

## Correlación entre el grado de infiltración grasa de los músculos paraespinales y el grado de degeneración discal lumbar

### Correlation between the degree of fatty infiltration of the paraspinal muscles and the degree of lumbar disc degeneration

José Alberto Treviño-Peña<sup>1</sup>, Maribel Ríos-Vazquez<sup>2</sup>, Hadassa Yuef Martínez-Padrón<sup>3\*</sup>, Francisco Javier Turrubiates-Hernandez<sup>4</sup>, Kenia Priscila Cervantes-Castillo<sup>5</sup>, Elsa Verónica Herrera-Mayorga<sup>6</sup>

1. Residente de Imagenología, diagnóstica y terapéutica y Licenciatura de médico cirujano de la Facultad de Medicina Matamoros, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
2. Médico Especialista de Imagenología, diagnóstica y terapéutica. Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Victoria, IMSS-Bienestar, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
3. Doctora en Ciencias. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Investigadora en Ciencias Médicas B. Subdirección de Enseñanza e Investigación del Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Victoria, IMSS-Bienestar, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
4. Doctor en Investigación en Medicina Instituto de Investigación en Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG), Unidad de Innovación Social y Emprendimiento sostenible, CUCS, UdeG.
5. Médico pasante de Servicio Social de la Facultad de Medicina Matamoros, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
6. Profesora de Tiempo Completo, Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Mante, Tamaulipas, México.

\*Autor de correspondencia: Hadassa Yuef Martínez-Padrón

[hadassayuo@gmail.com](mailto:hadassayuo@gmail.com) Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Victoria, IMSS-Bienestar Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Libramiento Guadalupe Victoria S/N, Área de Pajaritos, Ciudad Victoria. C.P. 87087, 8341610224

DOI <http://dx.doi.org/10.28960/revmeduas.3122-4342.v16.n1.004>

Recibido 23 de septiembre 2025, aceptado 20 de noviembre 2025

#### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la correlación que existe entre el grado de infiltración grasa de los músculos paraespinales y el grado de degeneración discal lumbar, evaluado por resonancia magnética. **Materiales y métodos:** Estudio retrospectivo, correlacional, transversal y analítico en el Servicio de Imagenología, Diagnóstica y Terapéutica del Hospital Regional de Alta Especialidad de Ciudad Victoria. Se recabaron 101 expedientes de pacientes que se realizaron estudios de resonancia magnética de columna lumbar en el periodo de 2021-2022 y que cumplieron con los criterios de selección. Se obtuvieron los datos antropométricos y sociodemográficos y se realizó la correlación entre las variables de degeneración discal e infiltración grasa de los músculos paraespinales. **Resultados:** Se evaluaron 101 expedientes, de los cuales 30 fueron del sexo masculino que corresponde a un 29.71% y 71 del sexo femenino que corresponde al 70.29%, la edad promedio fue de 53.42 años, con un peso de 77.64 kg, talla de 163 cm y un IMC de 29.15. La clasificación de Goutallier promedio que obtuvieron los pacientes de la muestra fue de 1.76. El disco intervertebral con mayor degeneración fue L5-S1 con una escala de Pfirrmann modificado de 5.07. **Conclusiones:** En el presente estudio se observó una correlación de 0.63 entre la infiltración grasa de los músculos paraespinales y la degeneración discal lumbar.

**Palabras clave:** Músculos paraespinales, degeneración discal, resonancia magnética, grasa.

#### ABSTRACT

**Objective:** To determine the correlation between the degree of fatty infiltration of the paraspinal muscles and the degree of lumbar disc degeneration, assessed by magnetic resonance imaging. **Materials and methods:** A retrospective, correlational, cross-sectional, and analytical study was conducted in the Department of Imaging, Diagnostics, and Therapeutics of the Ciudad Victoria Regional High Specialty Hospital. The records of 101 patients who met the selection criteria who underwent lumbar spine MRI between 2020 and 2021 were collected. Anthropometric and sociodemographic data were obtained, and a correlation was established between disc degeneration variables and fatty infiltration of the paraspinal muscles. **Results:** A total of 101 cases were evaluated, of which 30 were male, corresponding to 29.71%, and 71 were female, corresponding to 70.29%. The average age was 53.42 years, with a weight of 77.64 kg, height of 163 cm, and a BMI of 29.15. The average Goutallier classification obtained by the patients in the sample was 1.76. The intervertebral disc with the greatest degeneration was L5-S1, with a modified Pfirrmann scale of 5.07. **Conclusions:** In the present study, a correlation of 0.63 was observed between fat infiltration of the paraspinal muscles and lumbar disc degeneration.

**Keywords:** Paraspinal muscles, disc degeneration, magnetic resonance imaging, fat.

## Introducción

La lumbalgia se clasifica de manera específica y no específica, según su causa, y como aguda (0-6 semanas), subaguda (6-12 semanas) y crónica (>12 semanas), de acuerdo con la duración de los síntomas. La definición entre específica/no específica y aguda/subaguda/crónica es útil para elegir la estrategia diagnóstica y terapéutica <sup>1</sup>.

La lumbalgia es una afección muy frecuente que afecta a personas de todas las edades, en el 2015 la prevalencia mundial de lumbalgia con limitación de la actividad fue del 7.3%, significa que 540 millones de personas la presentaron en algún momento, dando como resultado a que sea la principal causa a nivel mundial junto con la cervicalgia, en personas de 25 a 64 años <sup>2</sup>. En México se registraron 300,000 consultas por lumbalgia durante el 2017, siendo el principal padecimiento entre la población trabajadora y la segunda de atenciones en la especialidad de traumatología y ortopedia <sup>3</sup>.

Los factores de riesgo se clasifican en modificables y no modificables; entre los modificables se incluyen el sedentarismo, falta de fuerza y resistencia muscular, malos hábitos posturales, el tabaquismo, sobrepeso y enfermedades metabólicas; entre los no modificables comprenden el envejecimiento natural, traumatismos, accidentes previos, trabajo físico pesado o exposición laboral a tareas repetitivas o que involucren vi-

braciones, edad avanzada, patologías congénitas y escoliosis. Todos estos factores tienen en común que pueden producir degeneración discal lumbar en mayor o menor medida <sup>4</sup>.

Los músculos paravertebrales tienen funciones esenciales para la estabilidad de la columna vertebral, actuando como estabilizadores dinámicos que protegen los segmentos lumbares, por lo que, deben ser valorados al momento de evaluar la columna mediante resonancia magnética para determinar su integridad y función, así como su relación con la estabilidad espinal y posibles alteraciones clínicas <sup>5</sup>.

La infiltración grasa del músculo esquelético se ha vinculado a pérdida de la fuerza muscular, resistencia a la insulina y aumento de la mortalidad en personas de la tercera edad <sup>6</sup>. Para la clasificación de la infiltración grasa Goutallier et al. propusieron una escala de 5 grados mediante el uso de tomografía computarizada para evaluar los músculos del manguito rotador <sup>7</sup>. Posteriormente, esta clasificación fue adaptada al uso de la resonancia magnética<sup>8</sup> y se evaluó la confiabilidad de la clasificación, estableciéndose como una escala confiable y conveniente para la evaluación de la infiltración grasa (Cuadro 1) <sup>9</sup>.

Los cambios degenerativos de la columna vertebral se inician en el núcleo pulposo del disco intervertebral, donde la pérdida de proteoglicanos, la deshidratación y la alteración del micro-

ambiente celular afectan la integridad estructural y funcional del disco <sup>10</sup>. Como consecuencia, las funciones normales de los discos se pierden con las lesiones y la degeneración y esto puede producir dolor e inestabilidad <sup>11</sup>.

**CUADRO 1.** Sistema de clasificación de Goutallier para infiltración de los músculos paraespinales.

Grado	Descripción
0	Sin infiltración grasa
1	Presencia de estrías grasas
2	Presencia de grasa evidente pero menor al tejido muscular
3	Igual cantidad de grasa y tejido muscular
4	Mayor cantidad de grasa de tejido muscular

FUENTE: Battaglia P. et al; 2014.

Existen clasificaciones para determinar el grado de degeneración discal lumbar, van en relación con el grado de deshidratación que presentan sus componentes del disco, entre ellas se encuentra la escala de Pfirrmann, la cual es la más utilizada, y asigna ocho grados, los cuales evalúan el disco intervertebral de L1-L2 a L5-S1 mediante resonancia magnética ponderada en T2, siendo el más afectado el último nivel <sup>12</sup>. La interpretación de la escala considera la intensidad de señal del núcleo pulposos, comparándolo con el líquido cefalorraquídeo (LCR) y la grasa presacra (GPS) así como la altura y la diferenciación entre sus componentes, permitiendo clasificar el grado de degeneración discal <sup>13</sup>. Aunque existen estudios que hablan sobre la relación entre la infiltración grasa de los músculos paraespinales y la degeneración discal lumbar, la evidencia disponible aún es limitada, debido

a diferencias metodológicas, tamaños de muestra reducidos o tipo de población que se estudia <sup>14</sup>. Por ello el objetivo de la presente investigación es determinar la correlación que existe entre el grado de infiltración grasa de los músculos paraespinales y el grado de degeneración discal lumbar, evaluado por resonancia magnética. Con esta investigación se busca establecer una correlación objetiva que complemente el diagnóstico por imagen y contribuya a mejorar la identificación de pacientes con riesgo de progresión de enfermedad degenerativa.

### Materiales y métodos

Se realizó un estudio retrospectivo, correlacional, transversal y analítico, se recabaron 101 expedientes de pacientes de ambos sexos, que contaban con estudios de resonancia magnética de columna lumbar en el periodo de 2021-2022 en el Hospital Regional de Alta Especialidad de Ciudad Victoria "Bicentenario 2010". Dentro de los criterios de inclusión fueron expedientes de pacientes de ambos sexos, de edades de 18 a 90 años, expedientes de pacientes con diagnóstico de lumbalgia y expedientes de pacientes que se hayan realizado una resonancia magnética de columna lumbar en el HRAEV, dentro de los criterios de exclusión fueron: expedientes de pacientes con lesiones traumáticas, expedientes de pacientes con antecedente de neoplasias o metástasis óseas, antecedente

de cirugía de columna vertebral y expedientes de pacientes con más de 150 kg de peso.

Los estudios de resonancia magnética fueron realizados con un equipo Siemens modelo Avanto 1.5 Tesla, empleando secuencias potenciadas en T1, T2, Densidad de Protones y T2 Fat-Sat, realizando adquisición de imágenes en planos axial en T1 y T2, sagital en T1, T2, Densidad de Protones y T2 Fat-Sat y coronal solo en T2, con un grosor de corte de 4mm.

Las adquisiciones se obtienen usando de 14 hasta 20 cortes, tiempo de repetición (TR) 3200 ms, con tiempo de eco (TE) 115, campo de visión (FOV) de 280 a 320 mm, espesor de corte de 4.0 mm, distancia entre cortes de 0 mm a 1.0 mm. La evaluación de imágenes y escalas. Dos observadores (radiólogos con experiencia en columna) evaluaron de manera independiente la infiltración grasa con la escala de Goutallier y la degeneración discal con la escala de Pfirrmann modificada. Antes de la lectura, realizaron una calibración sobre 20 RM seleccionadas al azar para homologar criterios.

Se recolectaron los datos antropométricos del expediente de los pacientes que acudieron a realizarse resonancia magnética de columna lumbar, como peso y talla, utilizando báscula marca Seca. A partir de estos datos se calculó el IMC, posteriormente se revisó la interpretación del estudio, la cual fue realizada en el momento del estudio y posteriormente revisada por el médico adscrito en turno.

Software estadístico. El análisis se realizó con SPSS, versión 22 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). Se calcularon medias, desviaciones estándar (DE) e intervalos de confianza del 95% (IC 95%) para variables continuas. La correlación entre Goutallier y Pfirrmann se estimó con Spearman ( $\rho$ ), con IC 95% obtenido por transformación z de Fisher;  $p < 0.05$  se consideró significativo.

## Resultados

Para el presente estudio se incluyeron 101 pacientes que cumplieron con los criterios de selección, 30 de sexo masculino que corresponde al 29.7% y 71 del sexo femenino lo cual corresponde al 70.3%. Las características sociodemográficas y antropométricas de la población se resumen en el cuadro 2. con edad promedio de 53.42 años, un peso de 77.64 kg, talla de 1.63 metros y un IMC de 29.15.

**CUADRO 2.** Variables sociodemográficas y antropométricas de la población en estudio.

Variable	Media	Desviación estándar	IC 95% (Límite inferior – superior)
Edad (años)	53.42	3.25	52.79 – 54.05
Peso (kg)	77.64	2.50	77.15 – 78.13
Talla (m)	1.63	0.02	1.63 – 1.63
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	29.15	1.25	28.91 – 29.39

FUENTE: Elaboración propia

Al analizar la variable de índice de masa corporal se observó que, de acuerdo con la clasificación de la OMS, 22 pacientes se encuentran en

su peso normal (21.35%), 35 pacientes en la categoría de sobrepeso (34.65%), 33 pacientes en la categoría de obesidad grado I (32.67%), 8 pacientes en la categoría de obesidad grado II (7.92%) y 3 pacientes en categoría de obesidad grado III (2.97%). Analizando la variable de comorbilidades 21 pacientes presentaron diabetes mellitus tipo II que corresponde al 20.7%, 27 pacientes con hipertensión arterial que corresponden al 26.73% y 69 pacientes no presentaron comorbilidades de lo cual corresponde 68.31% de la muestra total.

Respecto a la clasificación de grado de degeneración discal lumbar se utilizó la escala de Pfirrmann modificado y se analizaron los discos lumbares de acuerdo a esta, observando 9 pacientes con una clasificación máxima de 8 en al menos uno de sus discos, 21 pacientes con una clasificación de 7, 30 pacientes con una clasificación de 6, 14 pacientes con una clasificación de 5, 12 pacientes con una clasificación de 4, 10 pacientes con una clasificación de 3, 4 pacientes con una clasificación de 2 y ningún paciente con clasificación de 1 (Cuadro 3). Con una clasificación promedio de 5.57, observando mayor degeneración discal en las mujeres con una clasificación de Pfirrmann promedio de 5.73 contra 5.2 en hombres.

Analizando la clasificación de Pfirrmann por nivel observamos que el disco mayormente afectado es L5-S1 con una clasificación promedio

de 5.07, seguido de L4-L5 con 4.55, L3-L4 con 3.89, L2-L3 con 3.52 y L1-L2 con 3.24. (Figura 1). Respecto a la escala de Goutallier, la clasificación promedio que obtuvieron los pacientes de la muestra fue de 1.76, observando una infiltración grasa mayor en la población femenina con una calificación promedio de 1.97 contra 1.26 de la población masculina (Figura 2).

**CUADRO 3.** Clasificación de grado de degeneración discal lumbar según la clasificación de Pfirrmann modificado.

Clasificación Pfirrmann modificado	Pacientes	Intensidad de señal del núcleo y fibras internas del anillo fibroso
1	0	Intensidad de señal uniforme, similar al LCR
2	4	Hiperintenso (>GPS y <LCR)
3	10	Hiperintenso, aunque <GPS
4	12	Medianamente hiperintenso
5	14	Hipointenso
6	31	Hipointenso con pérdida <30>% de altura
7	21	Hipointenso, disminución del 30-60% de altura
8	9	Hipointenso disminución del >60%

FUENTE: Elaboración propia

Analizando los valores promedio según la clasificación de Goutallier y el valor promedio del grado más alto según la escala de Pfirrmann modificada, solo en los pacientes con diabetes mellitus como comorbilidad (21 pacientes), los valores son más altos que en la población general, con un promedio de hasta 2.42 según la

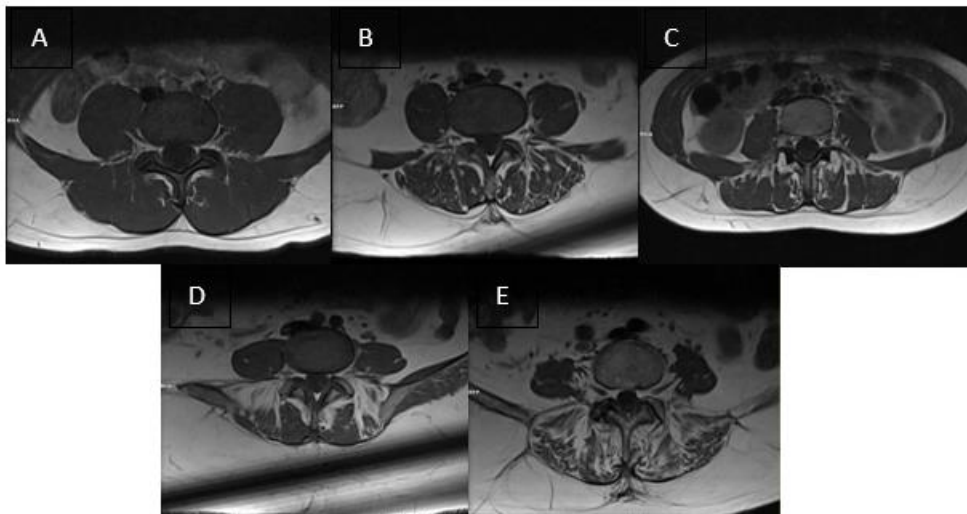
escala de Goutallier y hasta 6.14 según la escala de Pfirrmann. Se encontró una correlación de 0.63 ( $p=0.021$ ) entre la infiltración grasa de

los músculos paraespinales y el grado de degeneración discal lumbar.



**Figura 1.** Imágenes por resonancia magnética magnética potenciada en T2 en adquisición sagital que muestra múltiples discos intervertebrales con disminución de su altura e intensidad de señal, que a nivel L2-L3 y L4-L5 corresponden a la clasificación de Pfirrmann modificado de 8. (Flechas azules). (B) imagen por resonancia magnética potenciada en T2 en adquisición sagital que muestra discos intervertebrales que conservan su altura e intensidad de señal normal. (Flecha blanca).

FUENTE: Imagen de resonancia magnética, elaborada por el servicio de Imagenología, diagnóstica y terapéutica del HRAEV.



**Figura 2.** Imágenes de resonancia magnética potenciadas en T2 en adquisiciones axiales a nivel de disco intervertebral L4-L5, las cuales corresponden a los grados 0 sin infiltración grasa (A), grado 1 presencia de estrías grasas (B), grado 2 presencia de grasa evidente pero menor al tejido muscular (C), grado 3 igual cantidad de grasa y tejido muscular (D) y grado 4 mayor cantidad de grasa que tejido muscular (E), de la escala de Goutallier

FUENTE: Imagen de resonancia magnética, elaborada por el servicio de Imagenología, diagnóstica y terapéutica del HRAEV.

## Discusión

En los resultados de este estudio se observó que el disco intervertebral con mayor degeneración fue L5-S1 con un valor promedio de 5.07 de acuerdo con la escala de Pfirrmann modificada, que concuerda con lo reportado por Pérez *et al.* quienes identificaron una incidencia de degeneración discal lumbar en el nivel L5-S1, con 6.545 veces mayor probabilidad de alcanzar grados 4 o 5 en comparación con nivel L4-L5 <sup>15</sup>.

En el estudio también se detectó que los pacientes con puntuación Pfirrmann máxima de 8 obtuvieron un valor promedio de infiltración grasa de acuerdo con la escala de Goutallier, mayor al resto de los pacientes, el cual fue 3.1, con un promedio de la muestra de 1.7, lo cual, es consistente con lo reportado por Shi *et al.* quienes analizaron la relación entre la degeneración discal lumbar y la infiltración grasa de los músculos paraespinales, encontrando una correlación positiva ya que a mayor grado de degeneración discal según la clasificación de Pfirrmann, mayor fue la infiltración grasa, particularmente en el músculo multífido <sup>14</sup>.

Se obtuvo una correlación de 0.63, la cual es mayor a la encontrada por Dong *et al.* en un estudio realizado en China donde se revisó la correlación entre la degeneración intervertebral discal, la atrofia muscular y degeneración facetaria en pacientes con hernias discales, en dicho estudio se encontró una correlación significativa entre la degeneración discal lumbar y la

atrofia del músculo multífido lumbar (Spearman's rho value = 0.352,  $P < 0.05$ ). Esta diferencia podría deberse a la diferencia en etnia, el tipo de trabajo o de edad de las poblaciones estudiadas <sup>16</sup>.

Se encontró una diferencia en la infiltración grasa de los músculos paraespinales entre la población masculina y femenina. En este estudio, las mujeres presentaron una clasificación de Goutallier promedio de 1.97 a nivel L4-L5, en comparación con un promedio de 1.26 en hombres. Estos hallazgos son similares a lo reportado por Özcan, Ekşi y Akçal, reportaron una mayor infiltración grasa en la población femenina, debido a que las mujeres tuvieron mayores puntuaciones de degeneración del disco intervertebral lumbar en L4-L5 y L5-S1 en total. Los autores concluyeron que la degeneración severa del disco intervertebral estaba asociada con un aumento significativo de la infiltración grasa en los músculos multífidos y erectores espinales <sup>17</sup>, lo que respalda nuestros resultados.

Al analizar sólo a los pacientes que tenían diabetes mellitus como comorbilidad (21 pacientes), se observó una correlación de 0.83, lo cual, aunque no forma parte de los objetivos de este estudio, se debe tomar en cuenta para realizar futuras investigaciones enfocadas a pacientes con esta comorbilidad.

Una limitante del presente estudio fue el uso de una escala semicuantitativa para evaluar la infiltración grasa de los músculos, debido a que la

evaluación se realiza mediante observación y el uso de la escala, sin embargo, existen nuevos métodos cuantitativos como el estudio realizado por Mannil *et al.* donde mediante el uso de un software, reportaron valores exactos de la infiltración grasa utilizando análisis de texturas <sup>18</sup>.

## Conclusión

En el presente estudio se observó una correlación de 0.63 entre la infiltración grasa de los músculos paraespinales y la degeneración discal lumbar. Estos hallazgos resaltan la importancia de evaluar el estado de los músculos paraespinales al considerar el manejo integral de pacientes con lumbalgia ya que la infiltración grasa podría contribuir a la progresión de la degeneración discal. Así mismo, se identificó que pacientes con diabetes mellitus presentaron valores más elevados de infiltración grasa y degeneración discal. Estudios futuros podrían explorar estrategias para mejorar la calidad muscular y su impacto en la progresión de la degeneración.

## Referencias

1. Jess MA, Hamilton S, Ryan C, Wellburn S, Alexanders J, Spence D, et al. Exploring the origin of pain subclassification, with emphasis on low back pain: a scoping review. *JBI Evid Synth.* 2021 Feb;19(2):308-340. doi: 10.11124/JBISRIR-D-19-00383. PMID: 32881730.
2. Hartvigsen J, Hancock M. J, Kongsted A, Louw, Ferreira M. L, Genevay S, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet.* 2018; 391(10137): 2356–2367. DOI:10.1016/S0140-6736(18)30480-X
3. Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). En el IMSS, más de 300 mil consultas por lumbalgia en 2017 [Internet]. Ciudad de México: IMSS; 2018 [citado 2025 ago 26]. Disponible en: <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201810/246>
4. Hoffeld K, Lenz M, Egenolf P, Weber M, Heck V, Eysel P, et al. Patient-related risk factors and lifestyle factors for lumbar degenerative disc disease: a systematic review. *Neurochirurgie.* 2023 Sep;69(5):101482. doi: 10.1016/j.neuchi.2023.101482. Epub 2023 Aug 14. PMID: 37586480.
5. Hwang E, Antony CD, Choi JA, Kim M, Khil EK, Choi I. Evaluating paraspinal back muscles using computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI): reliability analysis and correlation with intervertebral disc pathology. *Investig Magn Reson Imaging.* 2021 Jun;25(2):109-117. doi:10.13104/imri.2021.25.2.109
6. Huang Y, Wang L, Zeng X, Chen J, Zhang Z, Jiang Y, et al. Association of Paraspinal Muscle CSA and PDFFF Measurements With Lumbar Intervertebral Disk Degeneration in Patients With Chronic Low Back Pain. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022 May 26;13:792819. doi: 10.3389/fendo.2022.792819. PMID: 35721738; PMCID: PMC9204273.

7. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(304):78-83. doi:10.1097/00003086-199407000-00014.
8. Yanik B, Keyik B, Conkbayir I. Fatty degeneration of multifidus muscle in patients with chronic low back pain and in asymptomatic volunteers: quantification with chemical shift magnetic resonance imaging. *Skelet Radiol*. 2013;42(6):771-778. doi:10.1007/s00256-012-1545-8.
9. Battaglia PJ, Maeda Y, Welk A, Hough B, Kettner N. Reliability of the Goutallier classification in quantifying muscle fatty degeneration in the lumbar multifidus using magnetic resonance imaging. *J Manipulative Physiol Ther*. 2014;37(3):190-197. doi:10.1016/j.jmpt.2013.12.010.
10. Silagi ES, Schipani E, Shapiro IM, Risbud MV. The role of HIF proteins in maintaining the metabolic health of the intervertebral disc. *Nat Rev Rheumatol*. 2021 Jul;17(7):426-439. doi: 10.1038/s41584-021-00621-2. Epub 2021 Jun 3. PMID: 34083809; PMCID: PMC10019070.
11. Fine N, Lively S, Séguin CA, Perruccio AV, Kapoor M, Rampersaud R. Intervertebral disc degeneration and osteoarthritis: a common molecular disease spectrum. *Nat Rev Rheumatol*. 2023 Mar;19(3):136-152. doi: 10.1038/s41584-022-00888-z. Epub 2023 Jan 26. PMID: 36702892.
12. Roberts S, Gardner C, Jiang Z, Abedi A, Buser Z, Wang JC. Analysis of trends in lumbar disc degeneration using kinematic MRI. *Clin Imaging*. 2021 Nov;79:136-141. doi: 10.1016/j.clinimag.2021.04.028. Epub 2021 Apr 29. PMID: 33940491.
13. Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 Sep 1;26(17):1873-8. doi: 10.1097/00007632-200109010-00011. PMID: 11568697.
14. Shi L, Yan B, Jiao Y, Chen Z, Zheng Y, Lin Y, et al. Correlation between the fatty infiltration of paraspinal muscles and disc degeneration and the underlying mechanism. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022 May 30;23(1):509. doi: 10.1186/s12891-022-05466-8. PMID: 35637476; PMCID: PMC9150320.
15. Pérez-Terrazas JA, Rivas-Toledano DS, Sanchez-Sandoval JA, Valadez-Cabrero GJ, Frias-Hernandez E, Aguilar A, et al. Distribución de la clasificación de Pfirrmann según IMC y edad en una población mexicana. *Acta Ortop Mex [Internet]*. 2024;38(6):370–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35366/118288>
16. Sun D, Liu P, Cheng J, Ma Z, Liu J, Qin T. Correlation between intervertebral disc degeneration, paraspinal muscle atrophy, and lumbar facet joints degeneration in patients with lumbar disc herniation. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017 Apr 20;18(1):167. doi: 10.1186/s12891-017-1522-4. PMID: 28427393; PMCID: PMC5399427.
17. Özcan-Ekşi EE, Ekşi MŞ, Akçal MA. Severe Lumbar Intervertebral Disc Degeneration Is Associated with Modic Changes and Fatty Infiltration in the Paraspinal Muscles at all Lumbar Levels, Except for L1-L2: A Cross-Sectional Analysis of 50 Symptomatic

Women and 50 Age-Matched Symptomatic Men. *World Neurosurg.* 2019 Feb;122:e1069-e1077. doi: 10.1016/j.wneu.2018.10.229. Epub 2018 Nov 9. PMID: 30415054.

18. Mannil M, Burgstaller JM, Thanabalasingam A, Winklhofer S, Betz M, Held U, et al. Texture analysis of paraspinal musculature in MRI of the lumbar spine: analysis of the lumbar stenosis outcome study (LSOS) data. *Skeletal Radiol.* 2018 Jul;47(7):947-954. doi: 10.1007/s00256-018-2919-3. Epub 2018 Mar 1. PMID: 29497775.