisaron el manuscrito. Todos los autores aprobaron la versión definitiva.

## CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

## BIBLIOGRAFÍA

- Vemou E, Alaswad K, Khatri JJ, et al. Patient radiation dose during chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: insights from the PROGRESS-CTO registry. *Circ Cardiovasc Interv.* 2020;13:e009412.
- Fisher RF, Applegate KE, Berkowitz LK, et al. AAPM Medical Physics Practice Guideline 12.a: Fluoroscopy dose management. *J Appl Clin Med Phys.* 2022;23:e13526.
- Roguin A, Wu P, Cohoon T, et al. Update on radiation safety in the cath lab—moving toward a “lead-free” environment. *J Soc Cardiovasc Angiogr Interv.* 2023;2:101040.
- Werner GS, Avran A, Boudou N, et al. Improvement of radiation management in percutaneous interventions of chronic total occlusions in a multi-center registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 2025;18425-435.
- Bacci E, Chiarito M, Sanz-Sanchez J, et al. Safety and efficacy of an ultra low dose fluoroscopic protocol for chronic total occlusion recanalization. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2023;101:911-917.
- Werner GS, Yaginuma K, Koch M, et al. Modulated radiation protocol achieves marked reduction of radiation exposure for chronic total coronary occlusion intervention. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2021;97:1196-1206.