

Evaluación preoperatoria de la osteoporosis para la cirugía de fusión vertebral: encuesta a cirujanos de la Argentina y América Latina

Pedro L. Bazán,¹ Guillermo A. Ricciardi,² Esteban Calcagni,³ Enrique A. Casco,⁴ Nicolás Galli,⁵ Alexandre Fogaça Cristante,⁶ José Antonio Rosado Pardo,⁷ Enrique Gobbi;¹ Grupo de Estudio de la Sociedad Argentina de Patología de la Columna Vertebral (SAPCV)

¹Unidad de Patología Espinal, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Interzonal General de Agudos San Martín, La Plata, Buenos Aires, Argentina

²Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital General de Agudos "Dr. Teodoro Álvarez", Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

³Centro Arto, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

⁴Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital de Trauma, Asunción, Paraguay

⁵CEDEFECO, Montevideo, Uruguay

⁶Instituto de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Brasil

⁷Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Universitario CEMIC, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Objetivo: Analizar la evaluación preoperatoria de la osteoporosis durante la planificación quirúrgica de pacientes adultos candidatos a una cirugía de fusión vertebral, según la perspectiva de cirujanos de columna de la Argentina y América Latina. **Materiales y**

Métodos: Estudio descriptivo y transversal de médicos traumatólogos, cirujanos de columna, que se desempeñan en centros de la Argentina y otros países de América Latina. Se confeccionó un cuestionario estructurado basado en un caso clínico simulado, diseñado para explorar el manejo preoperatorio frente a un paciente de 70 años candidato a una cirugía de fusión vertebral programada. **Resultados:** Se encuestó a 154 cirujanos de columna de la Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Se detectaron diferencias significativas en la solicitud de espinogramas ($p < 0,001$), radiografías dinámicas ($p = 0,001$), tomografía computarizada ($p = 0,002$), resonancia magnética ($p < 0,001$) y valoración de las unidades Hounsfield ($p = 0,014$). La solicitud de densitometría tuvo una tendencia estadística marginal ($p = 0,058$), con más solicitud a pacientes de Uruguay (52,4%) y Argentina (42,9%). El 40,3% indicó la determinación de vitamina D, sin diferencias significativas entre países ($p = 0,803$), lo que destaca una baja evaluación de este marcador relacionado con el metabolismo óseo. **Conclusiones:** Se observó una clara tendencia a la subestimación del cribado de osteoporosis en la evaluación preoperatoria para una cirugía de fusión vertebral. Menos del 50% de los cirujanos consideró solicitar una densitometría y la determinación de unidades Hounsfield o de vitamina D.

Palabras clave: Osteoporosis; evaluación preoperatoria; cirugía de columna; artrodesis; fusión.

Nivel de Evidencia: IV

Preoperative Evaluation of Osteoporosis in Spinal Fusion Surgery: A Survey of Argentine and Latin American Surgeons

ABSTRACT

Objective: To analyze the preoperative evaluation of osteoporosis during surgical planning for adult patients undergoing spinal fusion surgery, from the perspective of spine surgeons in Argentina and Latin America. **Materials and Methods:** A descriptive, cross-sectional study was conducted among orthopedic spine surgeons practicing in Argentina and other Latin American countries. A structured questionnaire based on a simulated clinical case was developed to explore preoperative management of a 70-year-old patient scheduled for elective spinal fusion surgery. **Results:** A total of 154 spine surgeons from Argentina, Brazil, Paraguay, and Uruguay were surveyed. Significant differences were found in the use of full-length spine radiographs ($p < 0.001$), dynamic radiographs ($p = 0.001$), computed tomography ($p = 0.002$), magnetic resonance imaging ($p < 0.001$), and Hounsfield unit assessment ($p = 0.014$). The use of bone density scans showed a marginal statistical trend ($p = 0.058$), with higher rates in Uruguay (52.4%) and Argentina (42.9%). Vitamin D testing was requested in 40.3% of cases, with no significant differences between

Recibido el 11-8-2025. Aceptado luego de la evaluación el 12-2-2026 • Dr. PEDRO L. BAZÁN • pedroluisbazan@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0003-0060-6558>

Cómo citar este artículo: Bazán PL, Ricciardi GA, Calcagni E, Casco EA, Galli N, Fogaça Cristante A, et al, Grupo de Estudio de la Sociedad Argentina de Patología de la Columna Vertebral (SAPCV). Evaluación preoperatoria de la osteoporosis para la cirugía de fusión vertebral: encuesta a cirujanos de la Argentina y América Latina. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2026;91(2):118-125. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2026.91.2.2214>

countries ($p = 0.803$), highlighting the limited assessment of this marker related to bone metabolism. **Conclusions:** There is a clear trend toward underestimation of osteoporosis screening in the preoperative evaluation for spinal fusion surgery. Fewer than 50% of surgeons considered requesting a DEXA scan, Hounsfield unit assessment, or vitamin D measurement.

Keywords: Osteoporosis; preoperative evaluation; spine surgery; arthrodesis; spinal fusion.

Level of Evidence: IV

INTRODUCCIÓN

La osteoporosis es la enfermedad metabólica ósea más frecuente y constituye un importante problema de salud pública en el mundo. Se caracteriza por una disminución de la masa ósea y una alteración en la calidad del hueso, que aumentan la susceptibilidad de sufrir fracturas.¹ Las fracturas por fragilidad representan su desenlace clínico más relevante y se han convertido en una verdadera epidemia global, con un impacto sanitario y económico considerable.² Se ha documentado que los costos asociados a internaciones a causa de fracturas por fragilidad ósea superan incluso a los vinculados con un infarto agudo de miocardio, accidente cerebrovascular y cáncer de mama.³

Las fracturas por fragilidad no constituyen el único desenlace clínicamente relevante en pacientes con osteoporosis. Un ejemplo de ello es el contexto de la cirugía de columna, donde la prevalencia de osteoporosis supera el 30% en pacientes >50 años. En este escenario, la osteoporosis se ha identificado como un factor de riesgo para múltiples complicaciones que han sido extensamente documentadas tanto en procedimientos cervicales como dorsolumbares y en un amplio espectro de cuadros (deformidad del adulto, fracturas inestables y enfermedad degenerativa).⁴ Entre las complicaciones más frecuentes, se pueden mencionar el aflojamiento o la falla del implante, la pseudoartrosis, la cifosis de la unión proximal, la subsistencia de cajas intersomáticas y el desarrollo de nuevas fracturas.⁵⁻⁹

Existe consenso sobre la importancia de optimizar el estado general del paciente adulto mayor antes de una intervención programada de columna. Esto incluye corregir la anemia, mejorar el estado nutricional, controlar el índice de masa corporal, manejar el dolor y promover la cesación tabáquica.¹⁰ En este enfoque integral, se incorpora la optimización del metabolismo óseo como una estrategia clave para prevenir complicaciones asociadas a la baja calidad ósea.¹¹ En concordancia con la evidencia actual, las guías clínicas recomiendan que la evaluación preoperatoria de la osteoporosis en pacientes adultos que se someterán a cirugías por deformidad espinal sea una práctica de rutina.^{12,13}

Sin embargo, la tasa de evaluación preoperatoria de la salud ósea por parte de los cirujanos de columna es baja.⁴ En diversos estudios transversales, se ha destacado la variabilidad en los enfoques diagnósticos y terapéuticos adoptados.^{14,15} A la luz de la evidencia disponible, se plantea la hipótesis de que la adherencia de los cirujanos de columna de América Latina a las recomendaciones vigentes para la evaluación preoperatoria de la osteoporosis es baja.

En este contexto, nuestro objetivo fue analizar la evaluación preoperatoria de la osteoporosis durante la planificación quirúrgica en pacientes adultos candidatos a una cirugía de fusión vertebral, según la perspectiva de cirujanos de columna de la Argentina y otros países de América Latina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo transversal y exploratorio, a través de una encuesta a médicos traumatólogos, cirujanos de columna, que se desempeñan en centros de la Argentina y otros países de América Latina, durante el período comprendido entre el 1 de abril y el 1 de junio de 2025.

Se obtuvo una muestra no probabilística intencional a partir de la base de datos de cirujanos de columna de la Sociedad Argentina de Patología de la Columna Vertebral, complementada con un muestreo tipo “bola de nieve” mediante aplicaciones de mensajería y correo electrónico.

Los participantes fueron seleccionados según criterios de elegibilidad predefinidos. Se incluyó a médicos traumatólogos que se desempeñan como cirujanos de columna en centros de América Latina, que realizan regularmente cirugías de fusión vertebral en pacientes adultos y que aceptaron responder la encuesta. Se excluyó a profesionales en formación (residentes de Ortopedia y Traumatología, y becarios de cirugía de columna) y a los cuestionarios con más del 50% de los ítems sin respuesta.

Instrumento de recolección

Se confeccionó un cuestionario estructurado basado en un caso clínico simulado, diseñado para explorar el manejo preoperatorio frente a un paciente adulto de 70 años candidato a una cirugía de fusión vertebral programada. El cuestionario fue diseñado por el equipo de investigadores, e incluyó preguntas dirigidas a evaluar la solicitud de estudios por imágenes, análisis de laboratorio y otros estudios específicos prequirúrgicos para el diagnóstico de la osteoporosis y la planificación de la cirugía. Las respuestas fueron de tipo cerradas (elección múltiple). El instrumento fue evaluado por pares para asegurar la claridad, pertinencia y coherencia interna; también antes de su aplicación definitiva, se realizó una prueba con las primeras 20 respuestas para ajustar el formato y el contenido. La encuesta fue distribuida utilizando la aplicación Formularios de Google y se difundió durante un período de tres meses.

El estudio respeta los lineamientos vigentes de la Declaración de Helsinki sobre el uso de datos en investigaciones con seres humanos, asegurando la confidencialidad y el anonimato de los datos y de los participantes. Los participantes otorgaron su consentimiento informado al aceptar responder la encuesta, después de recibir una adecuada información sobre los objetivos y procedimientos del estudio. La información recolectada fue codificada y se mantuvo con acceso restringido, se utilizó exclusivamente para los fines de esta investigación.

Análisis estadístico

Las variables categóricas se describen como frecuencias absolutas y porcentajes. Para la comparación entre grupos se utilizó la prueba χ^2 o la prueba exacta de Fisher, según correspondiera por el tamaño muestral y la distribución de las frecuencias. Se consideró estadísticamente significativo un valor $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SPSS Statistics versión 25.

RESULTADOS

Se obtuvo una muestra de 154 cirujanos de columna de la Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay (Figura).

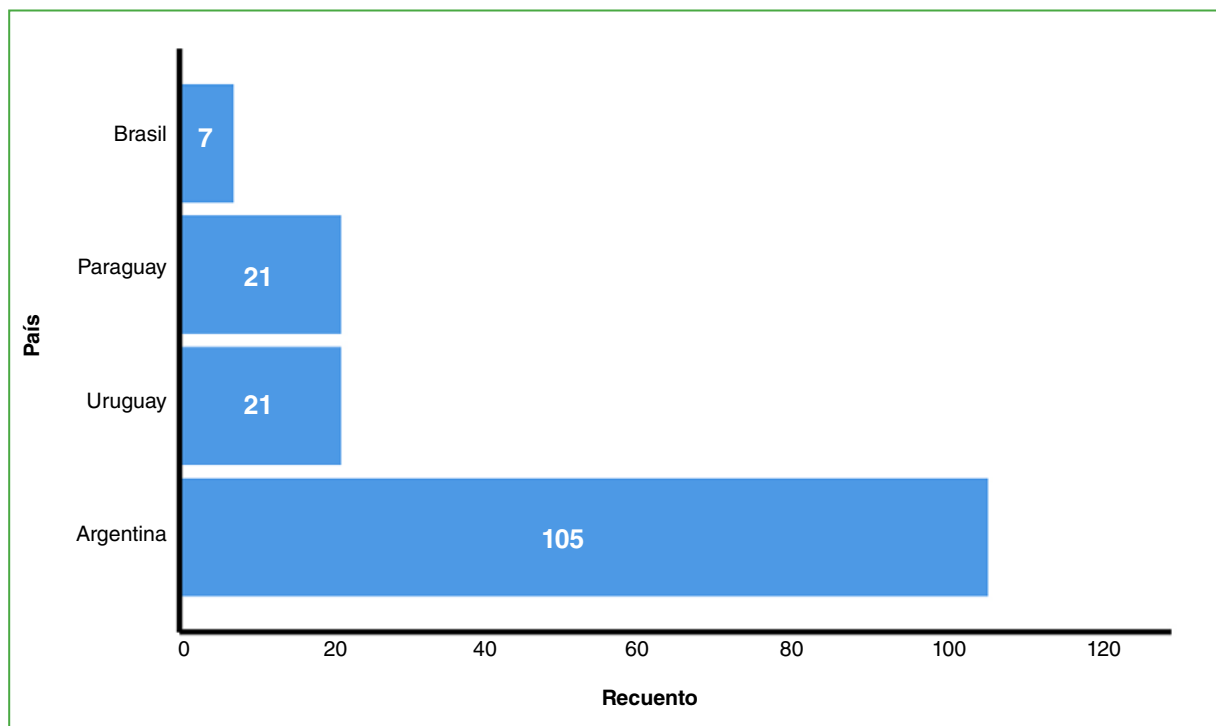


Figura. Gráfico de barras que muestra la distribución de los pacientes según el país.

Estudios complementarios

Los estudios solicitados con más frecuencia fueron: resonancia magnética (92,9%), radiografías dinámicas (78,6%), espinograma (75,3%) y tomografía computarizada (TC) (67,5%). El cribado específico de osteoporosis mediante densitometría ósea y unidades Hounsfield fue menos frecuente (40,3% y 37,7%, respectivamente). Al comparar según el país de origen, se observaron diferencias significativas en la solicitud de espinogramas ($p < 0,001$), radiografías dinámicas ($p = 0,001$), TC ($p = 0,002$), resonancia magnética ($p < 0,001$) y determinación de las unidades Hounsfield ($p = 0,014$). La solicitud de densitometría tuvo una tendencia estadística marginal ($p = 0,058$), se solicitó más a pacientes de Uruguay (52,4%) y la Argentina (42,9%) (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de los estudios solicitados y comparación según el país de origen

Estudio	Total		Argentina		Brasil		Paraguay		Uruguay		p	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Espinograma	116	75,3	92	87,6	5	71,4	4	19,0	15	71,4	<0,001	
Radiografías dinámicas	121	78,6	89	84,8	7	100,0	10	47,6	15	71,4	0,001	
Tomografía computarizada	104	67,5	79	75,2	4	57,1	7	33,3	14	66,7	0,002	
Resonancia magnética	143	92,9	103	98,1	0	0,0	19	90,5	21	100,0	<0,001	
Tomografía por emisión de positrones	3	1,9	1	1,0	0	0,0	2	9,5	0	0,0	0,06	
Centellograma óseo	1	0,6	1	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,925	
Cribado de osteoporosis	Densitometría	62	40,3	45	42,9	0	0,0	6	28,6	11	52,4	0,058
	UH	58	37,7	33	31,4	4	57,1	7	33,3	14	66,7	0,014

UH = unidades Hounsfield.

Parámetros de laboratorio

En general, no se observaron diferencias significativas entre los países en la mayoría de los parámetros de laboratorio solicitados en la evaluación preoperatoria del caso clínico. Los estudios más requeridos fueron: hemograma (98,1%), glucemia (93,5%) y evaluación de la función renal (92,9%), seguidos de hemoglobina A1c (74,7%), proteinograma (66,2%) y reactantes de fase aguda (48,7%). El 40,3% de la muestra solicitó la determinación de vitamina D, sin diferencias significativas entre los países ($p = 0,803$), lo que destaca una baja evaluación de este marcador relacionado con el metabolismo óseo. Solo se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los países en cuanto a la solicitud de determinación de la glucemia ($p < 0,001$) y el proteinograma ($p = 0,017$), este último parámetro se solicitó más en Paraguay y la Argentina (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de los parámetros de laboratorio según el país

Parámetros de laboratorio	Total		Argentina		Brasil		Paraguay		Uruguay		p
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Hemograma	151	98,1	103	98,1	7	100,0	20	95,2	21	100,0	0,699
Glucemia	144	93,5	102	97,1	6	85,7	16	76,2	20	95,2	0,004
Función renal	143	92,9	100	95,2	7	100,0	19	90,5	17	81,0	0,107
Proteinograma	102	66,2	73	69,5	4	57,1	17	81,0	8	38,1	0,017
HbA1c	115	74,7	79	75,2	7	100,0	17	81,0	12	57,1	0,100
Reactantes de fase aguda	75	48,7	56	53,3	2	28,6	11	52,4	6	28,6	0,135
Vitamina D	62	40,3	41	39,0	2	28,6	10	47,6	9	42,9	0,803

Riesgo quirúrgico

En cuanto a los estudios complementarios cardiovasculares y respiratorios antes de la cirugía, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los países. El electrocardiograma fue el estudio más solicitado (97,4% en el total de la muestra), seguido de la espirometría (42,2%), el ecoDoppler de miembros inferiores (29,9%) y la ergometría (16,2%) (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de los estudios cardiorrespiratorios según el país

Estudios	Total		Argentina		Brasil		Paraguay		Uruguay		p
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Electrocardiograma	150	97,4	103	98,1	6	85,7	20	95,2	21	100,0	0,177
Espirometría	65	42,2	48	45,7	1	14,3	10	47,6	6	28,6	0,202
EcoDoppler de miembros inferiores	46	29,9	35	33,3	3	42,9	5	23,8	3	14,3	0,265
Ergometría	25	16,2	17	16,2	1	14,3	4	19,0	3	14,3	0,977

DISCUSIÓN

La osteoporosis es un factor crítico en la evaluación preoperatoria de pacientes que serán sometidos a cirugías de columna instrumentadas, ya que constituye un predictor importante de complicaciones mecánicas, particularmente aquellas relacionadas con la falla de los implantes y el desequilibrio sagital. Su impacto es especialmente relevante en procedimientos complejos, como la cirugía de deformidad del adulto, que suelen requerir instrumentaciones largas y plantean mayores exigencias biomecánicas.⁵⁻⁹

En un estudio transversal con 349 cirujanos de columna de América Latina, Pantoja y Molina reflejan la situación clínica regional: el 79,6% comunicó haber tratado complicaciones relacionadas con la osteoporosis y el 71,6% debió revisar instrumentaciones por fallas asociadas a esta condición.¹⁶

En las recientes recomendaciones clínicas de *AOSpine* sobre osteoporosis en adultos con deformidad vertebral, se destaca la importancia de la evaluación sistemática de la osteoporosis en estos pacientes. Si bien aún se requiere evidencia de alta calidad, estas recomendaciones enfatizan que todos los profesionales que tratan a adultos con escoliosis deben considerar la salud ósea como un componente clave para mejorar los resultados quirúrgicos y minimizar las complicaciones.¹⁵ No obstante y en concordancia con estudios transversales previos, hemos documentado un bajo nivel de alerta en la evaluación preoperatoria de la osteoporosis.¹⁴⁻¹⁶ En comparación con la frecuente solicitud de estudios por imágenes iniciales, como el espinograma (75,3%) y la resonancia magnética (92,9%), menos de la mitad de los encuestados emplearon métodos específicos para detectar osteoporosis, como la densitometría ósea (40,3%) y la medición de unidades Hounsfield (37,7%). No se hallaron diferencias significativas en el uso de la densitometría según el país de procedencia de los participantes, mientras que sí se encontró una mayor proporción de cirujanos en Uruguay que utilizan la medición de unidades Hounsfield (66,7%; $p = 0,014$).

Cabe destacar que, si bien la densitometría ha sido el estudio de referencia tradicional para definir la osteoporosis, tiene limitaciones en pacientes con espondiloartrosis en quienes la calidad ósea puede verse sobrestimada.¹⁷ Esto ha llevado a la investigación de otros métodos para evaluar la salud ósea, como la medición de las unidades Hounsfield, el índice trabecular óseo y calculadoras de riesgo de fractura, como la herramienta FRAX®.¹⁸⁻²⁰ St Jeor y cols. estudiaron a 140 pacientes candidatos a una fusión vertebral para comparar métodos de evaluación preoperatoria e informaron una tasa de complicaciones relacionadas con la osteoporosis del 32%. El análisis de regresión logística binaria multivariable mostró que un menor valor promedio de unidades fue un predictor independiente de complicaciones relacionadas con la osteosíntesis en este estudio. Las probabilidades de presentar una complicación aumentaron 1,7 veces por cada disminución de 25 unidades en el valor promedio de Hounsfield.¹⁹

Considerando la mejor evidencia disponible junto con los recursos accesibles para la evaluación de la osteoporosis en pacientes vulnerables, se recomienda, en la práctica clínica habitual, el uso de la densitometría ósea de columna y de muñeca como sitio anatómico adicional, así como el análisis de las unidades Hounsfield obtenidas de la TC preoperatoria, para una valoración más precisa de la osteoporosis.^{15,20}

En una revisión sistemática de nueve estudios, Bazán y cols. concluyeron en que la medición de unidades Hounsfield podría optimizar la planificación quirúrgica y reducir las complicaciones relacionadas con la osteoporosis, con un nivel de evidencia bajo, pero con perspectivas alentadoras.²⁰

Por otra parte, si bien la medición basada en unidades Hounsfield se utiliza cada vez más, tiene limitaciones relevantes. Los valores de unidades Hounsfield pueden estar influenciados por múltiples factores técnicos, que incluyen los parámetros de adquisición de la TC, la calibración del equipo, los algoritmos de reconstrucción y la selección de la región de interés, lo que condiciona la reproducibilidad y la comparabilidad entre las instituciones.

Según la guía sistemática basada en evidencia del *Congress of Neurological Surgeons* sobre la evaluación preoperatoria de la osteoporosis en pacientes que se someterán a una cirugía de columna, se recomienda realizar, al menos, una de las siguientes evaluaciones preoperatorias, cada una con su respectivo valor de corte asociado a un riesgo elevado de complicaciones: densitometría ósea con puntaje T < -2,5; TC con unidades Hounsfield <97,9; o niveles séricos de vitamina D3 <20 ng/ml.¹²

La deficiencia de vitamina D es extremadamente frecuente, las tasas oscilan entre el 40% y el 90% en adultos.²¹ Los pacientes >50 años, tabaquistas y obesos tienen un riesgo más alto de hipovitaminosis D.²¹⁻²³ Se estima que más del 25% de los adultos en plan quirúrgico de columna tiene esta deficiencia.²² La medición preoperatoria de la vitamina D y el calcio aporta información valiosa sobre el metabolismo óseo.²⁰ Además, los pacientes que requieren una artrodesis vertebral podrían beneficiarse de la corrección de esta deficiencia.²³ En nuestro estudio, menos de la mitad de los cirujanos solicitó la determinación de la vitamina D como parte de los análisis preoperatorios. Si bien se requieren estudios con mayor nivel de evidencia, la información disponible sugiere que los especialistas en columna deben considerar el mayor riesgo de obtener resultados desfavorables en pacientes con deficiencia preoperatoria de vitamina D.²⁴

Nuestro estudio presenta limitaciones, entre ellas, un tamaño muestral reducido y un número limitado de variables preoperatorias y demográficas evaluadas, así como el sesgo de recuerdo inherente a los diseños transversales basados en encuestas. Además, la sobrerrepresentación de la Argentina frente a otros países limita la generalización de los resultados. No obstante, se identifica una tendencia clara que puede orientar futuras estrategias para optimizar la implementación efectiva de los lineamientos propuestos en las publicaciones y las guías internacionales en la evaluación preoperatoria de pacientes candidatos a una cirugía de columna con riesgo de osteoporosis. Se requieren futuros estudios multinacionales con mayor participación regional.

CONCLUSIONES

Se observó una clara tendencia a subestimar el cribado de osteoporosis en la evaluación preoperatoria durante la planificación quirúrgica de pacientes adultos candidatos a una cirugía de fusión vertebral. Menos de la mitad de los cirujanos consideró solicitar una densitometría ósea (40,3%), la medición de unidades Hounsfield (37,7%) o de vitamina D (40,3%). La baja proporción de cirujanos de otros países latinoamericanos constituye una limitación del estudio y restringe la extrapolación directa de los resultados a toda la región.

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

ORCID de G. A. Ricciardi: <https://orcid.org/0000-0002-6959-9301>

ORCID de E. Calcagni: <https://orcid.org/0009-0009-5989-9288>

ORCID de E. A. Casco: <https://orcid.org/0000-0002-6113-5123>

ORCID de N. Galli: <https://orcid.org/0000-0003-3830-5902>

ORCID de A. Fogaça Cristante: <https://orcid.org/0000-0002-7797-5274>

ORCID de J. A. Rosado Pardo: <https://orcid.org/0000-0001-8467-3453>

ORCID de E. Gobbi: <https://orcid.org/0000-0001-7310-6170>

BIBLIOGRAFÍA

1. Albergaria BH, Chalem M, Clark P, Messina OD, Pereira RMR, Vidal LF. Consensus statement: osteoporosis prevention and treatment in Latin America-current structure and future directions. *Arch Osteoporos* 2018;13(1):90. <https://doi.org/10.1007/s11657-018-0505-x>

2. Etxebarria-Foronda I, Caeiro-Rey JR, Larrainzar-Garijo R, Vaquero-Cervino E, Roca-Ruiz L, Mesa-Ramos M, et al. Guía SECOT-GEIOS en osteoporosis y fractura por fragilidad. Actualización. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2015;59(6):373-93. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2015.05.007>
3. Singer A, Exuzides A, Spangler L, O'Malley C, Colby C, Johnston K, et al. Burden of illness for osteoporotic fractures compared with other serious diseases among postmenopausal women in the United States. *Mayo Clin Proc* 2015;90(1):53-62. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2014.09.011>
4. Fan ZQ, Yan XA, Li BF, Shen E, Xu X, Wang H, et al. Prevalence of osteoporosis in spinal surgery patients older than 50 years: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2023;18(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286110>
5. Diebo BG, Sheikh B, Freilich M, Shah NV, Redfern JAI, Tarabichi S, et al. Osteoporosis and spine surgery: A critical analysis review. *JBJS Rev* 2020;8(6):e0160. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.19.00160>
6. Gupta A, Cha T, Schwab J, Fogel H, Tobert D, Razi AE, et al. Osteoporosis increases the likelihood of revision surgery following a long spinal fusion for adult spinal deformity. *Spine J* 2021;21(1):134-40. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2020.08.002>
7. Shen T, Shahzad H, Sierra F, Wick JB, Pina D, Van BW, et al. Osteoporosis treatment and outcomes in patients undergoing adult spinal deformity surgery. *World Neurosurg* 2024;190:e1018-e1024. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2024.08.053>
8. Diebo BG, Scheer R, Rompala A, Veenema RJ, Shah NV, Beyer GA, et al. The impact of osteoporosis on 2-year outcomes in patients undergoing long cervical fusion. *J Am Acad Orthop Surg* 2023;31(1):e44-e50. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-22-00361>
9. Karikari IO, Metz LN. Preventing pseudoarthrosis and proximal junctional kyphosis: How to deal with the osteoporotic spine. *Neurosurg Clin N Am* 2018;29(3):365-74. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2018.03.005>
10. Daniels AH, Singh M, Knebel A, Thomson C, Kuharski MJ, De Varona A, et al. Preoperative optimization strategies in elective spine surgery. *JBJS Rev* 2025;13(2). <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.24.00210>
11. Bernatz JT, Winzenried AE, Hare KJ, Mikula AL, Williams SK, Binkley NC, et al. Effect of bone health optimization on osteoporosis screening and treatment before thoracolumbar fusion. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* 2022;6(3):e21.00253. <https://doi.org/10.5435/JAAOSGlobal-D-21-00253>
12. Dimar J, Bisson EF, Dhall S, Harrop JS, Hoh DJ, Mohamed B, et al. Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guidelines for Perioperative Spine: Preoperative Osteoporosis Assessment. *Neurosurgery* 2021;89(Suppl 1):S19-S25. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyab317>
13. Kato S, Rocos B, Yoshida G, Sardar Z, Jones KE, Oe S, et al. AO Spine Clinical Practice Recommendations: Evaluation, implications and management of osteoporosis in adult spinal deformity. *Global Spine J* 2025;14:21925682251357200. <https://doi.org/10.1177/21925682251357200>
14. Dipaola CP, Bible JE, Biswas D, Dipaola M, Grauer JN, Rechtine GR. Survey of spine surgeons on attitudes regarding osteoporosis and osteomalacia screening and treatment for fractures, fusion surgery, and pseudoarthrosis. *Spine J* 2009;9(7):537-44. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2009.02.005>
15. Díaz-Romero R, Henríquez MS, Melián KA, Balhen-Martin C. Practice patterns of spine surgeons regarding osteoporosis: An international survey. *Int J Spine Surg* 2021;15(2):376-85. <https://doi.org/10.14444/8049>
16. Pantoja S, Molina M. Surgeon management of osteoporosis in instrumented spine surgery: AOSpine Latin America survey. *Global Spine J* 2019;9(2):169-72. <https://doi.org/10.1177/2192568218785369>
17. Sociedad Internacional de Densitometría Clínica. Posiciones Oficiales para Adultos 2019. Disponible en: <https://iscd.org/learn/official-positions/adult-positions/>
18. St Jeor JD, Jackson TJ, Xiong AE, Kadri A, Freedman BA, Sebastian AS, et al. Osteoporosis in spine surgery patients: what is the best way to diagnose osteoporosis in this population? *Neurosurg Focus* 2020;49(2):E4. <https://doi.org/10.3171/2020.5.FOCUS20277>
19. St Jeor JD, Jackson TJ, Xiong AE, Freedman BA, Sebastian AS, Currier BL, et al. Average lumbar Hounsfield units predict osteoporosis-related complications following lumbar spine fusion. *Global Spine J* 2022;12(5):851-7. <https://doi.org/10.1177/2192568220975365>
20. Bazán PL, Jordan RC, Cevallos JRM, Adaro AOG, Adaro JCS. Uso de unidades Hounsfield en la planificación de cirugía de columna: revisión sistemática y metanálisis. *Columna/Columna* 2022;21:e264579. <https://doi.org/10.1590/S1808-18512022103264579>
21. Lehman RA Jr, Kang DG, Wagner SC. Management of osteoporosis in spine surgery. *J Am Acad Orthop Surg* 2015;23(4):253-63. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-14-00042>

22. Stoker GE, Buchowski JM, Bridwell KH, Lenke LG, Riew KD, Zebala LP. Preoperative vitamin D status of adults undergoing surgical spinal fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38(6):507-15. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182739ad1>
23. Kerezoudis P, Rinaldo L, Drazin D, Kallmes D, Krauss W, Hassoon A, et al. Association between vitamin D deficiency and outcomes following spinal fusion surgery: A systematic review. *World Neurosurg* 2016;95:71-6. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.07.074>
24. Bajaj A, Shah RM, Goodwin AM, Kurapaty S, Patel AA, Divi SN. The role of preoperative vitamin D in spine surgery. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2023;16(2):48-54. <https://doi.org/10.1007/s12178-022-09813-z>