

Artículo original

doi: 10.35366/113071

Exposición a radiación del cirujano de columna

Radiation exposure of the spine surgeon

Ladewig-Bernaldez GI,* Gómez-Flores G,* González-Delgado A,† Figueroa-Reyes FJ,*
Oropeza-Oropeza E,* Collado-Arce MGL,* Dufoo-Olvera M*

Hospital General La Villa, Ciudad de México, México.

RESUMEN. Introducción: en general, los cirujanos de columna buscan minimizar el daño a tejidos blandos empleando abordajes menos invasivos, lo que ocasiona que utilicen imágenes intraoperatorias de una manera mucho más habitual que el resto de las especialidades quirúrgicas; por lo tanto, están en mayor riesgo de exposición de radiación. **Objetivo:** el propósito del trabajo es analizar la cantidad de radiación a la cual está expuesto el cirujano de columna en diferentes escenarios. **Material y métodos:** estudio prospectivo con una fuente de datos descriptiva, longitudinal, no aleatorizada. Se llevó a cabo el estudio en el período del año 2015 al 2019; la protección radiológica consistió en chaleco plomado, protector de tiroides y lentes plomados; se usaron 10 dosímetros. **Resultados:** cuatro dosímetros fueron incluidos en el estudio, los otros seis fueron excluidos. Durante el estudio, un cirujano sufrió de cáncer de tiroides y otro de liposarcoma. En el grupo de protegidos se incluyeron dos cirujanos, en el grupo de protección aleatorizada se incluyó un cirujano y en el grupo sin protección se incluyó un cirujano. El dosímetro del grupo sin protección recibió mayor cantidad de radiación en todos los años, se realizó un análisis inferencial por año relacionado con el número de cirugías no encontrando correlación significativa, atribuimos este resultado a que no clasificamos el tipo de cirugía realizada por cada cirujano. **Conclusión:** el cirujano de columna debe de aplicar los métodos primarios de protección radiológica, ya que los cirujanos de columna sin equipo de

ABSTRACT. Introduction: in general, spine surgeons seek to minimize soft tissue damage by using less invasive approaches, which causes them to use intraoperative images much more frequently than other surgical specialties; therefore, they are at increased risk of radiation exposure. **Objective:** the aim of this work was to analyse the amount of radiation to which the spine surgeon is exposed in different scenarios. **Material and methods:** a prospective study with a descriptive, longitudinal non-randomized data source. We carried out this study in the period from 2015 to 2019, the radiologic protection consisted in lead apron, thyroid shield and leaded glasses, there were 10 badge dosimeters. **Results:** only 4 dosimeters were included in the study, the other six were excluded. During the study period one surgeon suffered thyroid cancer and other suffered of liposarcoma. In the protected group were two surgeons, in the group of aleatory exposition was one surgeon and in the unprotected group was one surgeon. In the study the dosimeter in the unprotected group received more amount of radiation in all the years, we did an inferential analysis per year related with the number of surgeries without significant correlation, we attribute this result because we didn't classified the type of surgery realized by each surgeon. **Conclusion:** we conclude that the spine surgeon must apply the primary methods of radiological protection and that the unprotected spine surgeon

Tipo de estudio: Estudio prospectivo con una fuente de datos descriptiva, longitudinal no aleatoria
Nivel de evidencia: II

* Clínica de Columna de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México «Dr. Manuel Dufoo Olvera». Hospital General La Villa.

† Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía. Instituto Politécnico Nacional.

Correspondencia:

Guillermo Iván Ladewig-Bernaldez
Hospital General de la Villa.

Av. San Juan de Aragón Núm. 285, Col. Granjas Modernas, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07460, Ciudad de México, México

E-mail: dr.ladewig@gmail.com

Recibido: 20-10-2021. Aceptado: 08-09-2023.

Citar como: Ladewig-Bernaldez GI, Gómez-Flores G, González-Delgado A, Figueroa-Reyes FJ, Oropeza-Oropeza E, Collado-Arce MGL et al. Exposición a radiación del cirujano de columna. Acta Ortop Mex. 2023; 37(3): 143-147. <https://dx.doi.org/10.35366/113071>



protección reciben mayor cantidad de radiación en comparación con los protegidos.

Palabras clave: exposición a radiación, cirujano de columna, cirugía de columna, protección radiológica, dosímetros.

receives more amount of radiation in comparison of the protected ones.

Keywords: radiation exposure, spine surgeon, spinal surgery, radiological protection, dosimeters.

Introducción

En general, los cirujanos de columna buscan minimizar el daño a tejidos blandos empleando abordajes menos invasivos, lo que ocasiona que utilicen imágenes intraoperatorias de una manera mucho más habitual que el resto de las especialidades quirúrgicas; por lo tanto, están en mayor riesgo de exposición de radiación. Además, los cirujanos de columna frecuentemente deben de permanecer cerca de la fuente emisora de radiación sin la posibilidad de distanciarse de la misma para reducir su exposición a la radiación ionizante debido a las características de la cirugía.^{1,2,3}

La energía radiante está generada por fuentes naturales, así como hechas por el hombre, ésta se encuentra en forma de ondas electromagnéticas. Se clasifica por su longitud de onda, por su energía y por su energía fotónica. El espectro electromagnético incluye campos magnéticos, eléctricos y estáticos, campos eléctricos de baja frecuencia, campos electromagnéticos intermedios, así como radiofrecuencia, microondas, radiación óptica (infrarroja, luz visible, radiación ultravioleta), rayos gamma y rayos X (radiación ionizante con alta energía y longitud de onda muy corta). En suma, a las ondas electromagnéticas, la radiación ionizante se incluye fuentes particulares: neutrones notables, electrones (partículas beta) y partículas alfa. Este tipo de abordajes requieren de mayor apoyo y guía de equipos de imagen intraoperatoria, siendo el más común el fluoroscopio, en comparación con abordajes abiertos. Esto también incrementa la exposición a radiación, ya que el uso del fluoroscopio es necesario para confirmar las estructuras anatómicas vertebrales, alineación vertebral, así como el guiarse para la colocación de los implantes.³

La radiación ionizante y la luz ultravioleta pueden causar cáncer,⁴ Mastrangelo, en su estudio, reporta que aumenta el riesgo de padecer cáncer el ser cirujano ortopédico en comparación con los cirujanos no ortopédicos; los cirujanos ortopédicos de su estudio se expusieron a una dosis anual de 35.2 mSv en comparación con los cirujanos no ortopédicos que se expusieron a 2.3 mSv, refiriendo que la protección radiológica era pobre en ambos grupos.⁵ Es por esto por lo que los cirujanos de columna, al estar al frente de las radiaciones ionizantes en el quirófano, deben de conocer las dosis de radiación a que se expone por el uso de imagen transoperatoria, los procedimientos que requieran de mayor o menor exposición a radiación (cirugía abierta o mínima invasiva) y, sobre todo, de cómo minimizar esta exposición.

En México, desde 1988, existe el Reglamento General de Seguridad Radiológica que señala como personal ocupacionalmente expuesto a todo aquel que en ejercicio y con motivo de su ocupación está expuesto a radiación ionizante o a la incorporación de material radiactivo, estableciendo un límite del equivalente de dosis efectivo anual de 50mSv; también establece las personas no ocupacionalmente expuestas que laboren en la proximidad de las zonas controladas o que ocasionalmente entren a una zona controlada en el transcurso de su trabajo son considerados como individuos del público, estableciendo un límite del equivalente de dosis efectivo anual de 5 mSv.⁶

El objetivo del presente estudio es mostrar el grado de exposición al que se somete un cirujano de columna ante diferentes panoramas (protegido, exposición aleatoria y expuesto).

Material y métodos

No se requirió aprobación del comité de revisión institucional. Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo, longitudinal no aleatorizado en un período de cinco años (2015 a 2019) dentro de la Clínica de Columna de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México «Dr. Manuel Dufoo Olvera», los cirujanos de columna que decidieron participar se dividieron en tres grupos: exposición con protección, exposición aleatorizada y exposición sin protección. Al principio del estudio se incluyeron 10 participantes, con su consentimiento.

Durante el período de estudio se realizaron cirugías de columna traumáticas, deformidades, reumáticas y tumorales, con abordaje tanto abierto como mínimo invasivo. Todos los cirujanos de columna, así como los *fellows* en formación contaban con dosímetro y se realizaban mediciones posteriores a la cirugía.

El primer corte del seguimiento fue en 2015 con el intensificador de imagen marca Siemens Siremobil compact L; la segunda parte del seguimiento, de los años 2016 al 2019, fue con el intensificador de imagen Siemens Arcadis.

La protección radiológica consistía en uso de chaleco, protector de tiroides, así como lentes, el dosímetro se colocaba debajo del chaleco. Se consideró exposición aleatorizada cuando los médicos usaban en algunas ocasiones la protección y en otras no. Se consideró sin protección cuando en todas las cirugías realizadas no utilizaban ninguna protección o la utilizaban incorrectamente.

Los datos fueron vaciados en Microsoft Excel® y se analizaron en el STATA 15®.

Resultados

En el estudio, se incluyeron 10 participantes con 10 dosímetros, de los cuales, dos fueron cancelados por más de dos lecturas perdidas, también se excluyeron otros cuatro participantes por inconsistencia en el envío de los datos para el análisis. Los dosímetros incluidos fueron: 2 (O), 4 (M), 5 (F) y 8 (J).

En el grupo de exposición sin protección se encontró un cirujano, en el grupo de exposición con protección se incluyeron dos cirujanos, en el grupo de exposición aleatorizada se incluyeron cuatro cirujanos (*Tabla 1*).

El promedio de cirugías realizadas fue de 200 (de 191-206 dependiendo del cirujano), la frecuencia por dosímetro se muestra en la *Figura 1*, en la que puede observarse que el dosímetro más utilizado en el año 2015, 2017, 2018 y 2019 fue el 5 (F), sólo en el año 2016 fue el 8 (J)

La dosis acumulada por dosímetro por año se presenta en la *Figura 2*, en donde se muestra que el dosímetro 8

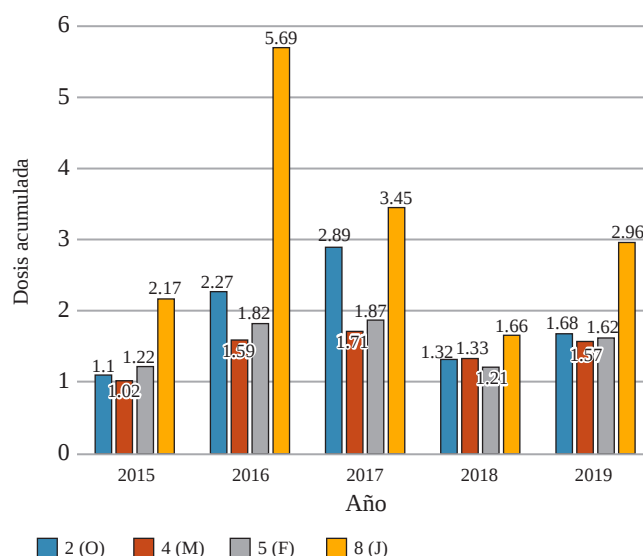


Figura 2: Dosis (mSv) por dosímetro por año.
Fuente: Elaboración propia.

(J) es el que acumula más, dosis sobre todo en el año 2016.

El análisis de la estadística inferencial por año relacionado al número de cirugías se obtuvieron los resultados mostrados en las *Tablas 2 a 6*.

Como se puede apreciar en los cuadros ninguno de los resultados relacionados entre número de cirugías y dosis acumulada resultaron significativos.

Discusión

La exposición del cirujano de columna a la radiación sin protección se incrementa de manera importante en comparación con el grupo de exposición con protección y el grupo de exposición con exposición aleatorizada, a pesar de que el análisis estadístico no muestre correlación entre el número de cirugías realizadas y la dosis acumulada por cada cirujano de columna; esto puede deberse a que en el centro donde se realizó el estudio se practicaron cirugías de columna de todo tipo (traumáticas, degenerativas, deformidades, infecciones, reumáticas, metabólicas y tumores primarios; todas con abordaje tanto abierto como mínimo invasivo) y no registramos el tipo de cirugía de columna por cada cirujano de columna, tampoco se registró el tiempo de exposición a radiación ni la duración de la cirugía.

Bazán P realizó una encuesta a algunos cirujanos de columna con el objetivo de conocer la frecuencia con que usaban el equipo de protección radiológica en sus cirugías, evaluar el correcto uso del equipo de protección, reconocer las medidas de control y evaluar los efectos adversos en los cirujanos de columna. Recibió 55 respuestas de la encuesta en las cuales reportaron que 86% de los encuestados están expuestos a la radiación ionizante una o más de una vez a la semana; los métodos de protección radiológica que fueron utilizados son el chaleco, el collarín y se colocaron a dos

Tabla 1: Dosímetros incluidos clasificación por grupo de exposición.

Exposición por grupo	Número de cirujanos incluidos	Clave del dosímetro
Sin protección	1	8 (J)
Con protección	2	4 (M)
	—	5 (F)
Aleatorizada	1	2 (O)

Fuente: Elaboración propia.

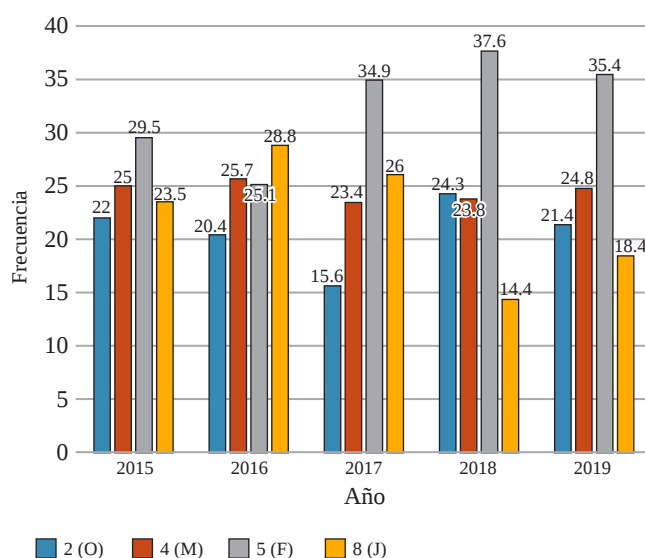


Figura 1: Frecuencia de cirugías realizadas por dosímetro.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Cirugías realizadas en 2015 vs dosis acumulada en 2015 (mSV).

Frecuencia relativa (porcentaje) 2015	Dosis acumulada 2015				
	1.02	1.1	1.22	2.17	Total
22	0	1	0	0	1
23.5	0	0	0	1	1
25	1	0	0	0	1
29.5	0	0	1	0	1
Total	1	1	1	1	4

χ^2 (Pearson) = 12.000, Pr = 0.213.
Análisis realizado con STATA 15®.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Cirugías realizadas en 2016 vs dosis acumulada en 2016 (mSV).

Frecuencia relativa (porcentaje) 2016	Dosis acumulada 2016				
	1.59	1.82	2.27	5.69	Total
20.4	0	0	1	0	1
25.1	0	1	0	1	1
25.7	1	0	0	0	1
28.8	0	0	0	1	1
Total	1	1	1	1	4

χ^2 (Pearson) = 12.000, Pr = 0.213.
Análisis realizado con STATA 15®.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Cirugías realizadas en 2017 vs dosis acumulada en 2017 (mSV).

Frecuencia relativa (porcentaje) 2017	Dosis acumulada 2017				
	1.71	1.87	2.89	3.45	Total
15.6	0	0	1	0	1
23.4	1	0	0	0	1
26	0	0	0	1	1
34.9	0	1	0	0	1
Total	1	1	1	1	4

χ^2 (Pearson) = 12.000, Pr = 0.213.
Análisis realizado con STATA 15®.
Fuente: Elaboración propia.

metros de distancia de la fuente de radiación; 86% de los cirujanos no saben cuándo hay que cambiar el equipo de protección radiológica. Se confirmaron seis casos de alteraciones visuales, cuatro patologías tiroideas, tres dermatitis y dos casos de infertilidad.⁷

Para determinar si las patologías reportadas, tanto en nuestro estudio como en el arriba mencionado, son casos

estocásticos, es necesario realizar una cohorte prospectiva, la cual es una limitación en ambos estudios.

A pesar de que el cirujano de columna no se considera como personal ocupacionalmente expuesto, en nuestro estudio se observa que el grupo de exposición sin protección sobrepasa lo establecido por el Reglamento General de Seguridad Radiológica. El auge de la cirugía de columna mínimamente invasiva ha incrementado el grado de exposición radiológica en el cirujano de columna de una manera significativa.^{3,8,9} El conocer la física de la radiación, así como la manera de reducir la exposición a la misma y el entender el potencial daño que ésta puede ocasionar son los métodos primarios para para limitar la exposición a radiación, tanto para el cirujano como al paciente; sin embargo, un punto importante es el uso de equipo nuevo que emita bajas dosis de radiación, el cual es responsabilidad del centro hospitalario.^{1,2,5,10,11}

Conclusión

Este estudio muestra la cantidad de exposición a radiación a la cual un cirujano de columna se encuentra expuesto en tres panoramas (con protección, sin protección y exposición aleatorizada), dando a conocer a lo que se está expuesto en el

Tabla 5: Cirugías realizadas en 2018 vs dosis acumulada en 2018 (mSV).

Frecuencia relativa (porcentaje) 2018	Dosis acumulada 2018				
	1.21	1.32	1.33	1.66	Total
14.4	0	0	0	1	1
23.8	0	0	1	0	1
24.3	0	1	0	0	1
37.6	1	0	0	0	1
Total	1	1	1	1	4

χ^2 (Pearson) = 12.000, Pr = 0.213.
Análisis realizado con STATA 15®.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Cirugías realizadas en 2019 vs dosis acumulada en 2019 (mSV).

Frecuencia relativa (porcentaje) 2019	Dosis acumulada 2019				
	1.57	1.62	1.68	2.96	Total
18.4	0	0	0	1	1
21.4	0	0	1	0	1
24.8	1	0	0	0	1
35.4	0	1	0	0	1
Total	1	1	1	1	4

χ^2 (Pearson) = 12.000, Pr = 0.213.
Análisis realizado con STATA 15®.
Fuente: Elaboración propia.

ámbito de la cirugía de columna. Con el auge de la cirugía de columna mínimamente invasiva esta exposición aumenta de manera significativa por lo que es importante el uso de protección radiológica en toda cirugía de columna, así como la disponibilidad de esta protección en todos los centros donde se realice cirugía de columna para disminuir la exposición a radiación y, por lo tanto, los posibles riesgos a la salud que ésta presenta.

Referencias

1. Singer G. Occupational radiation exposure to the surgeon. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005; 13(1): 69-76.
2. Lester JD, Hsu S, Ahmad CS. Occupational hazards facing orthopaedic surgeons. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2012; 41(3): 132-9.
3. Yu E, Khan SN. Does less invasive spine surgery result in increased radiation exposure? A systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2014; 472(6): 1738-48.
4. McColl N, Auvinen A, Kesminiene A, Espina C, Erdmann F, de Vries E, et al. European Code against Cancer 4th Edition: Ionising and non-ionising radiation and cancer. *Cancer Epidemiol.* 2015; 39 Suppl 1: S93-100.
5. 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(6): 498-500.
6. Reglamento General de Seguridad Radiológica. Diario Oficial de la Federación. 1988. México.
7. Bazán PL, Muscia R, Gomez CJ, Corrales PJ, 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. <http://dx.doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2019.84.3.884>
8. Yener ER, Burc H, Saka G, Akmaz I. Can radiation exposure to the surgeon can be reduced with freehand pedicle screw fixation technique in pediatric spinal deformity correction? *Spine (Phila Pa 1976).* 2014; 39(6): 521-5.
9. Hadelsberg UP, Harel R. Hazards of ionizing radiation and its impact on spine surgery. *World Neurosurg.* 2016; 92: 353-359.
10. Bronsard N, Boli T, Challali M. Comparison between percutaneous and traditional fixation of lumbar spine fractures: Intraoperative radiation exposure levels and outcomes. *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research.* 2013; 99: 162-8.
11. Mulconrey DS. Fluoroscopic radiation exposure in spinal surgery: in vivo evaluation for operating room personnel. *Clin Spine Surg.* 2016; 29(7): E331-5.

Conflictos de intereses: todos los autores no tienen algo que declarar.

Financiamiento: no se recibieron fondos para apoyar este trabajo.