



Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología

ISSN: 1852-7434

publicaciones@aaot.org.ar

Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología
Argentina

Cubecino, Adriana; Garabano, Germán; Gamarra, Débora;
Simesen de Bielke, Harold; Sierto, Mónica N.; Robador, Nicolás A.

Exposición a la radiación en Ortopedia y Traumatología, en la Argentina

Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y
Traumatología, vol. 90, núm. 1, 2025, enero-febrero, pp. 51-62
Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología
Argentina

DOI: <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2025.90.1.2036>

- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en portal.amelica.org



Exposición a la radiación en Ortopedia y Traumatología, en la Argentina

Adriana Cubecino, Germán Garabano, Débora Gamarra, Harold Simesen de Bielke, Mónica N. Sierio, Nicolás A. Robador

Comité de Morbimortalidad, Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: Múltiples procedimientos en cirugía ortopédica implican el uso de imágenes radioscópicas, lo que plantea un riesgo mayor de exposición a radiación ionizante para los cirujanos. Este estudio tiene como objetivo identificar las prácticas, la frecuencia de uso de imágenes intraoperatorias, el nivel de conocimiento y el empleo de elementos de protección radiológica de los médicos especialistas en ortopedia y traumatología de la Argentina. **Materiales y Métodos:** Estudio analítico observacional transversal. Se realizó en base a una encuesta en línea a traumatólogos de nuestro país, entre septiembre de 2020 y octubre de 2021. Mediante 18 preguntas se recabaron datos sociodemográficos, profesionales y laborales relacionados con el uso de la radioscopia intraoperatoria, las medidas de protección y el respectivo conocimiento. **Resultados:** Se recibieron 919 respuestas a la encuesta. La mitad de los participantes (48,7%) utiliza radioscopia más de una vez por semana. El 73,9% desconoce el tiempo real de exposición, la mayoría (60,5%) ignora si se renuevan los elementos de protección, y solo el 10% usa dosímetro. El elemento de protección más utilizado es el chaleco de plomo; sin embargo, solo un tercio emplea protección tiroidea. La formación académica en radiaciones ionizantes es insuficiente y al 97% de los encuestados le interesaría recibirla. **Conclusiones:** Existe una necesidad de concientización sobre la radiación por parte del cirujano ortopédico. La protección radiológica en la mayoría de los procedimientos quirúrgicos es inadecuada, no existen programas formativos obligatorios, protocolos de uso ni el respectivo control.

Palabras clave: Radiación ionizante; radioexposición; radioprotección; radioscopia; cirugía ortopédica; riesgo laboral.

Nivel de Evidencia: IV

Radiation Exposure in Orthopaedics in Argentina

ABSTRACT

Introduction: Many orthopedic surgical procedures require the use of fluoroscopic imaging, exposing surgeons to ionizing radiation. This study aims to assess the practices, frequency of intraoperative imaging use, level of knowledge, and adherence to radiological protection measures among orthopedic surgeons in Argentina. **Materials and Methods:** This was an analytical, observational, cross-sectional study based on an online survey conducted among orthopedic surgeons in Argentina between September 2020 and October 2021. The survey included 18 questions collecting sociodemographic, professional, and occupational data related to the use of intraoperative fluoroscopy, radiation protection measures, and knowledge of radiation exposure risks. **Results:** A total of 919 responses were collected. Nearly half of the participants (48.7%) reported using fluoroscopy more than once per week. However, 73.9% were unaware of their actual exposure time, 60.5% did not know whether protective equipment was regularly replaced, and only 10% reported using a dosimeter. The most commonly used protective device was the lead apron, yet only one-third of respondents used thyroid protection. Training in ionizing radiation was deemed insufficient, with 97% of respondents expressing interest in receiving formal education on the topic. **Conclusions:** There is a need to raise awareness among orthopedic surgeons regarding radiation exposure. Most surgical procedures lack adequate radiological protection, and there are no mandatory training programs, standardized protocols, or monitoring systems in place.

Keywords: Ionizing radiation; exposure; radiation protection; fluoroscopy; orthopaedic surgery; occupational hazard.

Level of Evidence: IV

Recibido el 19-9-2024. Aceptado luego de la evaluación el 2-12-2024 • Dra. ADRIANA CUBECINO • adrianaucubecino@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-8955-6595>

Cómo citar este artículo: Cubecino A, Garabano G, Gamarra D, Simesen de Bielke H, Sierio MN, Robador NA. Exposición a la radiación en Ortopedia y Traumatología, en la Argentina. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2025;90(1):51-62. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2025.90.1.2036>

INTRODUCCIÓN

El uso de la radioscopia ha aumentado significativamente en la cirugía traumatológica. Esta tecnología ofrece ventajas, como la reducción de los tiempos quirúrgicos y la posibilidad de desarrollar técnicas menos invasivas, lo que contribuye a disminuir la morbilidad en los pacientes.¹⁻³ No obstante, también incrementa la exposición a la radiación para los equipos quirúrgicos, cuyos efectos adversos pueden no evidenciarse hasta décadas después.¹⁻⁴ Es fundamental comprender que la radioscopia emplea radiación ionizante, lo que conlleva efectos potencialmente perjudiciales para la salud, que incluyen daño genético, aumento del riesgo de cáncer y compromiso del sistema hematopoyético.^{2,4-7}

En la Argentina, al igual que en otros países, las normativas sobre radioprotección en el ámbito de la salud son establecidas por organismos, como la Autoridad Regulatoria Nuclear y se basan en directrices internacionales de la *International Commission on Radiological Protection (ICRP)*⁵ y la Organización Mundial de la Salud. Según estas normativas, la dosis límite para el público en general es de 1 mSv por año, de fuentes naturales y artificiales, como radiografías, tomografías y otros procedimientos radiológicos. En cuanto a la exposición laboral, el límite máximo permitido es de 20 mSv anuales para el cuerpo, 20 mSv para el cristalino, 150 mSv para la tiroides y 500 mSv para las manos.^{1,2,5,8}

En diversas investigaciones, se ha evaluado la dosis de radiación recibida por el personal quirúrgico (médico y no médico) en distintas partes del cuerpo y durante procedimientos específicos, con el objetivo de estimar la exposición y el riesgo asociado de desarrollar cáncer.^{4,6-10} Mastrangelo y cols.,⁹ en su estudio realizado en un centro asistencial de Italia, entre 1976 y 2000, informaron que los cirujanos ortopédicos que empleaban radioscopia tenían 5 veces más probabilidades de desarrollar cáncer que otros trabajadores de la salud no expuestos a radiación; además, la incidencia de cáncer en general (piel, colon, pulmón, linfomas y condrosarcomas) fue mayor. En 2009, Chou y cols.¹¹ encuestaron a cirujanos ortopédicos miembros de la *American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS)* y comunicaron que la prevalencia de cáncer era un 85% más alta que en la población general, con similares características en cuanto al sexo, la edad y la raza.^{10,11}

En la Argentina, se llevaron a cabo estudios, como el de Vanoli y cols.,¹² exclusivamente procedimientos relacionados con la fijación de fracturas de muñeca, y el de Bazán y cols.,¹³ en cirugías de columna. El Comité de Investigación de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología efectuó un relevamiento sobre el uso de dosímetros en servicios acreditados.¹⁴ Sin embargo, según nuestro conocimiento, no se han publicado reportes nacionales que analicen, de forma integral, la radiación en la práctica ortopédica, abarcando tanto la exposición como las medidas de protección y el nivel de conocimiento al respecto.

El objetivo de este estudio fue analizar los resultados de una encuesta que identifica las prácticas que implican exposición a la radiación en el ámbito de la ortopedia y traumatología, en la Argentina, considerando la frecuencia de uso de la radioscopia, el nivel de conocimiento y el uso de elementos de protección radiológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

A través de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología, se realizó una encuesta en línea, utilizando la plataforma Survey Monkey® en el período comprendido entre septiembre de 2020 y octubre de 2021. La encuesta fue enviada por correo electrónico a todos los traumatólogos registrados en la base de datos de dicha asociación (con diferentes años de experiencia y en formación [residentes y concurrentes]) y difundida por las redes sociales, para ser completada de manera voluntaria.

La encuesta tenía 18 preguntas cerradas, de carácter obligatorio y optativo, algunas de ellas con opción de respuesta única y otras con opción de respuestas múltiples. Se puede consultar la encuesta en: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfU0vwo1Yzpq-dsTDd0vjGqNiCoEdRoTMoX4O5QKG9t-43ag/viewform>

Se recabaron datos demográficos (sexo, edad, región donde se desempeña) y laborales (tipo de práctica, subespecialidad, antigüedad). En relación con la radioscopia, se preguntó sobre la frecuencia de su uso, el tipo y la frecuencia de protección radiológica utilizada, el equipo empleado y la medición de dosis. Se indagó también sobre el conocimiento del límite de dosis permitidas, el uso de dosímetro, la capacitación recibida y el conocimiento de los riesgos de exposición. La encuesta cumplió con la Declaración de Helsinki, se respetó el anonimato de los participantes y los centros de salud.

Análisis estadístico

Las respuestas recibidas se volcaron a una planilla de cálculo Excel® (Microsoft®). Se realizó un análisis descriptivo de las variables, que se expresan como frecuencia y porcentaje, de acuerdo con el número de respuestas obtenidas en cada pregunta.

RESULTADOS

Un total de 919 traumatólogos respondieron la encuesta. Algunas preguntas eran opcionales, y el rango de respuestas fue de 913 a 919.

Datos demográficos

El 87,9% (808 encuestados) eran hombres y el 11,7% (107), mujeres (4 omitidos). El 71,3% tenía menos de 50 años (Tabla 1).

En relación con el tiempo de ejercicio profesional, la mayoría de los encuestados eran especialistas (86,5%); el 70% contaba con más de 5 años de experiencia. En el ámbito laboral, el 43,1% (n = 396) indicó trabajar exclusivamente en el sector privado. Respecto a la ubicación geográfica, el 42,2% ejercía en el Área Metropolitana de Buenos Aires, seguido de la región pampeana (31,9%). En cuanto a la subespecialización, el 36,5% se desempeñaba en trauma ortopédico, seguido de cadera y rodilla (26,1%) (Tabla 1).

Tabla 1. Datos demográficos de los pacientes

	Total (n = 919)
Sexo*	
Masculino	808 (87,9%)
Edad	
<40	337 (36,7%)
40-49	318 (34,6%)
50-59	167 (18,2%)
60 o más	97 (10,6%)
¿Usted es?*	
Especialista más de 5 años	643 (70,0%)
Especialista menos de 5 años	135 (14,7%)
Fellow	23 (2,5%)
Residente	115 (12,5%)
Tipo de institución en la cual desempeña sus actividades	
Privada y pública	393 (42,8%)
Privada	396 (43,1%)
Pública	130 (14,1%)
¿En qué área quirúrgica se desempeña?#	
Cadera y rodilla	240 (26,1%)
Columna	58 (6,3%)
Hombro y codo	40 (4,4%)
Mano	74 (8,1%)
Pierna y pie	105 (11,4%)
Trauma/Trauma ortopédico	335 (36,5%)
Traumatología infantil	54 (5,9%)
Traumatología oncológica	11 (1,2%)
Región en la que trabaja##	
Área Metropolitana de Buenos Aires	388 (42,2%)
Cuyo (San Juan, San Luis, Mendoza)	52 (5,7%)
Nordeste (Formosa, Misiones, Chaco, Corrientes)	27 (2,9%)
Noroeste (Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, Santiago del Estero, La Rioja)	80 (8,7%)
Pampeana (Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, Buenos Aires, La Pampa)	293 (31,9%)
Patagonia (Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz, Tierra del Fuego)	76 (8,3%)
¿Pertenece a alguna Asociación/Sociedad? Marcar la/las que corresponda/n	
AAOT	849 (92,4%)
Asociación/Sociedad de la especialidad	468 (50,9%)
Asociación/Sociedades regionales	326 (35,5%)
Ninguna	29 (3,2%)

*4 no contestadas; **3 no contestadas; #2 no contestadas; ##3 no contestadas.

Uso de radioscopia

De las 919 respuestas, surge que el equipo más utilizado durante la cirugía fue el arco en C (97,9%). En cuanto a la frecuencia de uso, casi la mitad (48,7%) utiliza radioscopia más de una vez por semana; el 94,6% lo hace de forma pulsada. Asimismo, la mayoría (73,9%, n = 679) indicó no controlar el tiempo real de exposición a la radiación. Quienes mencionaron que nunca la usan (2,4%) pertenecen a todas las subespecialidades (Tabla 2).

Tabla 2. Uso de la radioscopia

	Total (n = 919)
¿Qué tipo de equipo intraoperatorio utiliza? Marcar el/los que corresponda/n	
Arco en C (abierto)	900 (97,9%)
Arco en O (cerrado)	5 (0,5%)
Miniarco en C	13 (1,4%)
Tomógrafo intraoperatorio	2 (0,2%)
Navegación intraoperatoria	16 (1,7%)
En su práctica quirúrgica habitual, ¿utiliza radioscopia?*	
Más de una vez por semana	448 (48,7%)
3 o 4 veces por mes	227 (24,7%)
1 o 2 veces por mes	146 (15,9%)
Menos de 6 veces por año	75 (8,%)
Nunca	22 (2,4%)
¿Cómo utiliza el intensificador de imágenes?*	
En forma continua	40 (4,4%)
En forma pulsátil	869 (94,6%)
¿Controla el tiempo real de exposición?#	
No	679 (73,9%)
Sí	233 (25,4%)

*1 no contestada; **10 no contestadas; #7 no contestadas.

Protección

Se permitieron respuestas múltiples en la pregunta sobre los elementos de protección, lo que permitió combinar algunas opciones. El 88,3% de los encuestados (n = 809) utiliza chaleco o delantal de plomo (710 de una pieza y 99 de dos piezas); el 38,6%, protección tiroidea; el 3,4%, lentes plomados y el 0,1%, guantes plomados (Tabla 3, Figura 1).

En relación con la frecuencia de uso de los elementos, el 11,9% (n = 109) mencionó no utilizarlos, mientras que el 37,2% los usa siempre y el 11,8%, la mitad de las veces. Específicamente, en cuanto al chaleco plomado, el 94,8% de los encuestados indicó que pertenece a la institución donde trabajan, mientras que, en 22 casos, es propiedad del cirujano. En la pregunta sobre la renovación del chaleco, el 60,5% lo desconoce y el 23,1% afirma que no se renueva (Tabla 3).

Tabla 3. Uso de elementos de protección y datos correspondientes a delantales plomados

	Total (n = 919)
En las cirugías con radioscopia, utiliza (marcar todos los que correspondan)	
Delantal plomado de una sola pieza	710 (77,3%)
Delantal plomado de dos piezas	99 (10,8%)
Protección tiroidea (collar)	355 (38,6%)
Antiparras o anteojos plomados	31 (3,4%)
Guantes plomados	1 (0,1%)
Distancia superior a 2 m del emisor	109 (11,9%)
Dosímetro	93 (10,1%)
Los elementos de protección los utiliza*	
Siempre	342 (37,2%)
75% de las cirugías	249 (27,1%)
50% de las cirugías	108 (11,8%)
Menos del 50%	107 (11,6%)
Nunca	109 (11,9%)
El chaleco de plomo es propiedad**	
De la institución	871 (94,8%)
Del cirujano	22 (2,4%)
El chaleco de plomo se renueva#	
Una vez al año	17 (1,8%)
Cada 2 años	57 (6,2%)
Cada 3 años	64 (7,0%)
No lo sé	556 (60,5%)
No se renueva	212 (23,1%)

*4 no contestadas; **26 no contestadas; #13 no contestadas.

Con respecto a aquellos que utilizan la distancia >2 m, el 53% mencionó no usar ningún elemento de protección.

El 10,1% de los participantes utiliza dosímetros para medir su exposición, con similares porcentajes de acuerdo con el ámbito de trabajo (privado 9,6%, público 12,3%, mixto 9,9%) (Figura 1).

Educación y conocimiento

De las 916 respuestas recibidas (3 omitidas), el 89,7% (n = 824) manifestó desconocer la radiación máxima permitida por año, y solo el 17,2% afirmó haber recibido instrucción específica sobre el uso de la radioscopia y las medidas de protección. Además, el 97,59% de los encuestados expresó interés en que dicha capacitación fuera parte de su formación profesional (Figura 2).

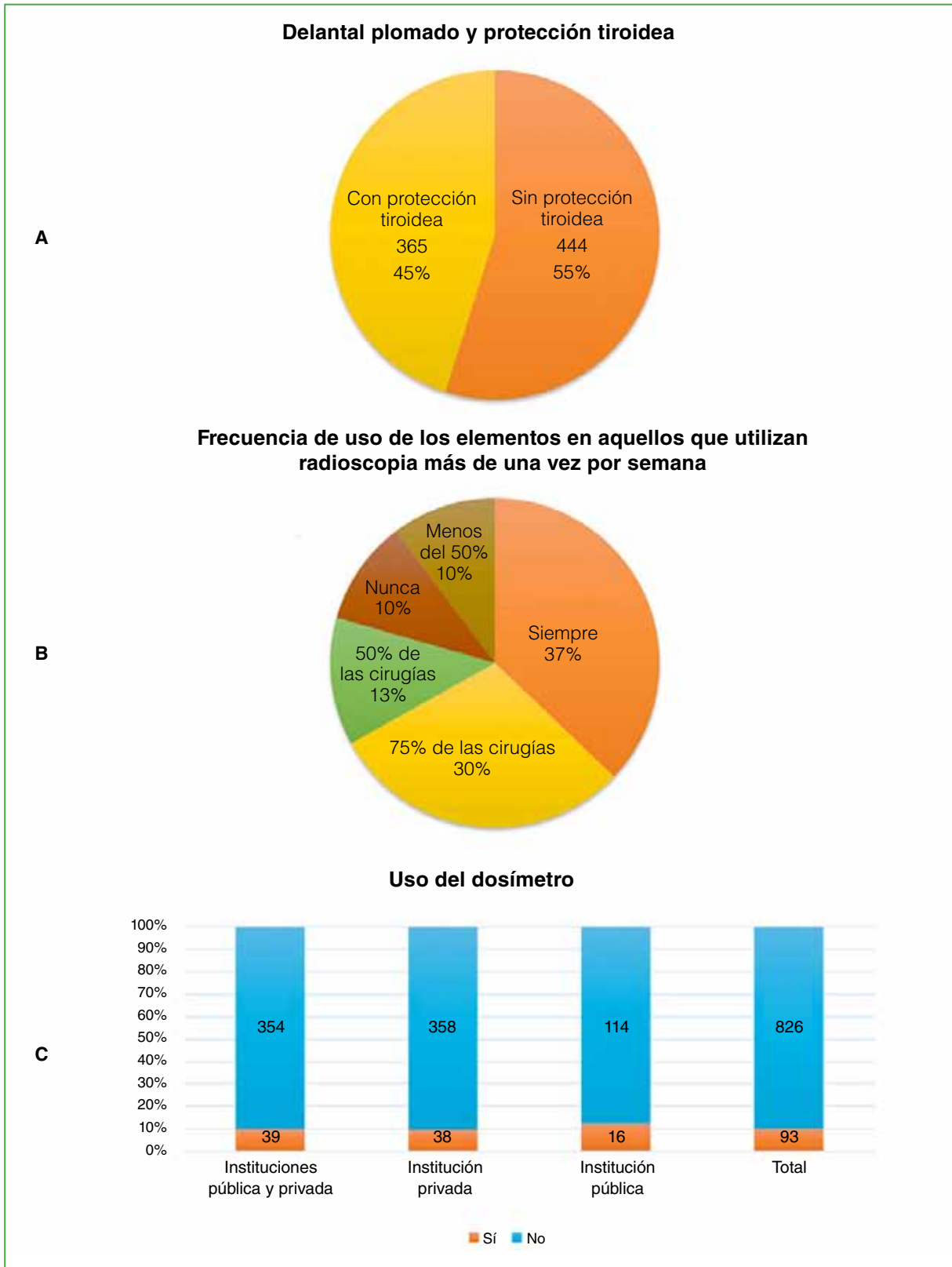


Figura 1. **A.** Uso de chaleco/delantal plomado (1 o 2 piezas) con protección tiroidea o sin protección. **B.** Frecuencia de uso de los elementos de protección radiológica en aquellos que utilizan radioscopia más de una vez por semana. **C.** Uso de dosímetro según el ámbito de trabajo.



Figura 2. A. Conocimiento sobre límites de radiación. B. Recibió formación en radioscopia. C. Le interesaría que fuera parte de su formación.

Subespecialidades

Discriminando entre las diferentes subespecialidades, quienes utilizan la radioscopia frecuentemente (más de una vez por semana) son los especialistas en mano (63%), en trauma (62%), y en pierna y pie (56%). Comparativamente, quienes recibieron instrucción o formación en el uso de la radioscopia fueron, en su mayoría, los cirujanos de pie/tobillo (25,7%, n = 105); en trauma, solo el 15% (Figura 3).

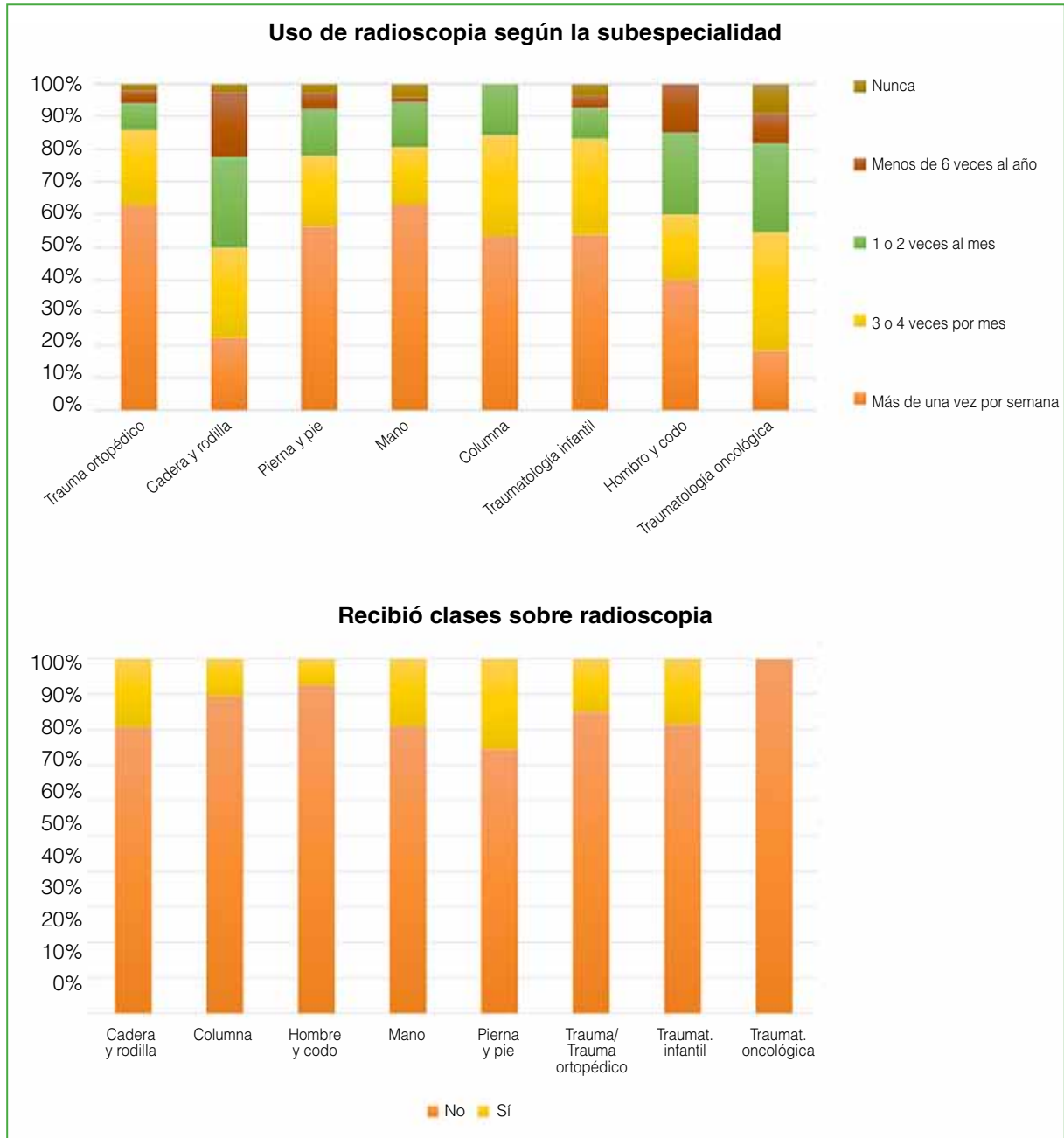


Figura 3. A. Frecuencia de uso de la radioscopia según la subespecialidad. **B.** Formación en radioscopia según la subespecialidad.

DISCUSIÓN

Los cirujanos ortopédicos se exponen cada vez más a la radiación ionizante durante múltiples procedimientos; en diversos estudios, se ha demostrado que tienen un riesgo más alto de desarrollar cáncer que otros trabajadores de la salud no expuestos a la radiación.^{7,9-11} En la bibliografía, también se subraya la importancia de implementar medidas clave de protección radiológica, conocidas por el acrónimo DEBT (Distancia, Exposición, Blindaje y Tiempo).^{3,8} Sin embargo, su implementación sigue siendo variable y, en muchos casos, inconsistente.^{6-8,15}

Un problema clave es la falta de guías universalmente aplicadas para reducir la exposición, no solo de los cirujanos, sino también del personal médico y no médico presente en el quirófano, así como del paciente.³ La exposición a la radiación varía significativamente según la subespecialidad y el tipo de procedimiento. Las cirugías de columna y trauma implican los niveles más altos de exposición debido al uso frecuente de radioscopia intraoperatoria, especialmente en procedimientos, como vertebroplastias y cifoplastias, seguidas de la cirugía de pelvis, cadera y la osteosíntesis con dispositivos endomedulares.^{2,3,8,15,16} En nuestra encuesta, los cirujanos especializados en mano y trauma reportaron el mayor uso de radioscopia, lo que es coherente con la bibliografía existente.

Los tejidos más sensibles a la exposición a la radiación son la médula ósea (roja), el colon, el pulmón, el estómago y las mamas.^{1,4,7} Sin embargo, las manos de los cirujanos suelen ser la región anatómica con más exposición debido a su proximidad a la fuente de radiación.^{4,6-8,17} Por otro lado, la glándula tiroidea y los ojos, aunque reciben menores dosis, son extremadamente sensibles a la radiación.^{2,5-7,17} El uso adecuado de protectores para estas dos regiones es crítico; no obstante, muchos cirujanos suelen descuidarlas en comparación con otros órganos (tórax, abdomen y gónadas), como mencionan Kaplan y cols.⁷ y Vanoli y cols.¹²

Los chalecos y protectores de tiroides son los elementos de protección más comunes, se recomienda que tengan un espesor de, al menos, 0,25 mm de plomo (reducen la exposición en más del 90% y los de 0,50 mm hasta el 99%), idealmente que sean circunferenciales e incluyan la glándula tiroidea.^{1,3,4,7} A pesar de su disponibilidad, el uso es inconsistente.^{2,7,8,17} Los protectores de tiroides habitualmente están integrados en los chalecos, pero cuando se emplean como pieza adicional, su frecuencia de uso oscila entre el 24% y el 30%, incluso se ha reportado un uso inferior al 4%.^{2,6-8} En nuestra encuesta, el 88% mencionó utilizar chalecos de plomo, pero menos del 40% emplea protección tiroidea. Se conoce que la exposición a la radiación está implicada en la patología de adenomas, tiroiditis, hipotiroidismo y neoplasias malignas (el 85% de los carcinomas papilares son inducidos por la radiación).^{6,7,9}

Además, la efectividad de estos equipos depende, en gran medida, del cumplimiento individual; estudios previos han señalado que muchos cirujanos no siguen las recomendaciones de seguridad radiológica.^{7,15} En nuestra encuesta, el 11,9% no utiliza protección, el 11,8% lo hace ocasionalmente y solo el 37,2% la emplea de manera constante, lo que revela una falta de conciencia o conocimiento sobre la importancia de la seguridad radiológica y el posible impacto de no utilizar protección.

Un aspecto fundamental por considerar es que la función de protección de los elementos se ve comprometida por el almacenamiento y el mantenimiento inadecuados. Kaplan y cols.⁷ resaltan la importancia de realizar controles de calidad anuales.^{3,4} No obstante, en nuestra encuesta, el 60,5% desconocía si los chalecos plomados de su institución eran renovados y el 23% afirmó que no se renuevan. Es relevante señalar que el 94,8% de los participantes indicó que los chalecos pertenecían a la institución.

La protección ocular generalmente es inadecuada, y varía entre el 2,5% y el 5%, probablemente debido a la falta de conocimiento sobre el riesgo de cataratas por exposición a la radiación ionizante.³⁻⁶ La patología implica la opacidad del cristalino, específicamente en su porción posterior.^{1,3,6,7} Burns y cols.¹⁶ informaron una reducción del 90% en la exposición con el uso de lentes plomados en cirugías de pelvis y cadera.^{7,16} En nuestra encuesta, solo el 3,4% informó usar protección ocular, lo que reflejaría este desconocimiento.

Los guantes de plomo son efectivos solo si no se encuentran en el haz directo, ya que, cuando hay control de exposición automático, la radiación aumenta al detectarlos.^{2,7,17-19} Suelen generar una falsa sensación de seguridad, por lo que se recomienda evitar la exposición directa. En nuestro estudio, su uso es infrecuente, apenas en el 0,1% de los casos. El monitoreo de la dosis de radiación es un aspecto esencial que debería aplicarse a todo el personal expuesto en el quirófano. Sin embargo, solo el 10% de los encuestados indicó utilizar dosímetros, tanto en el ámbito público como en el privado, lo que refleja una falta de control y monitoreo adecuados.^{1,14,18,20}

Todo el personal expuesto en el quirófano debería utilizar dosímetros individuales, y sus datos deberían ser recopilados y analizados por el departamento de seguridad radiológica del establecimiento.^{1,14,18,20} Sin embargo, solo el 10% de los encuestados indicó utilizarlos. Según Joeris y cols., aproximadamente la mitad de los cirujanos ortopédicos nunca utilizó un dosímetro, y entre aquellos que lo usaron, solo la mitad recibió información sobre la cantidad de radiación recibida.²¹ Al Mohammad y cols.²⁰ comunicaron que el 5,5% utiliza este dispositivo.

Asimismo, existe un desconocimiento de los límites de radiación. El 89% de los encuestados no conocía la existencia ni los límites de dosis para personas expuestas en el ámbito laboral, y el 73,9% no controlaba el tiempo de exposición. Esta situación coincide con reportes internacionales que sugieren un desconocimiento generalizado sobre los límites de exposición laboral establecidos por la ICRP.^{3,7}

Existen dos tipos de radioscopios de arco en C: el estándar y el miniarco en C. Aunque este último es reconocido por su versatilidad y potencial para reducir la exposición del cirujano, un uso inadecuado puede aumentar la radiación, especialmente en las manos.^{3,4,7} En nuestra encuesta, el arco en C estándar fue el equipo más utilizado (97,9%) y el 94,6% de los encuestados emplea el modo pulsado. Se reconoce que el modo de uso del equipo es un factor relevante: la radioscopia continua, al capturar entre 30 y 35 imágenes por segundo, aumenta significativamente la exposición a la radiación, a diferencia del modo pulsado, que genera de 1 a 5 imágenes por segundo.^{4,7,18,19}

Finalmente, cabe destacar que solo el 17,2% de los encuestados había recibido capacitación específica en protección radiológica durante su formación, lo que pone de manifiesto la necesidad urgente de incluir estos conocimientos en los programas de formación (el 97% expresó interés en ellos). Estudios previos han señalado la carencia de formación en seguridad radiológica entre los cirujanos ortopédicos.^{4,7,21} Pires y cols.²² y Kaplan y cols.⁷ destacan la ausencia de un plan de estudios estandarizado de seguridad radiológica durante la etapa formativa. Saroki y cols. describieron que el 91,2% de los cirujanos ortopédicos creía necesitar formación adicional sobre la exposición a la radiación.²³

Este estudio presenta ciertas limitaciones, como la falta de cuantificación de la exposición real a la radiación, lo que impide determinar si los cirujanos y residentes superan los límites recomendados por la ICRP. Además, la muestra no fue homogénea en cuanto a subespecialidades, con una mayor representación de cirujanos de trauma, mano y pie, lo que podría limitar la comparación entre especialistas. A pesar de estas limitaciones, este es el primer estudio en la Argentina que investiga la exposición ocupacional a la radiación en cirujanos ortopédicos, y aporta datos para mejorar las prácticas en el ámbito quirúrgico.

Queda aún la pregunta ¿a cuánta radiación real se encuentra expuesto el cirujano ortopédico, el personal de quirófano y el paciente durante las distintas intervenciones?

CONCLUSIONES

Nuestra encuesta tuvo como objetivo recopilar información clave sobre las prácticas y medidas de protección radiológica entre los médicos traumatólogos de la Argentina. Se observó la necesidad de implementar acciones para reducir la exposición a la radiación. Los resultados revelan deficiencias generalizadas en el conocimiento de los riesgos, las dosis recibidas, los límites de exposición y las técnicas de seguridad radiológica, tanto entre los especialistas como entre los residentes. El monitoreo de la radiación debería ser obligatorio para todo el personal expuesto en el ámbito laboral; sin embargo, en el ámbito de la traumatología, su uso aún no está regulado. Aunque los niveles de exposición podrían estar dentro de los límites establecidos, cualquier exposición supone riesgos a largo plazo. Aún se requiere más investigación en esta área.

Es esencial incorporar programas de formación en seguridad radiológica en las residencias y como parte de la capacitación continua de posgrado, para así garantizar una práctica quirúrgica más segura y responsable.

Agradecimientos

A los traumatólogos que participaron en esta encuesta, cuyo aporte ha sido clave para la elaboración de este informe orientado a promover prácticas más seguras. También extendemos nuestro agradecimiento al Subcomité de Medios por su colaboración y compromiso.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de G. Garabano: <https://orcid.org/0000-0001-5936-0607>

ORCID de D. Gamarra: <https://orcid.org/0000-0001-7661-850X>

ORCID de H. Simesen de Bielke: <https://orcid.org/0000-0003-2922-1440>

ORCID de M. N. Sierio: <https://orcid.org/0000-0003-3330-0360>

ORCID de N. A. Robador: <https://orcid.org/0000-0002-2683-6725>

BIBLIOGRAFÍA

1. Hayda R, Hsu RY, Mason DePasse J, Gil JA. Radiation exposure and health risks for orthopaedic surgeons. *J Am Acad Orthop Surg* 2018;26(8):268-77. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-16-00342>
2. Matityahu A, Duffy RK, Goldhahn S, Joeris A, Richter PH, Gebhard F. The great unknown-A systematic literature review about risk associated with intraoperative imaging during orthopaedic surgeries. *Injury* 2017;48(8):1727-34. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.04.041>
3. Giordano BD, Grauer JN, Miller CP, Morgan TL, Rehtine GR 2nd. Radiation exposure issues in orthopaedics. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(12):e69(1-10). <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.01328>
4. Ojodu I, Ogunsemoyin A, Hopp S, Pohlemann T, Ige O, Akinola O. C-arm fluoroscopy in orthopaedic surgical practice. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2018;28(8):1563-8. <https://doi.org/10.1007/s00590-018-2234-7>
5. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: ICRP publication 103. *Ann ICRP* 2007;37(2-4):1-332. Disponible en: <https://www.nrc.gov/docs/ML1233/ML12338A682.pdf>
6. Frane N, Megas A, Stapleton E, Ganz M, Bitterman AD. Radiation exposure in orthopaedics. *JBJS Rev* 2020;8(1):e0060. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.19.00060>
7. Kaplan DJ, Patel JN, Liporace FA, Yoon RS. Intraoperative radiation safety in orthopaedics: a review of the ALARA (As low as reasonably achievable) principle. *Patient Saf Surg* 2016;10:27. <https://doi.org/10.1186/s13037-016-0115-8>
8. Baumgartner R, Libuit K, Ren D, Bakr O, Singh N, Kandemir U, et al. Reduction of radiation exposure from C-arm fluoroscopy during orthopaedic trauma operations with introduction of real-time dosimetry. *J Orthop Trauma* 2016;30(2):e53-8. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000442>
9. Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, Giovanazzi A, Scoizzato L, Saia B. Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital. *Occup Med (Lond)* 2005;55(6):498-500. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqi048>
10. Chou LB, Chandran S, Harris AH, Tung J, Butler LM. Increased breast cancer prevalence among female orthopedic surgeons. *J Womens Health (Larchmt)* 2012;21(6):683-9. <https://doi.org/10.1089/jwh.2011.3342>
11. Chou LB, Johnson B, Shapiro LM, Pun S, Cannada LK, Chen AF, et al. Increased prevalence of breast and all-cause cancer in female orthopaedic surgeons. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* 2022;6(5):e22.00031. <https://doi.org/10.5435/JAAOSGlobal-D-22-00031>
12. Vanoli F, Gentile L, Iglesias SL, Lobos Centeno E, Diaz MP, Allende Nores CA. Exposición a la radiación de los cirujanos en la fijación interna de fracturas de radio distal. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2017;82(4):271-7. <https://doi.org/10.15417/674>
13. Bazán PL, Muscia R, Gomez Cano J, Corrales Pinto J, Borri AE, Medina M, et al. Incidencia de la exposición a los rayos X en cirugías de columna. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2019;84(3):208-15. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2019.84.3.884>
14. Vivas M, Herrera H, Guyot JP, Santini Araujo G, Dello Russo B, Castellini J. Informe sobre la radio-exposición en el personal quirúrgico de Ortopedia y Traumatología. Principios, marco legal y análisis situacional en la Argentina. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2018;83(3):210-3. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2018.83.3.821>
15. Gausden EB, Christ AB, Zeldin R, Lane JM, McCarthy MM. Tracking cumulative radiation exposure in orthopaedic surgeons and residents: what dose are we getting? *J Bone Joint Surg Am* 2017;99(15):1324-9. <https://doi.org/10.2106/JBJS.16.01557>
16. Burns S, Thornton R, Dauer LT, Quinn B, Miodownik D, Hak DJ. Lead eyeglasses substantially reduce radiation exposure of the surgeon's eyes during acquisition of typical fluoroscopic views of the hip and pelvis. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95(14):1307-11. <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.00893>
17. Kesavachandran CN, Haamann F, Nienhaus A. Radiation exposure of eyes, thyroid gland and hands in orthopaedic staff: a systematic review. *Eur J Med Res* 2012;17(1):28. <https://doi.org/10.1186/2047-783X-17-28>
18. Meisinger QC, Stahl CM, Andre MP, Kinney TB, Newton IG. Radiation protection for the fluoroscopy operator and staff. *AJR Am J Roentgenol* 2016;207(4):745-54. <https://doi.org/10.2214/ajr.16.16556>
19. Hoffler CE, Ilyas AM. Fluoroscopic radiation exposure: are we protecting ourselves adequately? *J Bone Joint Surg Am* 2015;97(9):721-5. <https://doi.org/10.2106/JBJS.N.00839>
20. Al Mohammad B, Gharaibeh M, Al Alakhras M. Knowledge and practice of radiation protection in the operating theater among orthopedic surgeons. *J Med Imaging (Bellingham)* 2022;9(6):066002. <https://doi.org/10.1117/1.JMI.9.6.066002>

21. Joeris A, Goldhahn S, Kalampoki V, Gebhard F. Intraoperative radiation exposure of orthopaedic surgeons – Mismatch between concerns and protection. *Occup Med Health Aff* 2018;6:273. <https://doi.org/10.4172/2329-6879.1000273>
22. Pires RE, Reis IGN, de Faria ÂRV, Giordano V, Labronici PJ, Belangero WD. The hidden risk of ionizing radiation in the operating room: a survey among 258 orthopaedic surgeons in Brazil. *Patient Saf Surg* 2020;14:16. <https://doi.org/10.1186/s13037-020-00238-6>
23. Saroki AJ, Wijdicks C, Philippon MJ, Bedi A. Orthopaedic surgeons' use and knowledge of ionizing radiation during surgical treatment for femoroacetabular impingement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;24(12):3962-70. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3734-1>