

Artículo original

doi: 10.35366/113070

Factores clínicos y radiográficos asociados a la severidad de infiltración grasa paraespinal en pacientes con enfermedad lumbar degenerativa

*Clinical and radiographic factors associated with the severity of paraspinal fatty infiltration in patients with degenerative low back disease*Ruiz-Treviño AS,* Miranda-González A,* García-González OG,*
Martínez-Pérez R,* González Ramírez JG,* Hernández Sepúlveda EU*

Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, Universidad de Guanajuato.

RESUMEN. Introducción: la enfermedad lumbar degenerativa (ELD) es un espectro de cambios patológicos desde la degeneración discal, la hernia discal, la espondilolistesis y el conducto lumbar estrecho. El dolor que se le asocia es multifactorial. Los espasmos musculares son de las causas más frecuentes. La relación que guarda la degeneración muscular y la ELD ya ha sido estudiada en múltiples trabajos, destacando el realizado por Kjaer y colaboradores. **Objetivo:** determinar la prevalencia y severidad de la degeneración grasa en el *multifidus spinae*, y estudiar su relación con variables clínicas y radiográficas. **Material y métodos:** estudio observacional y analítico. Se incluyeron pacientes diagnosticados con: hernia discal, conducto lumbar estrecho o escoliosis degenerativa. Se clasificaron de acuerdo con escala de Kjaer para infiltración grasa paraespinal en alguno de tres grupos. Se analizaron variables clínicas: edad, tabaquismo, obesidad, presencia de dolor tipo axial, temporalidad del dolor, severidad del dolor expresada con escala visual análoga (EVA); y radiográficas: número de segmento enfermos, segmentos involucrados, diagnóstico por imagen y presencia de espondilolistesis. **Resultados:** se incluyeron 56 pacientes con edad promedio de 52.5 años (rango 16 a 80) con predominio del sexo femenino (62.5%). Los diagnósticos fueron lumbalgia inespecífica (1.8%), hernia discal (42.9%), conducto lumbar estrecho (46.4%) y conducto lumbar con deformidad en esco-

ABSTRACT. Introduction: Degenerative lumbar disease (DLE) is a spectrum of pathological changes from disc degeneration, herniated disc, spondylolisthesis and lumbar canal stenosis. The pain associated with it is multifactorial. Muscle cramps are among the most frequent causes. The relationship between muscle degeneration and DLE has already been studied in the past in multiple studies, highlighting the one carried out by Kjaer & cols. **Objective:** to determine the prevalence and severity of fatty degeneration in multifidus spinae, and to study its relationship with clinical and radiographic factors. **Material and methods:** observational and analytical study. Patients diagnosed with: herniated disc, lumbar canal stenosis or degenerative scoliosis were included. They were classified according to the Kjaer scale for paraspinal fatty infiltration in one of three groups. Clinical variables were analyzed: age, smoking, obesity, the presence of axial pain, temporality of pain, severity expressed with a visual analog scale (VAS); and radiographic: number of diseased segments, involved segments, diagnostic imaging and the presence of spondylolisthesis. **Results:** 56 patients with an average age of 52.5 years (16 to 80) with a predominance of females with 62.5% were included. The diagnoses were nonspecific low back pain (1.8%), herniated disc (42.9%), narrow lumbar duct (46.4%) and lumbar duct with degenerative scoliosis deformity (8.9%). The

Nivel de evidencia: IV

* Departamento de Neurociencias. Servicio de Cirugía de Columna. Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, Universidad de Guanajuato. León, Gto., México.

Correspondencia:

Ricardo Martínez-Pérez

E-mail: ortho.surgery.martinez@gmail.com

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

Citar como: Ruiz-Treviño AS, Miranda-González A, García-González OG, Martínez-Pérez R, González RJG, Hernández SEU. Factores clínicos y radiográficos asociados a la severidad de infiltración grasa paraespinal en pacientes con enfermedad lumbar degenerativa. Acta Ortop Mex. 2023; 37(3): 137-142. <https://dx.doi.org/10.35366/113070>



lisis degenerativa (8.9%). La distribución entre los tres grupos descritos por *Kjaer* fue la siguiente: 44.6% fueron clasificados con un puntaje de infiltración grasa de 2. En los grupos 1 y 0, se clasificaron 39.3 y 16.1%, respectivamente. Las variables relacionadas con mayor infiltración grasa fueron: edad > 60 años, diagnósticos de conducto lumbar estrecho y hernia discal; obesidad, espondilolistesis < 2 segmentos vertebrales involucrados. El dolor mecánico y EVA > 8 puntos no se relacionaron con mayor degeneración muscular. **Conclusiones:** la infiltración grasa está presente en todos los pacientes con alguna de las formas de ELD. La mayoría de los pacientes > 60 años con procesos degenerativos avanzados tienen mayor severidad de infiltración. Otras variables relacionadas son: obesidad, espondilolistesis y enfermedad < 2 segmentos vertebrales. No hay relación entre mayor porcentaje de infiltración grasa y dolor axial o puntajes más altos de dolor.

Palabras clave: lumbalgia, infiltración de grasa paraespinal, conducto lumbar estrecho.

distribution among the three groups described by *Kjaer* was as follows: 44.6% were classified with a fat infiltration score of 2. In groups 1 and 0, 39.3% and 16.1% were classified respectively. The variables significantly related to greater fat infiltration were: age > 60 years, diagnoses of lumbar canal stenosis and herniated disc; obesity, spondylolisthesis < 2 vertebral segments involved. Axial pain and VAS > 8 points were not related to greater muscle degeneration. **Conclusions:** fatty infiltration is present in all patients with some of the forms of DLE. Most patients > 60 years of age with advanced degenerative processes have a greater severity of infiltration. Other related variables are: obesity, spondylolisthesis and disease of < 2 vertebral segments. There is no relationship between a higher percentage of fatty infiltration and axial pain or higher VAS scores.

Keywords: lumbago, infiltration of paraspinal fat, narrow lumbar canal.

Abreviaturas:

ELD = enfermedad lumbar degenerativa.
EVA = escala visual análoga.
IMC = índice de masa corporal.
IRM = imagen por resonancia magnética.

Introducción

La enfermedad lumbar degenerativa (ELD) puede comprenderse como un espectro de cambios patológicos que abarcan desde la degeneración discal, la hernia discal, la espondilolistesis y la estenosis espinal lumbar o conducto lumbar estrecho. A lo largo del envejecimiento, al que se suman alteraciones biomecánicas, la columna sufre adaptaciones que fueron descritas por Kirkaldy-Willis & Farfan, se les divide en una secuencia de tres etapas progresivas: una fase de disfunción temporal, la fase de inestabilidad y, por último, una fase de estabilización o anquilosis.¹ Estos cambios en los tejidos muscular esqueléticos se acompañan de dolor. En conjunto, esta entidad condiciona una reducción en la calidad de vida. De acuerdo con el estudio Global Burden of Disease que estudia el impacto económico en relación con los años de incapacidad laboral, condicionó 83 millones de años ajustados a incapacidad tan solo en 2010. Actualmente se estiman en el mundo 266 millones de individuos con enfermedad discal degenerativa y 103 millones con conducto lumbar estrecho diagnosticados al año.² El dolor asociado a la ELD es multifactorial. Algunas fuentes anatómicas conocidas incluyen: los discos intervertebrales, las articulaciones cigapofisarias, el hueso y periostio, los músculos, tendones y ligamentos; así como la raíz nerviosa, el ganglio dorsal, la duramadre y algunos vasos. Se estima que hasta 80% de la población tendrá al menos un episodio de dolor lumbar en su vida,³ del que los es-

pasmos o contracturas musculares son una de las causas más frecuentes. Para un abordaje integral, la comprensión de los cambios que sufre la musculatura paraespinal a lo largo del ciclo de vida y las adaptaciones a las que es sometida contribuye en la determinación de la severidad del proceso degenerativo al momento de la evaluación del paciente y para sugerir las mejores intervenciones médicas y quirúrgicas para el tratamiento de dolor. La relación que guarda la degeneración muscular y la ELD ya ha sido estudiada en múltiples trabajos de entre los que destaca la serie realizada por *Kjaer* y colaboradores en la población danesa. En ella, además de demostrar la asociación entre la degeneración muscular y el dolor de espalda baja en adultos, propuso una metodología simple para el especialista en columna al momento de medir la severidad de la infiltración grasa del multifidus spinae, a través del análisis de la imagen por resonancia magnética (IRM) y la clasificación en tres grupos (*Figura 1*).⁴ Otra serie destacable es la de *Hildebrandt* y asociados quienes determinaron que la severidad de infiltración grasa se relaciona también con disfunción lumbar, principalmente en el rango de movimiento.⁵ La participación de la degeneración muscular ha sido estudiada más recientemente en el segmento espinal cervical, estableciéndose una relación estrecha entre mayor infiltración grasa y puntajes más altos en la escala de discapacidad de *Nurick* y de la Asociación Japonesa de Ortopedia en su versión modificada (mJOA) en pacientes mielopáticos.⁶

Estos cambios no han sido evaluados en la población mexicana, por lo que en este trabajo se propone determinar la prevalencia y la severidad de la degeneración grasa en el *multifidus spinae*, y estudiar la relación que guardan algunos elementos clínicos y radiográficos comúnmente evaluados en el paciente que consulta por ELD.

Evaluación visual del grado de infiltración grasa

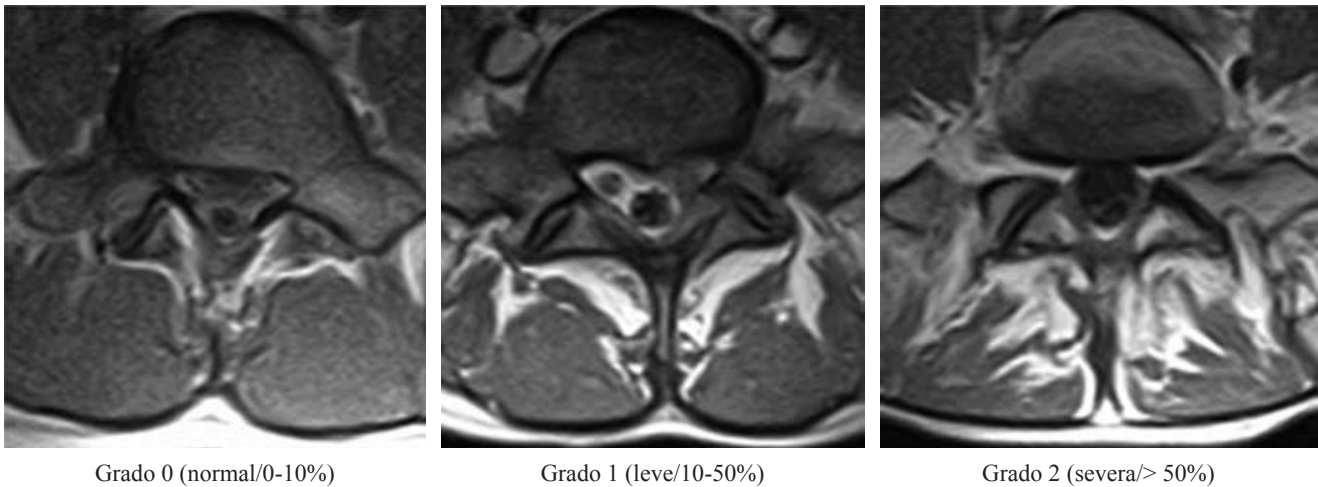


Figura 1: Método visual de evaluación de atrofia paraespinal propuesto por Kjaer y colaboradores.

Material y métodos

Se trata de un estudio observacional y analítico cuyo objetivo es establecer la relación que guarda la presencia de infiltración grasa paraespinal (*multifidus spinae*) con la ELD y determinar si existe una relación significativa entre la presencia de algunos factores clínicos y radiográficos con la severidad de la infiltración grasa en pacientes diagnosticados *de novo* con alguna forma de enfermedad lumbar degenerativa.

Pacientes. Se incluyeron pacientes con alguno de los siguientes diagnósticos de primera vez realizados en nuestro centro: hernia discal, conducto lumbar estrecho o conducto lumbar estrecho con escoliosis degenerativa. Los expedientes fueron capturados de forma prospectiva desde Enero de 2021 en la consulta externa del servicio de cirugía de columna de un hospital de tercer nivel, centro de referencia de siete estados del interior de la república en las zonas Bajío y Occidente. Se excluyeron pacientes que no contaran con imagen por resonancia magnética (IRM) y radiografías dinámicas (lumbosacra en flexión y extensión) en sistema, así como aquellos con una historia clínica incompleta. Todos los pacientes fueron clasificados de acuerdo con la escala visual de *Kjaer* para infiltración grasa paraespinal en alguno de los tres grupos descritos (*Figura 2*). Las variables a evaluar se agruparon en clínicas y radiográficas. En el primer grupo se incluyen: edad, tabaquismo, obesidad, presencia de dolor tipo axial, temporalidad del dolor, severidad expresada con escala visual análoga (EVA). Las variables radiográficas incluidas son: número de segmento enfermos, segmentos involucrados, diagnóstico por imagen y presencia de espondilolistesis.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables ya comentadas; en las cuantitativas se calculó media, mediana y desviación estándar o rangos de acuerdo con la distribución de los datos. En

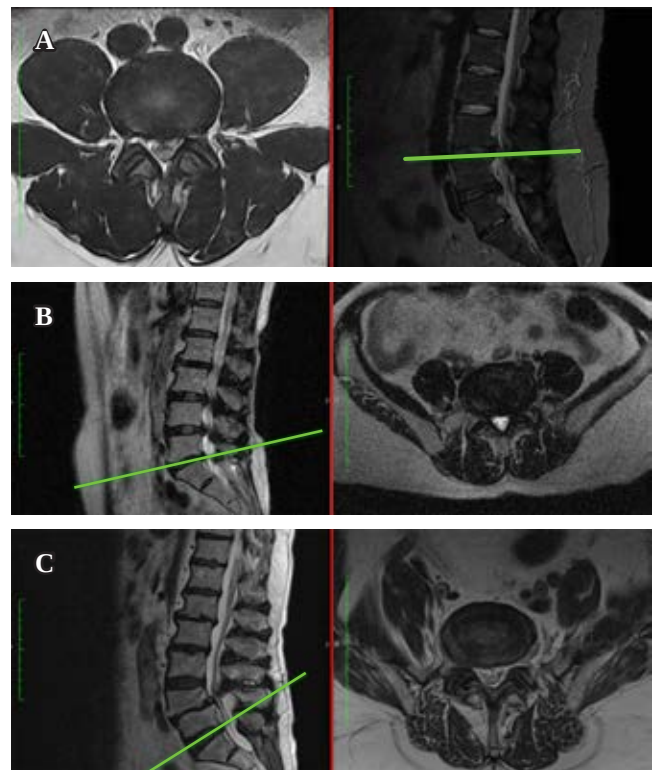


Figura 2: Pacientes incluidos en la serie. A) Kjaer 0. B) Kjaer 1. C) Kjaer 2.

las variables cualitativas se midieron frecuencias absolutas y porcentajes. Se incluyó, además, un análisis estadístico comparativo de los grupos clasificados de acuerdo a la severidad de infiltración grasa según *Kjaer*, y se analizó la relación que guardan la infiltración con la presencia de las variables comentadas, mediante la prueba de χ^2 con apoyo del software IBM SPSS versión 25.0 (Armonk, NY, IBM Corp.).

Resultados

Tras una búsqueda en la base de datos del expediente electrónico del hospital, se incluyeron al análisis un total de 56 pacientes. La edad promedio fue de 52.5 años con rango de 16 a 80 años. De acuerdo a esta jerarquía se agruparon en tres: pacientes menores de 40 años representados por 21.4%; de 40 a 60 años y mayores de 60 años, con 35.7 y 42.9%, respectivamente. Tras la distribución por género, hubo un predominio del sexo femenino con 62.5% (n = 35). Se establecieron cuatro categorías diagnósticas: lumbalgia inespecífica (1.8%, n = 1), hernia discal (42.9%, n = 24), conducto lumbar estrecho (46.4%, n = 26) y conducto lumbar con deformidad en escoliosis degenerativa (8.9%, n = 5). Se identificaron los segmentos lumbares involucrados y el número de segmentos. El segmento más comúnmente involucrado fue L4-S1 (42.9%, n = 24), seguido de L5-S1 (16.1%, n = 9). 53.6% (n = 30) de los pacientes presentaban espondilolistesis en las evaluaciones iniciales. El tiempo de evolución de la sintomatología fue distribuido en categorías periódicas, siendo más prevalente una duración mayor a 12 meses (46.4%, n = 26) seguido por un periodo mayor a cinco años en 32.1% (n = 18). Las características demográficas descritas se encuentran resumidas en la [Tabla 1](#).

Del total de pacientes, la distribución entre los tres grupos descritos por Kjaer fue la siguiente: 44.6% (n = 25) fueron clasificados con un puntaje de infiltración grasa de 2. En

Tabla 1: Perfil demográfico y características clínico-radiológicas de la población estudiada.

Perfil demográfico	n (%)
Sexo	
Femenino	35 (62.5)
Masculino	21 (37.5)
Edad, (años)	
< 40	12 (21.4)
40-60	20 (35.7)
> 60	24 (42.9)
Grupo diagnóstico	
Lumbalgia inespecífica	1 (1.8)
Hernia discal	24 (42.9)
Conducto lumbar estrecho	26 (46.4)
Escoliosis degenerativa	5 (8.9)
Segmentos involucrados	
L4-S1	24 (42.9)
L5-S1	9 (16.1)
L4-L5	7 (12.5)
Otros	16 (16)
Espondilolistesis	
Sí	30 (53.6)
No	26 (46.4)
Temporalidad	
< 3 meses	2 (3.6)
3-12 meses	10 (17.9)
> 12 meses	26 (46.4)
> 5 años	18 (32.1)

Tabla 2: Análisis de variables y asociación con mayor severidad de infiltración grasa.

	0	1	2	p
Sexo				0.313
Femenino	4	13	18	
Masculino	5	9	7	
Grupo etario, (años)				< 0.05
< 40	5	7	0	
40-60	4	11	5	
> 60	0	4	20	
Diagnóstico				< 0.05
Lumbalgia inespecífica	1	0	0	
Hernia discal	7	12	5	
Conducto lumbar estrecho	1	8	17	
Escoliosis degenerativa	0	2	3	
Tabaquismo				0.992
Sí	2	5	6	
No	7	17	19	
Obesidad				< 0.05
Sí	2	6	17	
No	7	16	8	
Temporalidad				0.146
< 3 meses	1	1	0	
3-12 meses	4	4	2	
> 12 meses	3	10	13	
> 5 años	1	7	10	
Número de segmentos				< 0.05
Espondilolistesis				< 0.05
Sí	1	8	21	
No	8	14	4	

los grupos 1 y 0, se clasificaron 39.3% (n = 22) y 16.1% (n = 9), respectivamente.

El análisis de las variables género, grupo etario, grupo diagnóstico, presencia de tabaquismo, obesidad, espondilolistesis y temporalidad del dolor se resume en la [Tabla 2](#).

La mayor parte de los pacientes con un Kjaer 2 se encontraron en el grupo etario de mayores de 60 años. Otra variable significativa fue la del grupo diagnóstico, pues el conducto lumbar estrecho agrupa la mayor parte de pacientes con mayor porcentaje de infiltración grasa. La presencia de obesidad y espondilolistesis como factores independientes se encontraron relacionados a mayor infiltración grasa paraespinal.

El número de segmentos involucrados se relacionó también con los porcentajes de infiltración grasa, la mayor parte de los pacientes Kjaer 2 tenían entre uno y dos segmentos involucrados. Aquellos con tres o más segmentos involucrados representan una minoría en este trabajo.

El género, el tabaquismo y el tiempo de evolución con el dolor, no tuvieron relación estadísticamente significativa en nuestra serie.

La presencia de lumbalgia y un EVA elevado (> 8 puntos), tampoco se relacionaron con una diferencia importante entre los grupos de *Kjaer*, pues en la mayoría de los pacientes que conforman los grupos están presentes en porcentajes similares ([Tabla 3](#)).

Tabla 3: Relación entre la presencia de lumbalgia y severidad estimada con EVA y la severidad de la infiltración grasa.

Análisis de sintomatología con grupo de KJAER				
	0	1	2	P
Lumbalgia*	66.7	81.8	72.0	0.607
EVA (> 8)*	77.7	68.2	69.6	0.622

EVA = escala visual análoga.
* Datos expresados en porcentaje.

Discusión

La sustitución grasa en la masa muscular de pacientes con dolor lumbar crónico ha sido puesta en evidencia a través de análisis histopatológicos en series previas. A partir de la asociación entre dolor crónico y el estado del tejido muscular paraespinal, se ha inferido que la fisioterapia específica de algunos grupos musculares contribuye a la mejoría clínica en estos pacientes.⁴ El multifidus paraespinal desempeña un papel muy importante como estabilizador profundo en la biomecánica de la columna. Para analizar la relación entre el dolor lumbar y la infiltración grasa, es importante definir el momento en la vida del ser humano en el que inician estos cambios. En un estudio longitudinal con duración de 10 años, se dio seguimiento a la musculatura paraespinal de jóvenes entre 20 y 30 años, en el análisis final encontraron que tanto el incremento de edad, como el sexo femenino son factores determinantes y estadísticamente significativos para un mayor porcentaje de infiltración grasa aún en voluntarios sanos.⁷ En la serie realizada por Crawford y colaboradores se estableció que la infiltración grasa en los músculos multifidus y el *erector spinae*, en pacientes sanos entre la segunda y la sexta década de la vida, es independiente de la edad; sin embargo, es mayor en mujeres y al analizar por separado los segmentos lumbares, a nivel de L5 fue mayor.⁸ En nuestra serie de pacientes enfermos con dolor lumbar crónico se encontró que a mayor edad, mayor porcentaje de infiltración grasa, lo que está de acuerdo con lo reportado en la literatura, pues la sustitución grasa va de la mano con el envejecimiento, probablemente por su relación con una menor tasa de actividad física y los altos índices de sarcopenia en esta población. De acuerdo con lo reportado en la literatura, estos factores son los más importantes, pues aunque algunas series han buscado establecer una relación entre la duración de la sintomatología, la degeneración discal y un mayor grado de espondilolistesis, no se ha conseguido establecer una asociación con importancia estadística,⁹ esto último es contrastante con lo encontrado en nuestra serie, pues la presencia de espondilolistesis se relacionó significativamente con una categoría mayor de infiltración grasa de acuerdo con la escala de Kjaer. La obesidad, por otro lado, tiene una correlación negativa estadísticamente significativa con la densidad muscular, es decir, a mayor

índice de masa corporal (IMC) menor densidad muscular con mayor sustitución grasa.¹⁰

La constante en los trabajos que analizan esta relación es que la asociación entre dolor lumbar crónico y un mayor porcentaje de infiltración grasa existe y se acompaña de forma variable de los cambios anatomopatológicos que tradicionalmente se le han relacionado a la ELD, como la artrosis facetaria, la presencia de enfermedad discal degenerativa, la hipertrofia del ligamento amarillo, la estenosis espinal, entre otras. En un estudio realizado en pacientes con lumbalgia crónica con edad media en la cuarta década de la vida, se encontró una baja correlación entre el grado de degeneración discal y el porcentaje de atrofia muscular del multifidus.¹¹ Y aunque no se encuentra relación estadística directa con algunas variables, la presencia de infiltración grasa en pacientes con dolor lumbar podría ser un indicador radiológico complementario para el estudio estos pacientes proporcionando información valiosa para establecer metas en la fisioterapia inicial y postoperatoria, pero potencialmente también, como un indicador indirecto de inestabilidad. En esta serie, los pacientes con menor número de niveles involucrados en la patología lumbar se relacionaban con una mayor severidad de infiltración grasa, esto pudiera relacionarse como una mayor sobrecarga biomecánica que termina por degenerar aún más la musculatura paraespinal.

Pero no sólo se ha encontrado relación entre lumbalgia e infiltración grasa paraespinal; en una reciente revisión sistemática, se estableció relación entre atrofia paraespinal con peores resultados clínicos y peor pronóstico funcional en pacientes postoperados;¹² es importante encaminar esfuerzos terapéuticos centrados en el fortalecimiento muscular paraespinal con apoyo de servicios de rehabilitación. Si tomamos en consideración que desde el preoperatorio estos pacientes ya experimentan una modificación sustancial de la densidad muscular, debemos agregar los efectos deletéreos de la cirugía, pues ya sea a través de la disección, la manipulación quirúrgica o la fusión vertebral, se ha evidenciado que los pacientes postoperados de artrodesis lumbar de un nivel desarrollan un todavía mayor porcentaje de infiltración grasa con atrofia del multifidus paraespinal a través de análisis volumétricos.¹³

Un método bien descrito y aceptado en la literatura para la evaluación es el propuesto por Kjaer, descrito previamente. Esta clasificación empleada para determinar la severidad de la infiltración grasa es sencilla y reproducible, por lo que puede ser incluida en la práctica diaria durante la evaluación de una resonancia magnética simple, a diferencia del estudio de sección transversal que depende muchas veces de la disponibilidad de softwares de imagenología y técnicos operadores. Tiene la desventaja de ser dependiente del observador, pero consideramos que por su rápida interpretación y con su constante empleo permitirá al especialista estandarizar sus evaluaciones y habituarse a realizarla rutinariamente.

Es claro que son necesarios estudios con mejores diseños metodológicos y con mayor volumen de pacientes para

establecer con mejores niveles de evidencia la relación entre los factores analizados y la infiltración grasa en nuestra población; queda claro, por otro lado, que el estudio de la biomecánica de la columna involucra también a las estructuras músculo-tendinosas, y que esta valiosa información ofrecida en una imagen por resonancia magnética simple de rutina, no debe ser pasada por alto, ya que podríamos estar ante un elemento diagnóstico con una importancia mayor a la que se considera actualmente.

Conclusiones

La infiltración grasa está presente en mayor o menor medida en todos los pacientes con alguna de las formas de enfermedad lumbar degenerativa. La mayor parte de los pacientes de la tercera edad con procesos degenerativos avanzados tienen mayor severidad de infiltración. Otros factores relacionados son la obesidad, la espondilolistesis y pacientes con enfermedades limitadas a uno o dos segmentos vertebrales sobrecargados. Sin embargo, un mayor porcentaje de infiltración grasa no se relacionó directamente con mayores puntuaciones de dolor ni la presencia de dolor de tipo axial, por lo que por sí solo no es un marcador útil en la evaluación de dolor, como lo es para el pronóstico y estadificación de la degeneración. Proponemos que su evaluación debe ser incluida de forma rutinaria durante la valoración de estos pacientes.

Referencias

1. Kirkaldy-Willis WH, Farfan HF. Instability of the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1982; (165): 110-123.
2. Ravindra VM, Senglaub SS, Rattani A, et al. Degenerative lumbar spine disease: estimating global incidence and worldwide volume. *Global Spine J*. 2018; 8(8): 784-94.
3. Polanco-Armenta AG, Elizalde-Martinez E, Torres-Gonzalez R, Rocha-Garfias A, Sanchez-Prado MG. Epidemiological panorama of orthopedic spine pathology in Mexico. *Coluna*. 2019; 17(2): 120-3.
4. Kjaer P, Bendix T, Sorensen JS, Korsholm L, Leboeuf-Yde C. Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain? *BMC Med*. 2007; 5: 2.
5. Hildebrandt M, Fankhauser G, Meichtry A, Luomajoki H. Correlation between lumbar dysfunction and fat infiltration in lumbar multifidus muscles in patients with low back pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017; 18(1): 12.
6. Cloney M, Smith AC, Coffey T, et al. Fatty infiltration of the cervical multifidus musculature and their clinical correlates in spondylotic myelopathy. *J Clin Neurosci*. 2018; 57: 208-13.
7. Maki T, Oura P, Paananen M, Niinimäki J, Karppinen J, Junno JA. Longitudinal analysis of paraspinal muscle cross-sectional area during early adulthood - a 10-year follow-up MRI study. *Sci Rep*. 2019; 9(1): 19497.
8. Crawford RJ, Filli L, Elliott JM, et al. Age- and level-dependence of fatty infiltration in lumbar paravertebral muscles of healthy volunteers. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2016; 37(4): 742-8.
9. Thakar S, Sivaraju L, Aryan S, Mohan D, Sai Kiran NA, Hegde AS. Lumbar paraspinal muscle morphometry and its correlations with demographic and radiological factors in adult isthmic spondylolisthesis: a retrospective review of 120 surgically managed cases. *J Neurosurg Spine*. 2016; 24(5): 679-85.
10. Kalichman L, Carmeli E, Been E. The association between imaging parameters of the paraspinal muscles, spinal degeneration, and low back pain. *Biomed Res Int*. 2017; 2017: 2562957.
11. Faur C, Patrascu JM, Haragus H, Anglitoiu B. Correlation between multifidus fatty atrophy and lumbar disc degeneration in low back pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019; 20(1): 414.
12. He K, Head J, Mouchtouris N, et al. The implications of paraspinal muscle atrophy in low back pain, thoracolumbar pathology, and clinical outcomes after spine surgery: a review of the literature. *Global Spine J*. 2020; 10(5): 657-66.
13. Cho SM, Kim SH, Ha SK, Kim SD, Lim DJ, Cha J, Kim BJ. Paraspinal muscle changes after single-level posterior lumbar fusion: volumetric analyses and literature review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020; 21(1): 73.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en este trabajo.