



Abril-Junio 2026
Vol. 4, núm. 2 / pp. 110-115

Recibido: 05 de Mayo de 2025
Aceptado: 15 de Octubre de 2025

doi: 10.35366/122422



Relación entre unidades Hounsfield en tomografía axial computarizada de columna lumbar y la densitometría ósea

Relationship between Hounsfield units in computed axial tomography of the lumbar spine with bone densitometry

Luis Enrique Alemán Otaolauruchi,*

Guillermo Iván Ladewig Bernaldez,[†] José Antonio Canales Nájera,[§]

Antonio Hurtado Padilla,[¶] Adrián Alejandro Abrego Salinas^{||}

Palabras clave:

densitometría ósea,
columna lumbar, tomografía,
unidades Hounsfield.

Keywords:

bone densitometry, lumbar
spine, tomography,
Hounsfield units.

RESUMEN

Introducción: la osteoporosis y los trastornos óseos asociados plantean importantes desafíos para la salud a nivel mundial. Los métodos tradicionales para evaluar la densidad ósea, como la absorciometría dual de rayos X, se han considerado durante mucho tiempo como el estándar de oro en la práctica clínica. **Material y métodos:** se compararon las unidades Hounsfield en tomografía computarizada de columna lumbar; se promedió este número de los cuerpos vertebrales de L1 a L5, obviando la superficie cortical en ventana ósea corte axial a mitad del cuerpo vertebral con el T-score y Z-score en cadera y columna de 52 pacientes de la consulta externa de cirugía de columna. Criterios de inclusión: pacientes mayores de 18 años de la consulta externa en la Clínica de Columna “Dr. Manuel Dufoo Olvera” de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México; tomografía axial computarizada de columna lumbar visible durante la consulta; densitometría ósea de columna lumbar, y función cognitiva conservada. Criterios de exclusión: procedimientos espinales previos, patología neoplásica o infecciosa espinal en el segmento lumbar, síndrome de destrucción vertebral en el segmento lumbar y déficit cognitivo. **Resultados:** se encontró una relación estadísticamente significativa entre el número de unidades Hounsfield y la densitometría ósea, tanto para el paciente joven sano (T-score), como ajustado al sexo, raza y edad (Z-score). Tuvimos diferentes números promedio, con 179 unidades Hounsfield para normalidad, 114 para osteopenia y 79 para osteoporosis. **Conclusión:** es importante conocer y tratar la osteoporosis previo a cualquier procedimiento espinal, debido a las complicaciones y tratamiento que podemos llegar a tener. El presente estudio muestra una relación estadísticamente significativa entre las unidades Hounsfield y la densitometría ósea en el diagnóstico de la osteoporosis, lo cual permitirá simplificar los algoritmos de tratamiento y disminuir los costos y el tiempo a nuestro sistema de salud.

ABSTRACT

Introduction: osteoporosis and associated bone disorders pose significant global health challenges. Traditional methods of assessing bone density, such as dual X-ray absorptiometry, have long been considered the gold standard in clinical practice. **Material and methods:** Hounsfield units were

* Práctica privada.
ORCID: 0009-0007-8162-047X.

[†] Médico adscrito, Clínica de Columna, Hospital General La Villa, Ciudad de México, México.
ORCID: 0000-0002-5513-4327.

[§] Médico adscrito, Módulo de Escoliosis, Hospital Shriners de México (HSM), Ciudad de México, México. ORCID: 0009-0002-5289-6155.

[¶] Médico adscrito, Módulo de Escoliosis, HSM, Ciudad de México, México. ORCID: 0009-0009-4739-4661.

^{||} Práctica privada.
ORCID: 0000-0002-2270-3546.

Correspondencia:

Luis Enrique Alemán Otaolauruchi

E-mail:

luisenrique.aleman@gmail.com
dralemanotaolauruchi@gmail.com

Citar como: Alemán OLE, Ladewig BGI, Canales NJA, Hurtado PA, Abrego SAA. Relación entre unidades Hounsfield en tomografía axial computarizada de columna lumbar y la densitometría ósea. Cir Columna. 2026; 4 (2): 110-115. <https://dx.doi.org/10.35366/122422>



compared in computed tomography of the lumbar spine; averaging this number of the vertebral bodies from L1 to L5, ignoring the cortical surface in the bone window, axial section in the middle of the vertebral body with the T-score and Z-score in the hip and spine of 52 patients from the spine surgery outpatient clinic. Inclusion criteria: patient from the outpatient clinic at the Spine Clinic "Dr. Manuel Dufoo Olvera" of the Ministry of Health of Mexico City, patients over 18 years of age. Computed axial tomography of the lumbar spine visible during the consultation, bone densitometry of the lumbar spine, preserved cognitive function. Exclusion criteria: previous spinal procedures, neoplastic spinal pathology in the lumbar segment, infectious spinal pathology in the lumbar segment, vertebral destruction syndrome in the lumbar segment, cognitive deficit. **Results:** a statistically significant relationship was found between the number of Hounsfield units and bone densitometry, both for the young healthy patient (T-score) and adjusted for sex, race and age (Z-score). We had different average numbers with 179 Hounsfield units for normality, 114 for osteopenia and 79 for osteoporosis. **Conclusion:** it is important to know and treat osteoporosis before any spinal procedure due to the implications in complications and treatment that we may have. The present study shows a statistically significant relationship between Hounsfield units and bone densitometry to make the diagnosis of the previously mentioned disease, simplifying treatment algorithms, and reducing costs and time for our health system.

Abreviaturas:

ANOVA = análisis de varianza
TAC = tomografía axial computarizada
UH = unidades Hounsfield

INTRODUCCIÓN

La osteoporosis y los trastornos óseos asociados plantean importantes desafíos para la salud a nivel mundial, reportándose una prevalencia de 11.7%.¹ La presencia de una fractura vertebral aumenta cinco veces la posibilidad de la presencia de una segunda fractura, mientras que en el caso de una fractura en alguna otra región anatómica, la posibilidad aumenta 2-3 veces.²

Los métodos tradicionales para evaluar la densidad ósea, como la absorciometría dual de rayos X, se han considerado durante mucho tiempo como el estándar de oro en la práctica clínica.³ Sin embargo, los avances en la tecnología de imágenes, en particular la tomografía axial computarizada (TAC), han estimulado el interés en utilizar métricas alternativas para la evaluación de la densidad ósea, como las unidades Hounsfield (UH).

La unidad Hounsfield, inicialmente ideada para la cuantificación de la radiodensidad en imágenes por TAC, ofrece una representación numérica de la densidad tisular.³

Se han documentado datos de corte específicos para mejorar tanto la sensibilidad como la especificidad al utilizar UH en la detección de osteoporosis, sin embargo, no se reporta la metodología de cómo se obtuvieron esos datos ni sobre la población en la que se realizó.⁴

La densitometría ósea por absorciometría dual de rayos X es una técnica bidimensional que no diferencia entre la microarquitectura ósea cortical y trabecular. En pacientes con cambios degenerativos espinales, hiperostosis esquelética idiopática difusa, espondilitis anquilosante y fracturas, pueden observarse lecturas falsamente positivas en la densitometría ósea de la columna vertebral.⁵

La guía de práctica clínica para la evaluación de osteoporosis en pacientes para cirugía espinal electiva y las pautas de la Sociedad Internacional de Densitometría Clínica, 2019, concluyeron que todo paciente mayor a 65 años debe realizarse una densitometría ósea.⁶

La inclusión de análisis tanto cuantitativos como cualitativos permitirá una comprensión integral de la interacción entre estas herramientas de diagnóstico, facilitando así la toma de decisiones clínicas y las estrategias de tratamiento para personas con patologías óseas de la columna.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo, longitudinal, descriptivo y observacional, en el cual se empleó un muestreo no probabilístico a conveniencia, seleccionado por la accesibilidad de la población disponible durante el periodo de estudio.

Se recopilaron datos de pacientes atendidos en la consulta externa que cumplieran con los criterios de inclusión y no presentaban criterios de exclusión. Los criterios de inclusión fueron: pacientes mayores de 18 años, con TAC de columna lumbar visible durante la consulta y densitometría ósea de columna lumbar

disponible. Los criterios de exclusión incluyeron antecedentes de procedimientos espinales previos, presencia de patología neoplásica infecciosa o síndrome de destrucción vertebral en el segmento lumbar.⁷

Para la recolección de información se utilizó un formato estandarizado de registro de datos, diseñado para facilitar la obtención completa y sistemática de la información. Dicho formato contempló variables como el promedio de UH de los cuerpos vertebrales obtenidas de las TAC de columna lumbar, excluyendo las estructuras corticales, así como las fechas de los estudios. Además, se incluyeron los valores de puntuación T y puntuación Z reportados en las densitometrías óseas por absorciometría dual de rayos X, junto con sus respectivas fechas.

El cálculo del tamaño de muestra determinó la necesidad de $n = 52$ pacientes para alcanzar una potencia estadística de 0.80, con el fin de probar la hipótesis de que existe una relación entre las UH obtenidas en la TAC de columna lumbar y el T-score de la densitometría ósea. Se asumió una correlación media mínima de $r = 0.50$ y un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Los datos categóricos se resumieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes, mientras que los datos numéricos se expresaron como media

Tabla 1: Promedio de unidad Hounsfield de columna lumbar por diagnóstico.

	N	Media \pm DE
Normal	21	179.1 \pm 42.7
Osteopenia	19	114.7 \pm 49.3
Osteoporosis	12	71.3 \pm 25.7
Total	52	130.7 \pm 60.1

ANOVA = análisis de varianza (*Analysis Of Variance*).
ANOVA: $p = 0.000$.

Tabla 2: Frecuencias por diagnóstico (N = 52).

	n (%)
Edad (años)	
Mínimo-Máximo	23-92
Media \pm DE	60.5 \pm 15.1
Diagnóstico	
Normal	21 (40.4)
Osteopenia	19 (36.5)
Osteoporosis	12 (23.1)

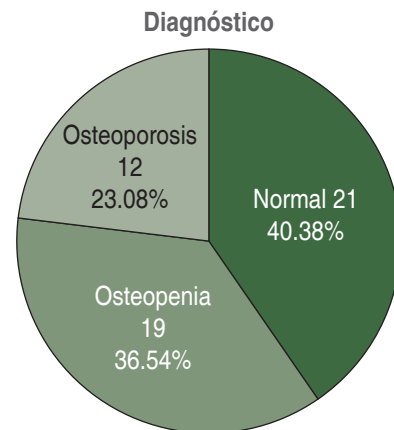


Figura 1: Frecuencias por diagnóstico (N = 52).

y desviación estándar (*Tabla 1*). Para analizar la relación entre el diagnóstico y el promedio de UH de la columna lumbar se aplicó un análisis de varianza (ANOVA). Asimismo, la correlación entre las UH y las puntuaciones T y Z se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson (*Tabla 2 y Figura 1*); posteriormente, se ajustó un modelo de regresión lineal para explorar la relación entre las variables continuas.

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando los programas SPSS v29 y el paquete estadístico R, considerando como significativo un valor de p menor a 0.05.

Finalmente, es importante destacar que en todo momento se resguardó la confidencialidad y privacidad de los pacientes, ya que, salvo la edad y el género, no se utilizó información de identificación personal, cumpliendo así con los principios éticos de la investigación clínica.

RESULTADOS

Se tuvo una muestra de 52 pacientes, con una media de edad de 60 años, alcanzando el tamaño de muestra esperado para una correlación media de al menos $r = 0.50$ y una significancia del 0.05.

Se encontró una relación estadísticamente significativa entre el número de UH con la densitometría ósea, tanto para el paciente joven sano (T-score) como ajustado al sexo, raza y edad (Z-score) (*Figuras 2 a 5*).

El corte de UH para el paciente sano, en cuanto al metabolismo óseo, tuvo una media de 179 UH; para el diagnóstico de osteopenia, la media fue de 114 UH, y, para el diagnóstico de osteoporosis, de 79 UH (*Figura 6*).

Estos datos demuestran la relevancia y utilidad clínica de los resultados obtenidos en esta muestra específica de pacientes. El estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones y avances en el campo de cirugía de columna, utilizando estudios dentro del protocolo preoperatorio para realizar una valoración de la calidad ósea.

Esta información resulta esencial en la toma de decisiones clínicas y en el diseño de estrategias de prevención y tratamientos adecuados para mejorar la salud ósea de los pacientes, con énfasis en procedimientos que utilicen implantes intraóseos.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se analizó la relación entre las UH obtenidas en TAC de columna lumbar y los valores de T-score derivados de densitometrías óseas por absorciometría dual de rayos X, con el propósito de determinar si la densidad radiológica medida en TAC puede servir como un indicador indirecto de la densidad mineral ósea.⁸ Los resultados mostraron una

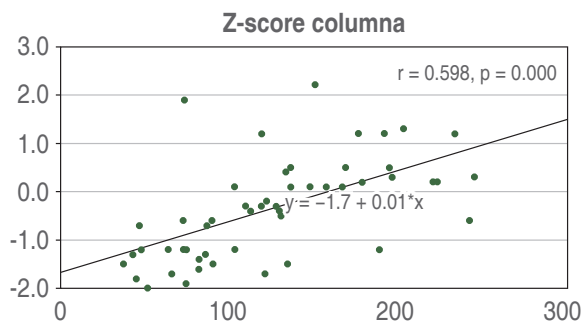


Figura 2: Diagrama de dispersión entre promedio de unidad Hounsfield de columna lumbar y Z-score de columna.

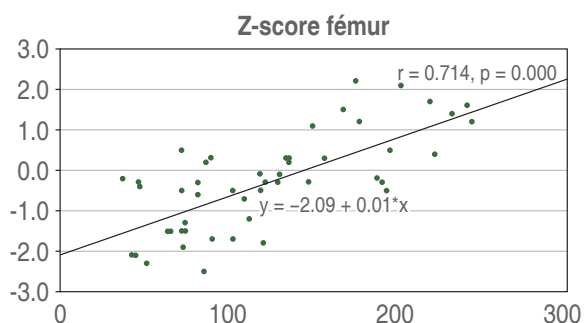


Figura 3: Diagrama de dispersión entre promedio de unidad Hounsfield de columna lumbar y Z-score de fémur.

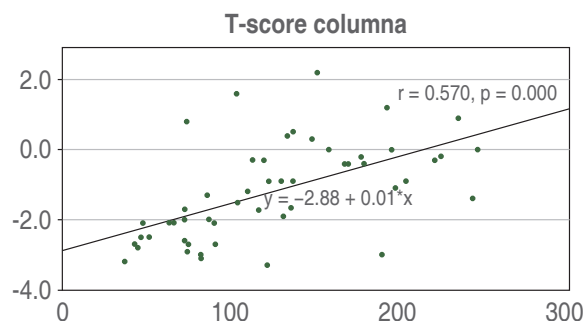


Figura 4: Diagrama de dispersión entre promedio de unidad Hounsfield de columna lumbar y T-score de columna.

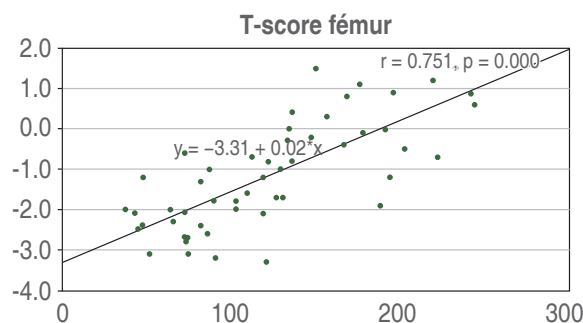


Figura 5: Diagrama de dispersión entre promedio de unidad Hounsfield de columna lumbar y T-score fémur.

correlación positiva y estadísticamente significativa entre ambos parámetros, lo que sugiere que las UH pueden reflejar de manera confiable la calidad ósea en el segmento lumbar.

Desde una perspectiva clínica, esta correlación reviste particular relevancia, ya que la TAC es un estudio frecuentemente solicitado en el ámbito ortopédico.⁹ El aprovechamiento de las imágenes ya disponibles permitiría realizar una evaluación secundaria de la densidad ósea sin requerir estudios adicionales, disminuyendo costos y exposición innecesaria a radiación.⁷ Además, en pacientes con implantes metálicos, deformidades espinales o degeneración avanzada, donde la densitometría convencional puede verse limitada, las UH podrían ofrecer una alternativa más precisa y reproducible para estimar la calidad ósea.

No obstante, es importante reconocer que la interpretación de las UH está sujeta a variabilidad técnica asociada con los parámetros de adquisición de la TAC.¹⁰ Por ello, resulta fundamental estandarizar los protocolos de medición y establecer puntos de corte validados que permitan diferenciar valores normales, osteopénicos y osteoporóticos.¹¹

Otra consideración relevante es que el presente estudio se basó en una muestra no probabilística a conveniencia, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela y no extrapolarse directamente a la población general. Sin embargo, el tamaño muestral alcanzado proporciona una potencia estadística suficiente para sustentar la existencia de una correlación clínicamente significativa.

Finalmente, los hallazgos refuerzan la idea de que la evaluación cuantitativa de las UH en TAC de columna lumbar podría incorporarse como herramienta complementaria de cribado para la detección precoz de baja densidad ósea, particularmente en contextos donde la densitometría no esté disponible o resulte impráctica. Estudios prospectivos y multicéntricos serán necesarios para definir con mayor precisión los valores de referencia y validar su aplicación en la práctica clínica rutinaria.

CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra una relación lineal sólida entre dos pruebas, TAC de columna lumbar y densitometría ósea. Esto es de gran importancia, ya que el estudio de densitometría ósea es crucial en el protocolo preoperatorio para cirugía de columna lumbar, principalmente en el contexto de pacientes con datos de inestabilidad, quienes ameritan la colocación de implantes intraóseos.

La cuantificación de las UH podría emplearse como un método auxiliar para la detección temprana de os-

teopenia y osteoporosis, especialmente en pacientes que ya cuentan con estudios de imagen tomográfica por otras razones clínicas.¹²

Gracias a esta relación encontrada, ahora es posible realizar una evaluación rápida y efectiva de la calidad ósea. Estos resultados son muy prometedores y abren paso a futuras investigaciones en este campo. En particular, se espera poder establecer puntos de corte específicos que nos permitan determinar la sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de la osteoporosis utilizando las UH mencionadas anteriormente.¹³ Para lograr esto, se planea realizar un aumento significativo en el tamaño de la muestra de pacientes analizados. Esto nos permitirá realizar pruebas estadísticas a los T-score de la cadera y columna lumbar, estableciendo una correlación más certera de los resultados de densitometría ósea en cadera y columna para osteoporosis sistémica.

Está en aumento el uso de la tomografía computarizada por energía dual, la cual provee más información de la que se puede obtener mediante la tomografía axial computarizada convencional o helicoidal.¹⁴ Esta tecnología es también conocida como tomografía axial computarizada espectral y se divide en dos principales modalidades, basadas en el detector o basadas en la fuente. Tiene un uso clínico limitado, ya que aumenta el nivel de exposición a radiación, así como indicaciones muy específicas en relación con lo estándar. Sin embargo, el aumento del perfil de contraste de los dos rayos puede aumentar la especificidad de las unidades Hounsfield utilizadas en este estudio morfológico.¹⁵

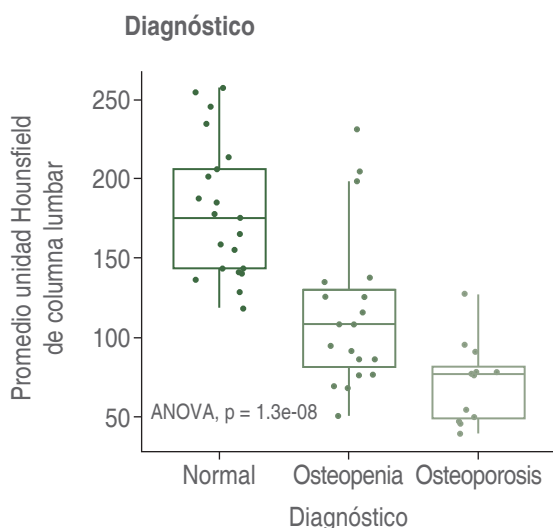


Figura 6: Diagrama de dispersión entre de unidad Hounsfield de columna lumbar y los diagnósticos.

REFERENCIAS

1. Salari N, Ghasemi H, Mohammadi L, Behzadi MH, Rabieenia E, Shohaimi S, et al. The global prevalence of osteoporosis in the world: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2021; 16: 609. doi: 10.1186/s13018-021-02772-0.
2. Lupsa BC, Insogna K. Bone health and osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2015; 44: 517-530. doi: 10.1016/j.ecl.2015.05.002.
3. Ameis A, Randhawa K, Yu H, Coté P, Haldeman S, Chou R, et al. The Global Spine Care Initiative: a review of reviews and recommendations for the non-invasive management of acute osteoporotic vertebral compression fracture pain in low- and middle-income communities. *Eur Spine J.* 2018; 27: 861-869. doi: 10.1007/s00586-017-5273-6.
4. Ahern DP, McDonnell JM, Riffault M, Evans S, Wagner SC, Vaccaro AR, et al. A meta-analysis of the diagnostic accuracy of Hounsfield units on computed topography relative to dual-energy X-ray absorptiometry for the diagnosis of osteoporosis in the spine surgery

- population. *Spine J.* 2021; 21: 1738-1749. doi: 10.1016/j.spinee.2021.03.008.
5. Imamudeen N, Basheer A, Iqbal AM, Manjila N, Haroon NN, Manjila S. Management of osteoporosis and spinal fractures: contemporary guidelines and evolving paradigms. *Clin Med Res.* 2022; 20: 95-106. doi: 10.3121/cmr.2021.1612.
6. Sardar ZM, Coury JR, Cerpa M, DeWald CJ, Ames CP, Shuhart C, et al. Best practice guidelines for assessment and management of osteoporosis in adult patients undergoing elective spinal reconstruction. *Spine (Phila Pa 1976).* 2022; 47: 128-135. doi: 10.1097/BRS.0000000000004268.
7. Boucas P, Mamdouhi T, Rizzo SE, Megas A. Cement augmentation of pedicle screw instrumentation: a literature review. *Asian Spine J.* 2023; 17: 939-948. doi: 10.31616/asj.2022.0216.
8. Daher M, Kreichati G, Kharrat K, Sebaaly A. Vertebroplasty versus kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: a meta-analysis. *World Neurosurg.* 2023; 171: 65-71. doi: 10.1016/j.wneu.2022.11.123.
9. Cruz A, Ropper AE, Xu DS, Bohl M, Reece EM, Winocour SJ, et al. Failure in lumbar spinal fusion and current management modalities. *Semin Plast Surg.* 2021; 35: 54-62. doi: 10.1055/s-0041-1726102.
10. Kim KT, Song MG, Park YJ, Lee DY, Kim DH. Cortical trajectory screw fixation in lumbar spine surgery: a review of the existing literature. *Asian Spine J.* 2022; 16: 127-140. doi: 10.31616/asj.2020.0575.
11. Wu H, Shan Z, Zhao F, Cheung JPY. Poor bone quality, multilevel surgery, and narrow and tall cages are associated with intraoperative endplate injuries and late-onset cage subsidence in lateral lumbar interbody fusion: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2021; 480: 163-188. doi: 10.1097/CORR.0000000000001915.
12. Pu X, Wang D, Gu S. Advances in Hounsfield units value for predicting cage subsidence on spinal interbody fusion surgery. *Eur Spine J.* 2023; 32: 3149-3157. doi: 10.1007/s00586-023-07805-2.
13. Jiang LM, Tong YX, Jiang JJ, Pi YW, Gong Y, Tan Z, Zhao DX. The vertebral Hounsfield units can quantitatively predict the risk of adjacent vertebral fractures after percutaneous kyphoplasty. *Quant Imaging Med Surg.* 2023; 13: 1036-1047. doi: 10.21037/qims-22-588.
14. So A, Nicolaou S. Spectral computed tomography: fundamental principles and recent developments. *Korean J Radiol.* 2021; 22: 86-96. doi: 10.3348/kjr.2020.0144.
15. Forghani R, De Man B, Gupta R. Dual-energy computed tomography: physical principles, approaches to scanning, usage, and implementation: Part 2. *Neuroimaging Clin N Am.* 2017; 27: 385-400. doi: 10.1016/j.nic.2017.03.003.

Conflicto de intereses: no se declaran conflictos de intereses.