Incremento de la distancia interfacetaria por RM, marcador indirecto de inestabilidad lumbar segmentaria

Increase in facet joint distance on MRI as an indirect marker of segmental lumbar instability

Eduardo Torres-Olivas*, Carla M^a García-Moreno y M^a Barrera-Esparza

Departamento de Resonancia Magnética del Hospital Ángeles Lomas, Ciudad de México, México

RESUMEN

Los pacientes con síntomas lumbares degenerativos se valoran con frecuencia de modo inicial mediante resonancia magnética (RM), en la cual la inestabilidad segmentaria (IS) puede subestimarse. El incremento de la distancia interfacetaria (DIF) ≥ 1.5 mm se ha utilizado como un marcador indirecto de IS; sin embargo, este punto de corte produce muchos falsos positivos. **Objetivo:** Establecer un nuevo punto de corte en el incremento de la DIF que funcione como marcador confiable de IS de L4-L5. **Material y métodos:** Se incluyó a 107 pacientes que contaban con estudios de RM y radiografías dinámicas de columna lumbar (RXD). Se comparó la DIF de L4-L5 con IS en las RXD y se establecieron dos grupos: pacientes con IS ($n = 27$) y pacientes sin IS ($n = 80$); las DIF se analizaron en ambos grupos. La DIF promedio de los pacientes con IS por RXD se propuso como nuevo punto de corte. **Resultados:** El punto de corte de DIF ≥ 2.5 mm mostró una especificidad del 100% para IS, mientras que la DIF < 1.5 mm tiene un valor predictivo negativo del 96.15% para la ausencia de IS. **Conclusiones:** Una DIF ≥ 2.5 mm constituye un marcador indirecto confiable para establecer IS.

Palabras clave: Espondilolistesis. Inestabilidad lumbar. Columna lumbar

Correspondencia:

*Eduardo Torres-Olivas

E-mail: etorres_1509@hotmail.com

Recibido: 15-05-2020

Aceptado: 22-07-2020

DOI: 10.24875/ARM.20000097

2604-2053/© 2020 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permayer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ABSTRACT

Patients with lumbar symptoms often initially undergo through magnetic resonance imaging (MRI), which is a substandard diagnostic method for lumbar segmental instability (SI). The ≥ 1.5 mm cut-off point in the facet joint distance (FJD) previously established, correlates poorly with the presence of L4-L5 SI, giving a high percentage of false positives.

Objective: Establishing a new FJD cut-off point on lumbar MRI, which can be used as a trustworthy indirect marker of L4-L5 SI. **Design:** We studied 107 patients who had undergone lumbar spine MRI studies, as well as lumbar dynamic radiographs (RxDyn). The FJD at L4-L5 on axial T2 images and RxDyn were measured and compared, establishing two groups: Patients with instability ($n = 27$) and patients without instability ($n = 80$). The mean FJD found on patients with RxDyn was established as the new cut-off point.

Results: We found a better positive correlation between the FJD increase and the presence of L4-L5 SI using a cut-off point of ≥ 2.5 mm (sensitivity 37.04%, specificity 100%), compared with the previously established cut-off point of ≥ 1.5 mm (sensitivity 92.59%, specificity 62.50%). **Conclusion:** An increase in FJD of ≥ 2.5 mm in the setting of lumbar degenerative disease constitutes a trustworthy indirect marker SI.

Key words: Spondylolisthesis. Joint Instability. Spine. Lumbosacral

INTRODUCCIÓN

La columna vertebral, en virtud de su naturaleza dinámica, debe cumplir con requerimientos de fuerza, movilidad y estabilidad. Para comprender la biomecánica de la columna vertebral se ha simplificado en “segmentos de movilidad”, constituidos por dos vértebras y el tejido blando que las interconecta. La estabilidad de estos segmentos reside en la capacidad para mantener sus relaciones, de tal modo que se limite su desplazamiento durante la aplicación de fuerzas de carga fisiológicas.

El papel que juegan las articulaciones facetarias, discos intersomáticos, ligamentos y distintos músculos en la estabilidad segmentaria no se comprende por completo hasta la fecha. Sin embargo, el daño traumático o degenerativo de estas estructuras es fundamental en la etiopatogenia de la inestabilidad segmentaria.

En la bipedestación y marcha, las cargas fisiológicas, así como las cargas agregadas, recaen sobre todo en la zona de transición lumbosacra, por lo que el segmento L4-L5 es en particular susceptible en algunos sujetos debido al grado de lordosis lumbar, angulación del sacro y una orientación facetaria más inclinada hacia el plano sagital, lo que le resta estabilidad¹.

La inestabilidad lumbar es un tema controversial y todavía poco comprendido. Se ha intentado definir mediante conceptos radiológicos y clínicos, sin alcanzar consenso. Esto se debe a que la presentación clínica es muy variable y no existe una relación clara entre la presentación de los síntomas y los datos radiológicos de inestabilidad².

La espondilolistesis degenerativa (ELD) se define como el deslizamiento de una vértebra

lumbar como resultado de cambios degenerativos discales y facetarios, siempre y cuando los elementos del arco neural estén intactos.

Kirkaldy-Willis y Farfan describieron una relación entre la inestabilidad lumbar y la espondilolistesis y propusieron tres fases funcionales en la evolución de los cambios degenerativos³: a) fase de disfunción, en la que aparecen cambios anatómicos probablemente reversibles; 2) fase de inestabilidad, con pérdida de la altura discal, laxitud ligamentaria y capsular, así como degeneración facetaria; 3) fase de estabilización, en la cual comienza la formación de osteofitos, disminuye más la altura discal y se establece la hipertrofia facetaria, al fusionar y estabilizar el segmento de movilidad, algunas veces después de que ya ocurrió la espondilolistesis. Por este motivo, la espondilolistesis no indica en todos los casos que persiste la inestabilidad⁴. La localización y grado de espondilolistesis dependen de la causa subyacente, razón por lo cual se ha clasificado de acuerdo con su origen etiológico⁵. La clasificación del origen etiológico según Wiltse puede consultarse en la tabla 1. La espondilolistesis degenerativa (ELD) se define como el deslizamiento de una vértebra lumbar como resultado de cambios degenerativos discales y facetarios, siempre y cuando los elementos del arco neural estén intactos⁶.

Desde el punto de vista radiológico se han utilizado diversos métodos de estudio para intentar documentar movimientos de traslación anormal, como lo describieron Panjabi y White (Fig. 1b), así como detectar datos indirectos de inestabilidad.

Uno de los primeros signos indirectos es la presencia de gas intradiscal por fenómeno de

TABLA 1. Clasificación etiológica de las espondilolistesis

Tipo	Características
I. Displásica o congénita	Traslación secundaria a anomalías del arco neural
II. Ístmica	Traslación secundaria a una lesión de la <i>pars interarticularis</i>
IIa - Lítica	Fractura por estrés, por movimientos de extensión o torsión repetitiva
IIb - Pars elongada	Resultado de múltiples episodios de lesión y regeneración que llevan a una elongación de la <i>pars</i>
IIc - Fractura aguda	Resultado de un episodio traumático único
III. Degenerativa	Resultado de inestabilidad crónica por cambios degenerativos segmentarios
IV. Postraumática	Fractura en un sitio distinto a la <i>pars</i> que lleva al deslizamiento
V. Patológica	Enfermedad local o difusa que compromete la integridad estructural que previene el deslizamiento
VI. Yatrogénica	

vacío, lo que ocurre cuando hay hipermovilidad segmentaria que resulta en distracción del disco que genera presión negativa intradiscal y permite al nitrógeno intersticial tomar forma gaseosa y depositarse dentro del disco degenerado. Por otro lado, la disminución del espacio intervertebral y la esclerosis de plataformas son más indicativas de un proceso de estabilización tardío. Otros hallazgos indirectos como los osteofitos marginales o la prominencia de las apófisis transversas de L5 no han mostrado una relación significativa con la inestabilidad¹.

Las radiografías dinámicas con proyecciones laterales durante maniobras de flexión y extensión son un método con el que es posible observar movimientos de traslación antero-posterior, así como movimientos de rotación

FIGURA 1. A: técnica de medición que propusieron Dupuis, et al.; se trazan las líneas (U) y (L) a lo largo de las corticales posteriores de las vértebras superior e inferior. La línea (I) se traza a lo largo de la plataforma inferior de la vértebra superior. Después se traza una línea (R) paralela a (L) y que pase a través del punto de intersección de (I) y (U). La traslación se define como la distancia entre (L) y (R). Para evitar errores por la magnificación de los rayos X, la traslación es medida como un porcentaje del ancho total de la vértebra (W). **B:** sistema de tres coordenadas que propusieron Panjabi y White, tras identificar los movimientos rotacionales y de traslación en los tres ejes.

sagital, pero no carecen de fallas. Una variación discreta en la colocación del paciente o la dirección del haz de rayos X puede modificar 10% a 15% la magnitud del desplazamiento vertebral. Además, hasta el día de hoy no se ha establecido un método universal para la medición del desplazamiento vertebral⁷. Por esos motivos existe una gran variabilidad interobservador e intraobservador, que depende de la calidad radiográfica y el método de medición. Las técnicas de flexión lateral son complementarias a las proyecciones comunes de flexión y extensión, y no se realizan de forma sistemática.

La técnica de medición más estudiada es la que describieron Dupuis, et al.⁸, como se ilustra en la figura 1a. Aunque no existe un punto de corte estandarizado para inferir inestabilidad lumbar, las medidas más empleadas son

10° de rotación sagital y 4 mm de traslación sagital⁹; sin embargo, tanto Dupuis, et al.⁸ como Yone y Sakou⁹ coinciden en que los puntos de corte establecidos en el estudio de Posner¹⁰ son los que se correlacionan con una selección de pacientes elegibles para fusión lumbar que tendrán mejor pronóstico^{9,10}. Los criterios radiográficos de Posner se muestran en la tabla 2.

La tomografía computarizada es útil para reconocer cambios degenerativos en las plataformas vertebrales, datos de degeneración discal y artrosis facetaria, así como para medir la orientación facetaria con respecto al plano sagital. Pese a ello, no ha demostrado utilidad ni hay criterios establecidos para establecer IS, además de que no es un método de tamizaje adecuado por la alta cantidad de radiación ionizante que emite.

TABLA 2. Criterios de Posner para la inestabilidad segmentaria

Traslación anterior > 8% del ancho total de la vértebra (L1-L5)		
Traslación anterior > 6% del ancho total de la vértebra (L5-S1)		
Traslación posterior > 9% del ancho total de la vértebra (L1-S1)		
Desplazamiento angular (rotación sagital) en flexión > 9° (L1-L5)		
Desplazamiento angular (rotación sagital) en flexión > 1° (L5-S1)		
DIF media (DS)	2.51 mm (0.85)	1.40 mm (0.40)

DIF: distancia interfacetaria; DS: desviación estándar; F: femenino; IS+: grupo con inestabilidad segmentaria; IS-: grupo sin inestabilidad segmentaria; M: masculino.

La RM tiene una excelente resolución espacial, una capacidad única para caracterizar tejidos blandos y la ventaja de no emitir radiación ionizante. No es raro que sea la primera y única modalidad de estudio con la que se aborde a los pacientes, por lo que la identificación de la probabilidad de inestabilidad por RM puede influir de forma significativa en las decisiones clínicas y terapéuticas¹¹.

Diversos estudios han intentado correlacionar los hallazgos en RM con la inestabilidad lumbar. Los cambios detectados por RM en las plataformas vertebrales que describió Modic¹² han sido motivo de controversia acerca de su significado clínico o su probable correlación con la inestabilidad lumbar, sin alcanzar resultados satisfactorios¹³. También se ha intentado establecer una relación entre la inestabilidad radiográfica y los cambios degenerativos discales por RM sin correlación significativa¹⁴. Bram, et al. encontraron una vinculación significativa entre los desgarros anulares y la inestabilidad lumbar radiográfica¹³; sin embargo, el hallazgo de desgarros del anillo fibroso posterior en imágenes T2 sagitales de la columna lumbar es un signo muy común en pacientes asintomáticos, por

lo que no es posible considerarlo un indicador confiable¹⁵.

Algunos estudios han encontrado un nexo entre el incremento de la DIF y la inestabilidad lumbar. Chaput, et al.¹⁶ postularon que un aumento de la DIF ≥ 1.5 mm es indicativo de inestabilidad lumbar, aun cuando no haya evidencia de espondilolistesis en las imágenes sagitales de RM. Con posterioridad, Cate-rini, et al.¹⁷ replicaron resultados similares.

Utilizar un punto de corte de incremento de la DIF ≥ 1.5 mm resulta en el sobrediagnóstico de inestabilidad segmentaria lumbar, ya que produce una gran cantidad de falsos positivos (Fig. 2). Este estudio propone establecer un nuevo punto de corte más específico, que pueda utilizarse en forma sistemática como marcador indirecto confiable de inestabilidad lumbar en estudios de RM.

MATERIAL Y MÉTODOS

Es un estudio retrospectivo de tipo observacional en el que se incluyó a pacientes con lumbalgia que contaban con estudios de resonancia magnética y radiografías dinámicas de columna lumbar obtenidas en este centro entre el 1 de enero de 2017 y el 30 de noviembre de 2019. Se excluyó a pacientes con estudios radiográficos y de RM obtenidos con más de un año de diferencia entre sí; también se excluyó a pacientes con antecedentes quirúrgicos o traumáticos de columna lumbar, lesiones neoplásicas y datos de inestabilidad lumbar en más de un segmento. No se consideraron los casos con ausencia de información clínica o sin motivo de envío, así como estudios con baja calidad de imagen.

FIGURA 2. Ejemplo de un falso positivo que utilizó un punto de corte de 1.5 mm de DIF. Se observa un discreto incremento de 1.7 mm en la distancia interfacetaria derecha del segmento L4-L5. No se identifican datos de espondilolistesis en las imágenes sagitales ponderadas a T2 y tras la realización de radiografías dinámicas no se reconocen datos de inestabilidad segmentaria a este nivel.

FIGURA 3. Se observa un incremento de la distancia interfacetaria de 3.0 mm a nivel del segmento L4-L5, hallazgo indicativo de inestabilidad lumbar segmentaria, aunque no se observan espondilolistesis en las imágenes sagitales T2. La inestabilidad segmentaria se corrobora en las radiografías dinámicas en flexión.

Después de obtener la aprobación del comité de ética e investigación de la institución se analizaron los estudios de un total de 107 pacientes. A partir de esta muestra se identificaron los casos que cumplieran con los criterios establecidos por Posner para inestabilidad segmentaria L4-L5 en las radiografías dinámicas y se establecieron dos grupos de enfermos: pacientes con inestabilidad lumbar segmentaria (IS+; n = 27) y pacientes sin

TABLA 3. Análisis demográfico y estadístico descriptivo

	IS +	IS -
Número de pacientes:	27	80
Edad promedio (DS):	62 (12.8)	46 (13)
Sexo F:M (%F:%M)	16:11 (59%:41%)	41:39(51%:49%)
DIF máxima	4.21	2.19
DIF media (DS)		

DIF: distancia interfacetaria; DS: desviación estándar; F: femenino; IS+: grupo con inestabilidad segmentaria; IS-: grupo sin inestabilidad segmentaria; M: masculino.

FIGURA 4. **A:** imagen de RM ponderada en T2 que muestra incremento de la amplitud del espacio interfaccetario izquierdo de L4-L5. Existe una fisura anular adjunta (punto de mira). **B:** durante la maniobra de flexión se observa movimiento de traslación anterior de L4 sobre L5, con un desplazamiento de 4.8 mm, es decir, un 10.3% del ancho total de la vértebra (W). **C:** imagen de RM ponderada en T2 en el plano sagital, en la cual la traslación anterior es mínima comparada con la observada durante las maniobras dinámicas y puede pasar inadvertida, aunque se insinúa anterolistesis L4-L5.

FIGURA 5. Porcentaje pacientes con inestabilidad segmentaria de acuerdo con la distancia interfaccetaria.

inestabilidad lumbar segmentaria (IS-; $n = 80$) (Tabla 3). Con posterioridad se analizaron las imágenes de resonancia magnética y se cuantificó la DIF a nivel del segmento L4-L5 como se ilustra en las figuras 3 y 4. Se empleó el método de χ^2 para la correlación estadística entre las dos

variables y se realizó un ajuste polinomial de cuarto orden para obtener la ecuación de la curva observada en la figura 5. También se determinó el coeficiente de correlación de Pearson (R^2) para encontrar la relación lineal entre las dos variables.

FIGURA 6. Grafica que demuestra la cantidad de FP, VP, FN y VN, así como los valores de sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivos y negativos, observados para un punto de corte de 1.5 mm. FN: falsos negativos; FP: falsos positivos; VN: verdaderos negativos; VP: verdaderos positivos.

Se observó que el 100% de los pacientes con una DIF ≥ 2.5 mm mostró datos de inestabilidad segmentaria L4-L5 en las radiografías dinámicas (Fig. 2 y 3), por lo cual se decidió utilizar el incremento en la DIF ≥ 2.5 mm como nuevo punto de corte. Se obtuvieron valores de sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivo y negativo para ambos puntos de corte (≥ 1.5 mm y ≥ 2.5 mm) como se demuestra en las figuras 6 y 7.

RESULTADOS

Un total de 27 pacientes mostró datos de inestabilidad lumbar segmentaria a nivel de L4-L5; de éstos, el 100% tuvo una DIF ≥ 2.5 mm. Más del 95% de los pacientes sin datos radiográficos de IS tienen una DIF < 2.5 mm. Mediante una

DIF ≥ 2.5 mm se identificó una sensibilidad del 37.04%, especificidad del 100%, valor predictivo positivo del 100% y valor predictivo negativo del 82.47% (Fig. 7). En comparación, un punto de corte de DIF ≥ 1.5 mm (Fig. 6) tuvo una sensibilidad del 92.59%, especificidad del 62.50%, valor predictivo positivo del 45.45% y valor predictivo negativo del 96.15%.

DISCUSIÓN

Aunque Chaput, et al.¹⁶ establecieron un punto de corte ≥ 1.5 mm de DIF como marcador indirecto de IS, en la experiencia de los autores este punto de corte produce una sobreestimación de datos de inestabilidad lumbar segmentaria en pacientes con enfermedad degenerativa (Fig. 6). Se identificó una mejor

FIGURA 7. Grafica que demuestra la cantidad de FP, VP, FN y VN, así como los valores de sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivos y negativos, observados para un punto de corte de 2.5 mm. FN: falsos negativos; FP: falsos positivos; VN: verdaderos negativos; VP: verdaderos positivos.

correlación del incremento de la DIF con la IS mediante el nuevo punto de corte de ≥ 2.5 mm, con una sensibilidad baja, si bien con una especificidad del 100%, un valor predictivo positivo del 100% y un valor predictivo negativo del 82% (Fig. 7), que permiten sugerir con mayor confianza la presencia de inestabilidad.

La baja sensibilidad es previsible con un umbral tan elevado que incrementa la tasa de falsos negativos; no obstante, si se toman en cuenta ambos puntos de corte es posible utilizar un valor de $DIF \leq 1.5$ mm para establecer baja probabilidad de IS (VPN = 96.15%) y una $DIF \geq 2.5$ mm para determinar una probabilidad alta de IS (VPP = 100%).

Debe mencionarse que en este estudio sólo se tomó en cuenta el segmento L4-L5 por ser el afectado más a menudo en la enfermedad degenerativa, pese a lo cual se necesitan más estudios que incluyan otros segmentos. En un futuro resultaría útil analizar la relación entre la detección de inestabilidad en estudios de resonancia magnética que usen la $DIF \geq 2.5$ mm como marcador indirecto y su influencia sobre el tratamiento, evolución y pronóstico de los pacientes con enfermedad lumbar degenerativa.

CONCLUSIÓN

Una $DIF \geq 2.5$ mm es un marcador indirecto muy específico para establecer la presencia de datos de IS L4-L5, por lo que los autores

sugieren que, si se identifica en estudios de RM, la sospecha de IS debe incluirse en el informe radiológico; esto proporcionaría mejores decisiones terapéuticas para el clínico. Una DIF < 1.5 mm tiene aún utilidad para determinar una baja probabilidad de hallar signos de IS. En cuanto a los pacientes que muestran una DIF en el intervalo intermedio de 1.5 a 2.5 mm, es recomendable sugerir el estudio radiográfico dinámico.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a las autoridades institucionales y directivos, al Comité de Ética e Investigación y al personal técnico y administrativo del departamento de Resonancia Magnética del Hospital Ángeles Lomas por su dedicación, profesionalismo y compromiso con la ciencia y la mejora continua de la atención integral para la salud.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kalichman L, Hunter DJ. Degenerative lumbar spondylolisthesis: anatomy, biomechanics and risk factors. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2008;21(1):1-12.
2. Leone A, Guglielmi G, Cassar-Pullicino VN, Bonomo L. Lumbar intervertebral instability. 2007;245(1).
3. Kirkaldy-Willis WH, Farfan HF. Instability of the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;165:110-23.
4. Tamrakar BB, Tandra N, Yonghui H, Dapeng L, Jifu S. Radiological evaluation of lumbar instability. 2014;13(4):83-87.
5. Wiltse LL. Classification, terminology and measurements in spondylolisthesis. 1981.
6. Schuller S, Charles YP, Steib JP. Sagittal spinopelvic alignment and body mass index in patients with degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J.* 2011;20(5):713-9.
7. Nizard RS, Wybier M, Laredo JD. Radiologic assessment of lumbar intervertebral instability and degenerative spondylolisthesis. *Radiol Clin North Am.* 2001;39(1).
8. Dupuis PR, Yong-Hing K, Cassidy JD, Kirkaldy-Willis WH. Radiologic diagnosis of degenerative lumbar spinal instability. *Spine.* 1985;10(3):262-76.
9. Hanley EN. The indications for lumbar spinal fusion with and without instrumentation. *Spine (Phila. Pa 1976).* 1995;20(24 Suppl):1435-1535.
10. Yone K, Sakou T. Usefulness of Posner's definition of spinal instability for selection of surgical treatment for lumbar spinal stenosis. *J. Spinal Disord.* 1999;12(1):40-4.
11. Posner A., White A, Edwards WT, Hayes WC. A biomechanical analysis of the clinical stability of the lumbar and lumbosacral spine. *Spine (Phila. Pa. 1976).* 1982;7(4):374-89.
12. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology.* 1988;166(1):193-199.
13. Brami J. MR abnormalities of the intervertebral disks and adjacent bone marrow as predictors of segmental instability of the lumbar spine. 1998;39:18-23.
14. Murata M, Morio Y, Kuranobu K. Lumbar disc degeneration and segmental instability: a comparison of magnetic resonance images and plain radiographs of patients with low back pain. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 1994;113(6):297-301.
15. Carragee EJ, Paragioudakis SJ, Khurana S. 2000 Volvo award winner in clinical studies: lumbar high-intensity zone and discography in subjects without low back problems. *Spine (Phila. Pa. 1976).* 2000;25(23):2987-92.
16. Chaput C, Padon D, Lenehan E, Rush J, Rahm M. Increased fluid signal on mri in lumbar facets in relationship to degenerative spondylolisthesis. *Spine J.* 2007;7(5):355-365.
17. Caterini R, Mancini F, Bisicchia S, Maglione P, Farsetti P. The correlation between exaggerated fluid in lumbar facet joints and degenerative spondylolisthesis: prospective study of 52 patients. 2011:87-91.