



Octubre-Diciembre 2025  
Vol. 3, núm. 4 / pp. 246-252

Recibido: 19 de Mayo de 2025  
Aceptado: 01 de Julio de 2025

doi: 10.35366/120968



**Palabras clave:**

cirugía espinal, radiación,  
evento adverso,  
radioscopia, protección.

**Keywords:**

spinal surgery, radiation,  
adverse event,  
radioscopy, protection.

\* Hospital Interzonal General de Agudos San Martín, Instituto de Diagnóstico de La Plata; jefe de Trabajos Prácticos, Cátedra de Ortopedia y Traumatología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Buenos Aires, Argentina. ORCID: 0000-0003-0060-6558

† Expresidente de la Sociedad Ibero-Latinoamericana de Columna (SILACO); rector de la Universidad SILACO; Hospital Metropolitano. Quito, Ecuador. ORCID: 0009-0008-6833-1830

§ Presidente de la SILACO, período 2025-2026; Centro Hospitalar Universitário de São João. Porto, Portugal. ORCID: 0000-0001-6961-9213

¶ Sanatorio Dr. Julio Méndez. Buenos Aires, Argentina. ORCID: 0000-0003-2872-8784

|| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara. Jalisco, México. ORCID: 0000-0002-5532-5318

\*\* Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela. Galicia, España. ORCID: 0000-0002-0476-1507

†† Centro de Enfermedades Neurológicas; Universidad Pública de El Alto, Universidad del Valle,

# Exposición a radiación del cirujano de columna. Análisis del equipo de investigación de SILACO

## *Radiation exposure of the spine surgeon. Analysis by the SILACO research team*

Pedro Luis Bazán,\* Jaime Moyano,† Paulo Pereira,§ Roberto Muscia,¶ José María Jiménez Ávila,|| Máximo Alberto Diez Ulloa,\*\* Luis Miguel Duchén Rodríguez,†† Ratko Yurac,§§ Cristiano Menezes¶¶

### RESUMEN

**Introducción:** el uso de radioscopia en las prácticas realizadas por los cirujanos espinales cada vez es más frecuente, pero no está libre de eventos adversos para el paciente o el personal de salud. **Objetivo:** conocer la tasa de uso de radioscopia en cirugía vertebral; evaluar el uso de elementos de protección, reconocer medidas de control, analizar los eventos adversos y evaluar la asimilación del cirujano a los elementos de protección. **Material y métodos:** encuesta de 27 preguntas aplicada a cirujanos espinales ibero-latinoamericanos. **Resultados:** 519 respuestas, donde el 63% tiene alta dedicación a patología espinal. El arco C es el método de control intraoperatorio más utilizado, principalmente para marcar el nivel. El 59% de los encuestados utiliza rayos intraoperatorios más de una vez por semana, de forma pulsátil, pero con bajo control del tiempo. El delantal plomado de una pieza es la protección más utilizada, asociado con protección tiroidea; el 80% no conoce cuándo se deben renovar. El 54% utiliza dosímetros. Se confirmaron 93 casos de trastornos visuales, 28 patologías tiroideas, 39 dermatitis, 16 casos de infertilidad y una enfermedad oncohematológica; el 6.74% de los cirujanos fueron intervenidos quirúrgicamente por estos problemas. **Conclusiones:** el control radioscópico es una práctica frecuente. El delantal plomado de una pieza es el método más utilizado. El 34% de los encuestados presentó un evento adverso relacionado. Existe poca adherencia y el control en los cirujanos especialistas.

### ABSTRACT

**Introduction:** the use of radioscopy in practices performed by spinal surgeons is increasingly common, but it is not free from adverse events to patients or health personnel. **Objective:** to know the rate of use of radioscopy in vertebral surgery; to evaluate the use of protective elements, recognize control measures, analyze adverse events and assess the surgeon's assimilation of protective elements. **Material and methods:** survey of 27 questions to Ibero-American spinal surgeons. **Results:** 519 responses, where 63% have high dedication to spinal pathology. The C-arc is the most widely used intraoperative control method, mainly for level marking. 59% of the respondents use intraoperative rays more than once a week, pulsatile but with low time control. The

**Citar como:** Bazán PL, Moyano J, Pereira P, Muscia R, Jiménez ÁJM, Diez UMA, et al. Exposición a radiación del cirujano de columna. Análisis del equipo de investigación de SILACO. Cir Columna. 2025; 3 (4): 246-252. <https://dx.doi.org/10.35366/120968>



Universidad Franz Tamayo.  
La Paz, Bolivia.  
ORCID: 0000-0003-4371-2377  
§§ Departamento de Ortopedia  
y Traumatología, Facultad de  
Medicina, Universidad del  
Desarrollo. Santiago, Chile.  
ORCID: 0000-0003-3603-6294  
¶¶ Universidade Federal de  
Minas Gerais. Belo Horizonte,  
Minas Gerais, Brasil.  
ORCID: 0000-0001-6670-5159

### Correspondencia:

Pedro Luis Bazán

E-mail: pedroluisbazan@gmail.com

*most commonly used one-piece protective apron, associated with thyroid protection; 80% do not know when they should be renewed. 54% use dosimeters. There were 93 confirmed cases of visual disorders, 28 thyroid pathologies, 39 dermatitis, 16 cases of infertility and one oncohematological disease; 6.74% of the surgeons were surgically treated for these problems. **Conclusions:** radioscopy control is a common practice. The one-piece leaded apron is the most widely used method. 34% of the respondents present a related adverse event. There is little adherence and control in specialist surgeons.*

## INTRODUCCIÓN

La utilización de controles de radioscopia para realización de prácticas diagnóstica y terapéuticas espinales es cada vez más necesaria;<sup>1</sup> la cirugía mínimamente invasiva es imposible sin el control radiográfico.

Esta herramienta brinda seguridad y baja agresión de partes blandas, otorgando confort para el paciente, pero puede aumentar los eventos adversos al personal de salud, por la absorción de irradiación.<sup>1-6</sup> los rayos y otras energías electromagnéticas de onda corta son conocidos como radiación ionizante, y la Organización Mundial de la Salud (OMS) los clasifica como cancerígenos,<sup>7-10</sup> pueden causar cataratas,<sup>2,7</sup> dermatitis,<sup>3,11,12</sup> infertilidad,<sup>6</sup> entre otros.

Existen dispositivos (anteojos, protectores plomados para cuello, chalecos y guantes plomados), maniobras de protección (disponerse a distancia de la fuente emisora) y de control (dosímetros, forma de utilización de los rayos).<sup>1,13,14</sup>

La investigación sobre elementos de protección y la adherencia del personal de salud, principalmente en la cirugía espinal, sigue siendo pobre hasta la actualidad.<sup>1,15,16</sup>

Con el objetivo de conocer la tasa de uso de radioscopia en cirugía vertebral, evaluar el uso de elementos de protección, reconocer medidas de control, analizar los eventos adversos y evaluar la asimilación del cirujano a los elementos de protección; se realizó una encuesta a cirujanos espinales de Ibero Latinoamérica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una encuesta de 27 preguntas de opción múltiple, por correo electrónico a miembros de la Sociedad Ibero-Latinoamericana de Columna (SILACO).

Las respuestas fueron entregadas al investigador principal en forma anónima y sus respuestas fueron volcadas en planillas de cálculo Excel.

Las primeras siete preguntas eran de datos demográficos y asistenciales (sexo, edad, formación, antigüedad y porcentaje de actividad en columna).

Las preguntas 8 a 14 demarcaban el uso y forma de radioscopia y medidas de protección (método, motivo de utilización, frecuencia y forma de uso, control del tiempo y porcentaje de realización de cirugía mínimamente invasiva).

El bloque de preguntas 15 a 24 indaga sobre los métodos de protección (elementos, propiedad y intercambio) y legislación local.

Las últimas tres preguntas se refieren a la presentación de enfermedades y tratamientos quirúrgicos en los últimos 10 años.

## RESULTADOS

Se obtuvieron 519 respuestas de encuestas, el 54% se originaron en México, Argentina y Chile (*Figura 1*).

El 87% de los encuestados son del sexo masculino; el 57% son menores de 50 años (*Figura 2*), el 79% (410/519) de formación ortopedistas, el 72% presenta una antigüedad menor de 30 años (*Figura 3*), el 49% realiza su práctica en el sector público y el 63% se dedica en más de un 60% a la columna (*Figura 4*).

El método de control intraoperatorio más utilizado es la radioscopia por arco en C (75%), seguido por un 11% de radiografía (*Figura 5*); la razón por la cual se usa más frecuentemente es la marcación de nivel (21%), el control final de la osteosíntesis (20%) y las prácticas terapéuticas (18%) (*Figura 6*).

El 59% de los encuestados utiliza rayos intraoperatorios más de una vez por semana, seguido por 22%

de tres a cuatro veces por mes y un 9% de una a dos veces por mes (Figura 7). Con una utilización en forma pulsátil en el 83% de los casos, controlando el tiempo real de exposición en el 33% de los encuestados, sólo el 27% de ellos realiza un control del tiempo de utilización.

Respecto a la cirugía mínimamente invasiva, 62% la realiza en menos del 25% de su práctica, seguido por 23% la efectúa entre el 25 y 50% y sólo el 5% la hace hasta en el 75%.

El delantal plomado de una pieza es el método utilizado por 366 encuestados, asociado con protec-

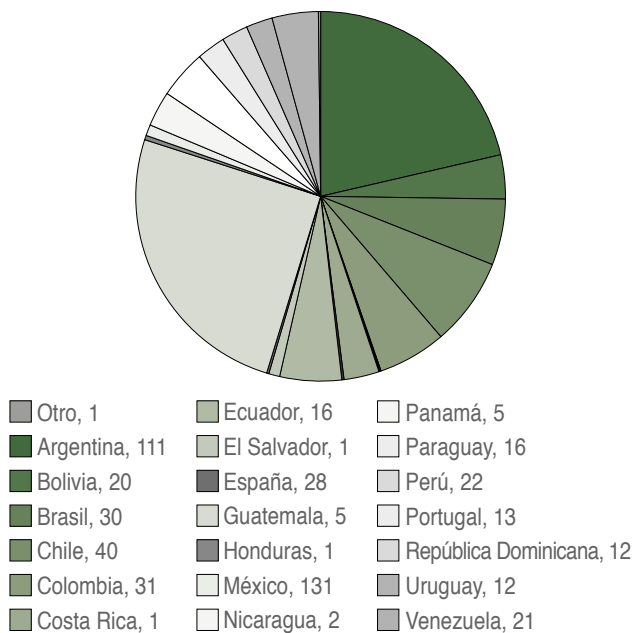


Figura 1: Nacionalidad de los encuestados.

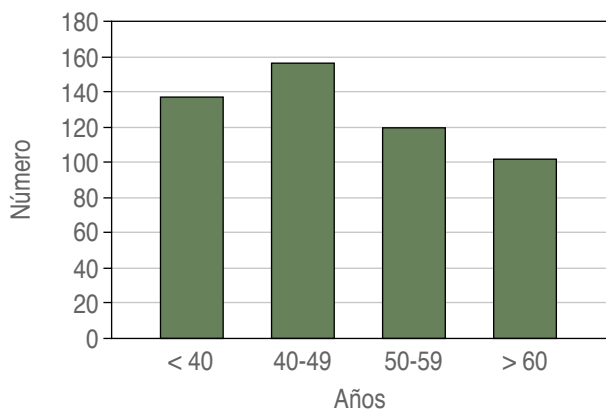


Figura 2: Distribución por edad de los encuestados (N = 519).

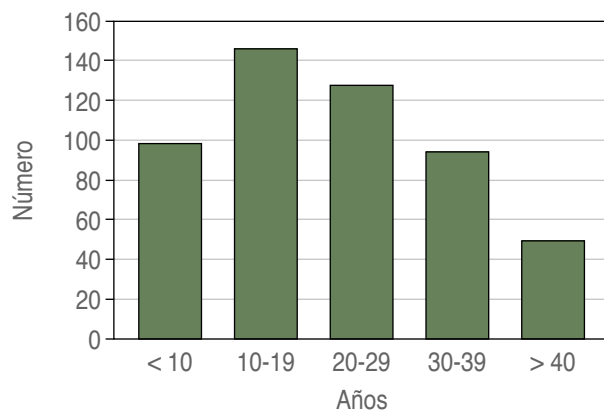


Figura 3: Antigüedad de profesión médica de los encuestados (N = 519).

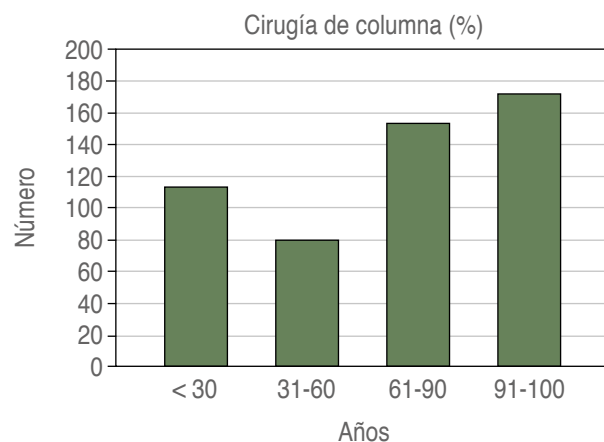


Figura 4: Dedicación (en porcentajes) de la dedicación a cirugía de columna.

ción tiroidea en 293 profesionales y colocarse a más de 2 metros de distancia en 222; mayoritariamente se observó la utilización de más de un elemento, y 12 no emplean ningún método (Figura 8). El 30% de los cirujanos son propietarios de su delantal plomado y 195 de sus gafas plomadas. En el resto, la institución es propietaria de los plomados y el 80% de los cirujanos no conoce cuándo se deben renovar los delantales, el 68% de las antiparras.

Únicamente 283 encuestados utiliza dosímetros; de ellos, sólo el 13% sabe que se deben leer mensualmente y solamente el 20% conoce las dosis máximas. El 60% de los encuestados refiere saber que existe legislación local del uso de rayos X, pero únicamente el 30% la conoce.

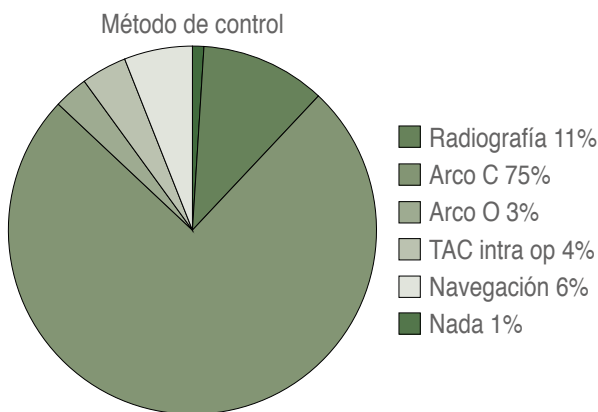
Se confirmaron 93 casos de trastornos visuales, 28 patologías tiroideas, 39 dermatitis, 16 casos de infertilidad y una enfermedad oncohematológica. El grupo de uso de elementos de protección tiene un riesgo relativo (RR) de 0.8 comparado con el grupo no uso.

Dieciséis cirujanos fueron intervenidos quirúrgicamente en los últimos 10 años por neoplasias oncohematológicas, 12 por cataratas y siete por nódulos tiroideos; 112 refiere conocer patologías relacionadas con esta exposición en otro personal de salud no encuestado y 26 responde que tal vez.

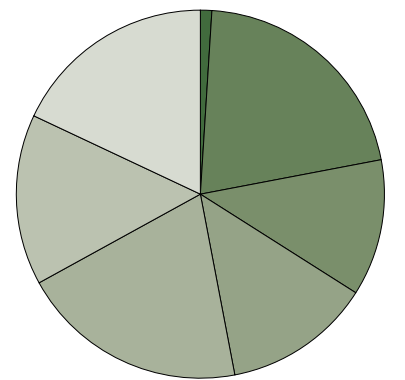
## DISCUSIÓN

El uso de rayos X es fundamental para la realización de prácticas terapéuticas, diagnósticas y su uso en cirugía mínimamente invasiva es cada vez mayor.<sup>15</sup> La exposición excesiva es causa de morbilidad del paciente, pero además del personal de salud, la radiografía de la columna lumbar está asociada con la dosis de radiación más alta.<sup>17</sup> La prevalencia de cáncer de mama es 2.9 veces mayor en cirujanas ortopédicas en Estados Unidos de Norteamérica.<sup>16</sup>

Desde fines de la tercera década del siglo XX, se creó la Comisión Internacional de Protección Radiológica, que expresó tres principios básicos en la utilización de esta energía en medicina, que son: justificación, optimización y límite de dosis.<sup>13</sup> La protección para el personal de salud se basa en tres variables: mecánica (cantidad, duración y dirección del rayo), barreras y amplitud (mantenimiento del equipo y distancia de trabajo).<sup>9</sup> Los delantales de



**Figura 5:** Utilización de aparatología intraoperatoria. TAC intra op = tomografía axial computarizada intraoperatoria.



- No, 1%
- Marcar nivel, 21%
- Marcar punto de ingreso tornillo, 12%
- Guiar colocación de tornillo, 13%
- Control final de osteosíntesis, 20%
- MISS, 15%
- Prácticas terapéuticas, 18%

**Figura 6:** Motivo sobre el uso de radioscopía.

MISS = *Minimally Invasive Spine Surgery* (cirugía de columna mínimamente invasiva).

plomo reducían la dosis efectiva para el cirujano en 16 veces.<sup>18</sup>

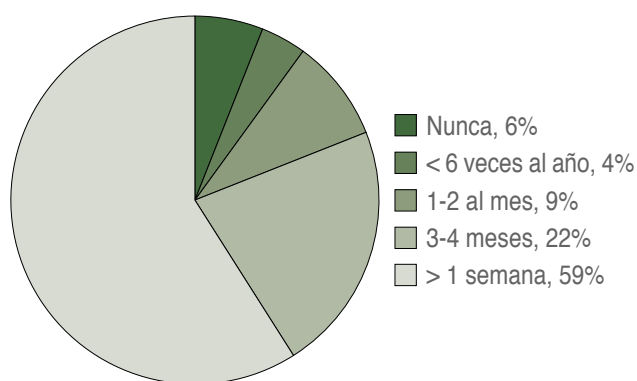
Es esencial “disminuir las dosis recibidas tan bajo como sea razonablemente alcanzable” (ALARA);<sup>13,15,17</sup> los cirujanos espinales se ven más afectados con la exposición a la radiación, según se demuestra en un estudio el cual indica que la exposición a la radiación es elevada, en lo que se denomina fase de configuración de la cirugía (posicionamiento, localización inicial, etcétera) antes de realizar la incisión.<sup>2</sup> En promedio, la dosis de radiación medida en el transcurso de todo el procedimiento fue 8.04 rad.<sup>2</sup> La cantidad de dosis promedio sólo durante la parte de configuración fue 1.90 rad.

En un estudio comparativo de descompresión posterior mínimamente invasiva combinada con la fijación de tornillos pediculares percutáneos (MISS) y la cirugía posterior abierta (OS) para el tratamiento de la fractura toracolumbar, se observó que la exposición a la radiación y el tiempo operatorio fueron mayores en el grupo MISS.<sup>19</sup> Así mismo, la PELD (discectomía lumbar endoscópica transforaminal) es un método asistido por ultrasonido en la que tuvo significativamente menos tiempo de fluoroscopia comparado con el PELD asistido por fluoroscopia. Por lo tanto, la diferencia del tiempo promedio de

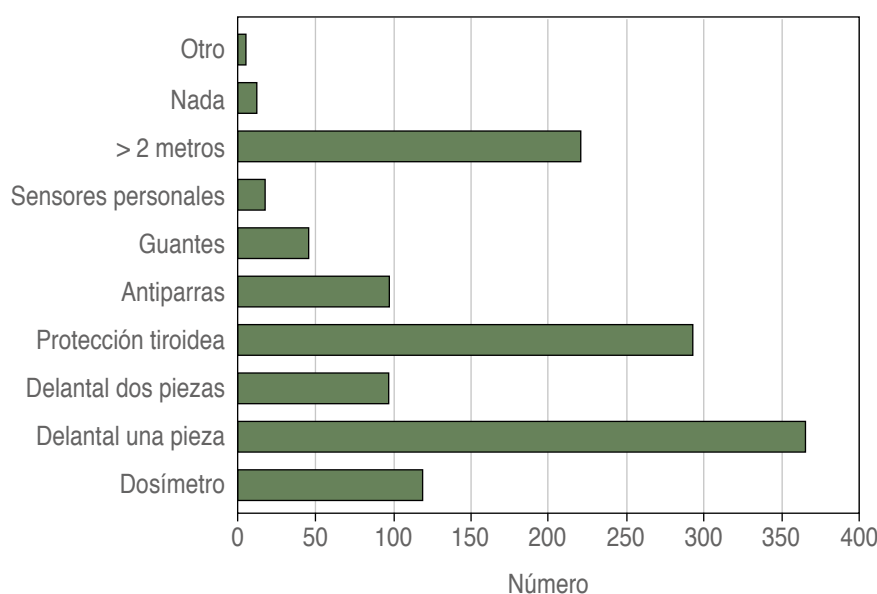
fluoroscopia puede conducir a la diferencia de la dosis media de radiación.<sup>20</sup> Pero debido a las limitaciones de la estructura ósea, la profundidad de las estructuras espinales y el estrecho campo de visión, la ultrasonografía no puede reemplazar completamente a la fluoroscopia.<sup>20</sup>

La imagenología de dosis baja pulsada, la educación sanitaria y del paciente, la tecnología para reducir la exposición a la radiación y el uso de modalidades alternativas de obtención de imágenes computarizadas previas a la cirugía, podrían promover medidas de seguridad cruciales para reducir la exposición ocupacional a la radiación.<sup>2</sup>

Entre ellas, la utilización de equipos de radioscopia tipo arco en C con brazo en L demostró emitir menor



**Figura 7:** Frecuencia de utilización de rayos X (radioscopia).



**Figura 8:**

Elemento utilizado como protección y/o control de radiación.

radiación en comparación con el resto de los equipos que no lo emplean.<sup>21</sup> La finalidad es realizar prácticas mejor reguladas, que no necesiten ser completamente guiadas por radioscopia intraquirúrgica. La utilización de *software* para la planificación de las cirugías<sup>22</sup> o realizar procedimientos guiados totalmente por computadoras.<sup>23,24</sup>

Estudios realizados por Bazán y colaboradores,<sup>1</sup> Vanoli y asociados,<sup>12</sup> observaron el bajo nivel de aceptación y uso de los elementos de protección y control en el uso de la radiación ionizante.

## CONCLUSIONES

El control radioscópico es una práctica frecuente en la cirugía espinal, el 81% de los encuestados lo usa entre una a más de una vez por semana.

El delantal plomado de una pieza es el método utilizado en 366 oportunidades, asociado con protección tiroidea en 293 casos y colocarse a más de 2 metros de distancia en 222 casos. En 310 oportunidades se observó la utilización de más de un elemento, y en 12 no se utiliza ningún método. El 80.54% de los cirujanos no conoce cuándo se deben renovar los plomados.

Se confirmaron 93 casos de trastornos visuales, 28 patologías tiroideas, 39 dermatitis y 16 casos de infertilidad. Treinta y cinco cirujanos fueron intervenidos quirúrgicamente en los últimos 10 años por nódulos tiroideos, cataratas o neoplasia.



De esta forma queda en evidencia la poca protección y el control que existe en los cirujanos especialistas, acompañado de una falta de protocolización que deja a la deriva el control para los mismos.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los miembros de la Sociedad Ibero-Latinoamericana de Columna que respondieron la encuesta.

### REFERENCIAS

1. 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 [Internet]*. 2019; 84: 208-216. Disponible en: <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2019.84.3.884>.
2. Reiser EW, Desai R, Byrd SA, Farber H, Chi D, et al. C-arm positioning is a significant source of radiation in spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017; 42: 707-710. doi: 10.1097/BRS.0000000000001869
3. Frazier TH, Richardson JB, Fabré VC, Callen JP. Fluoroscopy-induced chronic radiation skin injury: a disease perhaps often overlooked. *Arch Dermatol*. 2007; 143: 637-640. doi: 10.1001/archderm.143.5.637.
4. Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, Giovanazzi A, Scozzato L, Saia B. Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital. *Occup Med (Lond)*. 2005; 55: 498-500. doi: 10.1093/occmed/kqi048.
5. Riaz O, Vanker R, Aslam-Pervez N, Balachandar V, Aqil A. Improving patient and staff safety by minimising radiation exposure during trauma surgery: A simple and validated predictive model. *Surgeon*. 2020; 18: 95-99. doi: 10.1016/j.surge.2019.07.005.
6. Baudin C, Bernier MO, Klovov D, Andreassi MG. Biomarkers of genotoxicity in medical workers exposed to low-dose ionizing radiation: systematic review and meta-analyses. *Int J Mol Sci*. 2021; 22: 7504. doi: 10.3390/ijms22147504.
7. Shah A, Nassri M, Kay J, Simunovic N, Mascarenhas VV, Andrade AJ, et al. Intraoperative radiation exposure in hip arthroscopy: a systematic review. *Hip Int*. 2020; 30: 267-275. doi: 10.1177/1120700019887362.
8. Chou LB, Chandran S, Harris AH, Tung J, Butler LM. Increased breast cancer prevalence among female orthopedic surgeons. *J Womens Health (Larchmt)*. 2012; 21: 635-640. doi: 10.1089/jwh.2011.3342.
9. Oddy M, Aldam C. (2006). Ionising radiation exposure to orthopaedic trainees: the effect of sub-specialty training. *Ann R Coll Surg Engl*. 2006; 88: 297-301. <https://doi.org/10.1308/003588406x98702>
10. Chang LA, Miller DL, Lee C, Melo DR, Villoing D, Drozdovitch V, et al. Thyroid radiation dose to patients from diagnostic radiology procedures over eight decades: 1930-2010. *Health Phys*. 2017; 113: 458-473. doi: 10.1097/HP.0000000000000723.
11. El Tecle NE, El Ahmadieh TY, Patel BM, Lall RR, Bendok BR, Smith ZA. Minimizing radiation exposure in minimally invasive spine surgery: lessons learned from neuroendovascular surgery. *Neurosurg Clin N Am*. 2014; 25 (2): 247-260. doi: 10.1016/j.nec.2013.12.004.
12. Vanoli F, Gentile L, Iglesias SL, Centeno EL, Diaz MP, et al. Exposición a la radiación de los cirujanos en la fijación interna de fracturas de radio distal. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol [Internet]*. 2017; 82: 271-277. Disponible en: <https://doi.org/10.15417/674>
13. Bazán PL, Salcido RMV, Jiménez AJM, Pereira P, Mario MR, Diez UMA, et al. Principios básicos de rayos X en cirugía de columna. Revisión de la literatura. *Equipo Ibero-latinoamericano de Investigación SILACO. Cir Columna*. 2023; 1: 32-37. doi: 10.35366/111051.
14. Dorado DPJ. Protección radiológica [Internet]. Madrid: Consejo de Seguridad Nuclear; 2012. Disponible en: <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Protecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica>
15. Raza M, Houston J, Geleit R, Williams R, Trompeter A. The use of ionising radiation in orthopaedic surgery: principles, regulations and managing risk to surgeons and patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2021; 31: 947-955. doi: 10.1007/s00590-021-02955-9.
16. Bandela JR, Jacob RP, Arreola M, Griglock TM, Bova F, Yang M. Use of CT-based intraoperative spinal navigation: management of radiation exposure to operator, staff, and patients. *World Neurosurg*. 2013; 79: 390-394. doi: 10.1016/j.wneu.2011.05.019.
17. Karami V, Zabihzadeh M. Beam collimation during lumbar spine radiography: a retrospective study. *J Biomed Phys Eng*. 2017; 7: 101-106.
18. Klingler JH, Sircar R, Scheiwe C, Kogias E, Krüger MT, Scholz C, et al. Comparative study of C-arms for intraoperative 3-dimensional imaging and navigation in minimally invasive spine surgery part II: radiation exposure. *Clin Spine Surg*. 2017; 30: E669-E676. doi: 10.1097/BSD.0000000000000187.
19. Zhang W, Li H, Zhou Y, Wang J, Chu T, Zheng W, et al. Minimally invasive posterior decompression combined with percutaneous pedicle screw fixation for the treatment of thoracolumbar fractures with neurological deficits: a prospective randomized study versus traditional open posterior surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016; 41 Suppl 19: B23-B29. doi: 10.1097/BRS.0000000000001814.
20. Wu R, Liao X, Xia H. Radiation exposure to the surgeon during ultrasound-assisted transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a prospective study. *World Neurosurg*. 2017; 101: 658-665.e1. doi: 10.1016/j.wneu.2017.03.050.
21. Nascimento A, Defino H, Silva M, Araújo J, Ronaldo LF. Comparison of exposure to radiation during

- percutaneous transpedicular procedures using three fluoroscopic techniques. *Coluna/Columna*. 2017; 16: 141-144. doi: 10.1590/S1808-185120171602178378.
22. Li J, Lin J, Xu J, Meng H, Su N, Fan Z, et al. A novel approach for percutaneous vertebroplasty based on preoperative computed tomography-based three-dimensional model design. *World Neurosurg*. 2017; 105: 20-26. doi: 10.1016/j.wneu.2017.05.087.
23. Kraus M, von dem Berge S, Perl M, Krischak G, Weckbach S. Accuracy of screw placement and radiation dose in navigated dorsal instrumentation of the cervical spine: a prospective cohort study. *Int J Med Robot*. 2014; 10: 223-229. doi: 10.1002/rcs.1555.
24. Kim TT, Johnson JP, Pashman R, Drazin D. Minimally invasive spinal surgery with intraoperative image-guided navigation. *Biomed Res Int*. 2016; 2016: 5716235. doi: 10.1155/2016/5716235.

**Conflicto de intereses:** los autores declaran no recibir ni haber recibido soporte económico o financiero para la realización de la siguiente presentación.