

# Atrofia asimétrica de los músculos paraespinales en pacientes sometidos a neurotomía por radiofrecuencia unilateral de rama medial lumbar

## Asymmetrical atrophy of the paraspinal muscles in patients undergoing unilateral lumbar medial branch radiofrequency neurotomy

Publicado originalmente en la Revista Pain 2024; 165(9): 2130-34.

Traducción: Eddy Gutiérrez Rojas

Ali E. Guven<sup>a</sup>, Gisberto Evangelisti<sup>a,b</sup>, Marco D. Burkhard<sup>a</sup>, Paul Köhli<sup>a,c</sup>, Jan Hambrecht<sup>a</sup>, Jiaqi Zhu<sup>d</sup>, Erika Chiapparelli<sup>a</sup>, Michael Kelly<sup>a</sup>, Koki Tsuchiya<sup>a,e</sup>, Krizia Amoroso<sup>a</sup>, Arman Zadeh<sup>a</sup>, Jennifer Shue<sup>a</sup>, Ek Tsoon Tan<sup>f</sup>, Andrew A. Sama<sup>a</sup>, Federico P. Girardi<sup>a</sup>, Frank P. Cammisa<sup>a</sup>, Alexander P. Hughes<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Orthopaedic Surgery, Hospital for Special Surgery, New York, NY, United States, <sup>b</sup> Department of Spine Surgery, IRCCS Istituto Ortopedico Rizzoli, Bologna, Italy, <sup>c</sup> Center for Musculoskeletal Surgery, Charité — Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany, <sup>d</sup> Biostatistics Core, Hospital for Special Surgery, New York City, NY, United States, <sup>e</sup> Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Showa University Hospital, Tokyo, Japan, <sup>f</sup> Department of Radiology and Imaging, Hospital for Special Surgery, New York, NY, United States

\*Corresponding author. Address: Department of Orthopaedic Surgery, Hospital for Special Surgery, 535 East, 70th St, New York, NY 10021, United States. Tel.: (212) 774-2992. E-mail address: hughesa@hss.edu (A. P. Hughes).

Cómo citar: Guven AE, Evangelisti G, Burkhard MD, Köhli P, Hambrecht J, Zhu J, et al. Atrofia asimétrica de los músculos paraespinales en pacientes sometidos a neurotomía por radiofrecuencia unilateral de rama medial lumbar: Publicado originalmente en la Revista Pain 2024; 165(9): 2130-34. Traducción: Eddy Gutiérrez Rojas. NeuroTarget. 2025;19(1):11-17.

Disponible en: <https://neurotarget.com/index.php/nt/article/view/477>

### Resumen

La neurotomía por radiofrecuencia de la rama medial lumbar (NRF), es un tratamiento frecuente para la lumbalgia crónica causada por osteoartritis de la articulación facetaria (OAAF), la cual puede incrementar la atrofia muscular por denervación. Este estudio tiene como objetivo investigar el cambio en la asimetría de la morfología de los músculos paraespinales en pacientes sometidos a NRF unilateral de la rama medial lumbar. La información de los pacientes que fueron sometidos a NRF entre marzo de 2016 y octubre de 2021 se analizó de manera retrospectiva. La estenosis foraminal lumbar (EFL), la osteoartritis de la articulación facetaria (OAAF), la infiltración grasa (IG) y el área de sección transversal funcional (ASTf) de los músculos paraespinales fueron evaluados en RM prequirúrgica y postquirúrgica de mínimo 2 años postintervencionismo. La prueba de los rangos con signo de Wilcoxon comparó las mediciones entre ambos lados. Un total de 51 niveles de 24 pacientes se incluyeron en el análisis, con 102 lados comparados. Las mediciones basales de las RM no difirieron significativamente entre el lado de la NRF y el lado contralateral. El lado de la NRF tuvo un mayor incremento en la IG de los multifidos (14.2% [0.3-7.8] vs 12.0% [2.2 to 6.2], P 5 0.005) y un mayor decrecimiento en el ASTf en multifidos (260.9 mm<sup>2</sup> [2116.0 to 10.8] vs 219.6 mm<sup>2</sup> [280.3 to 44.8], P 5 0.003) comparado con el lado contralateral. El cambio en la IG y el ASTf del músculo erector de la columna no difirió entre los lados. El lado de la NRF tuvo un mayor incremento en la atrofia del musculo multifido comparado con el lado contralateral. La ausencia de asimetría degenerativa pre intervencionismo significativa y la especificidad del efecto en los multifidos sugiere una relación con la NRF. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar los efectos a largo plazo de la NRF de rama medial lumbar en la integridad de los músculos paraespinales.

**Palabras clave:** Dolor de columna, Neurotomía por radiofrecuencia, Rama medial, Multifidos, Articulación facetaria.

### Abstract

Lumbar medial branch radiofrequency neurotomy (RFN), a common treatment for chronic low back pain due to facet joint osteoarthritis (FJOA), may amplify paraspinal muscle atrophy due to denervation. This study aimed to investigate the asymmetry of paraspinal muscle morphology change in patients undergoing unilateral lumbar medial branch RFN. Data from patients who underwent RFN between March 2016 and October 2021 were retrospectively analyzed. Lumbar foramina stenosis (LFS), FJOA, and fatty infiltration (FI) functional cross-sectional area (fCSA) of the paraspinal muscles were assessed on preinterventional and minimum 2-year postinterventional MRI. Wilcoxon signed-rank tests compared measurements between sides. A total of 51 levels of 24 patients were included in the analysis, with 102 sides compared. Baseline MRI measurements did not differ significantly between the RFN side and the contralateral side. The RFN side had a higher increase in multifidus FI (14.2% [0.3-7.8] vs 12.0% [2.2 to 6.2], P 5 0.005) and a higher decrease in multifidus fCSA (260.9 mm<sup>2</sup> [2116.0 to 10.8] vs 219.6 mm<sup>2</sup> [280.3 to 44.8], P 5 0.003) compared with the contralateral side. The change in erector spinae FI and fCSA did not differ between sides. The RFN side had a higher increase in multifidus muscle atrophy compared with the contralateral side. The absence of significant preinterventional degenerative asymmetry and the specificity of the effect to the multifidus muscle suggest a link to RFN. These findings highlight the importance of considering the long-term effects of lumbar medial branch RFN on paraspinal muscle health.

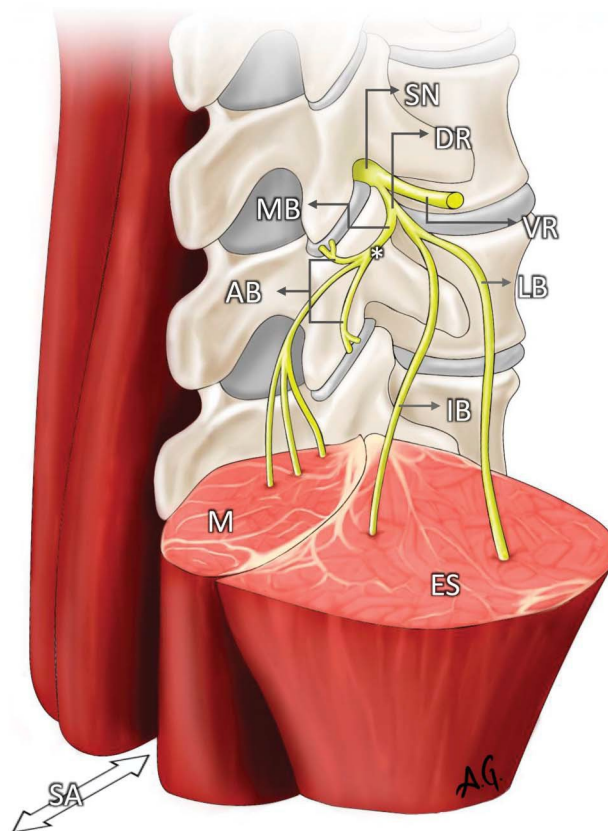
**Keywords:** Back pain, Radiofrequency neurotomy, Medial branch, Multifidus, Facet joint

## Introducción

Las intervenciones facetarias lumbares se cuentan entre los segundos procedimientos más realizados en el manejo del dolor por intervencionismo en los Estados Unidos, mientras que la utilización de la neurotomía por radiofrecuencia de rama medial lumbar (NRF) tuvo un incremento anual de 9,7% entre 2007 y 2016, con un incremento global de 130,6%, y un incremento en el costo asociado.<sup>12,18</sup> La indicación de NRF de la rama medial lumbar es habitualmente en la lumbalgia crónica resistente al tratamiento conservador y causada por osteoartritis de la articulación facetaria (OAAF) confirmada por una respuesta positiva al bloqueo de la articulación facetaria. La neurotomía por radiofrecuencia es habitualmente realizada a través de la inserción percutánea de un electrodo, que induce una lesión térmica a lo largo de la rama medial de la rama dorsal. La ablación de esta rama nerviosa puede brindar alivio del dolor satisfactoriamente ya que contiene fibras aferentes del dolor originadas en la articulación facetaria.<sup>3,22</sup> Sin embargo, como esta rama nerviosa también contiene fibras eferentes que pueden inervar al músculo multifido circundante (Figura 1), el procedimiento causa la denervación del músculo, cómo se evidencia en la actividad alterada en EMG posterior a la NRF.<sup>5,20</sup> Mientras que los reportes de pérdida aguda de la función muscular posterior a la NRF están limitados a un solo caso reportado de caída cefálica posterior a NRF cervical,<sup>21</sup> la disfunción muscular localizada de los multifidos lumbares fue reportada en pacientes que fueron sometidos a NRF.<sup>15</sup> Sin embargo, si esta denervación tiene efectos a largo plazo en la morfología y función muscular, es un tema que está actualmente en discusión.<sup>9</sup> En la literatura, hay un evidente incremento de la evidencia que muestra una correlación positiva entre la atrofia de la musculatura paraespinal lumbar, comprometiendo los músculos multifidos y el erector de la columna, y parámetros degenerativos de la columna tales como artropatía de la articulación facetaria<sup>25</sup> y degeneración discal,<sup>7</sup> indicando un involucramiento de la envoltura muscular en la degeneración del segmento motor espinal.<sup>2,25</sup>

En consecuencia, la pregunta de si los procedimientos de NRF pueden proveer una mejoría sintomática temporal, mientras inadvertidamente aceleran la cascada degenerativa de la columna está justificada y requiere atención en la literatura. Expandir nuestro conocimiento sobre las implicaciones a largo plazo o daño iatrogénico de la rama medial de la rama dorsal también tendrá implicaciones en la cirugía de columna, ya que las técnicas de fijación de tornillos evidencian producir la transección de la rama medial.<sup>14</sup>

En consecuencia, en este estudio se apunta a analizar si los músculos paraespinales sufren degeneración asimétrica en pacientes que reciben NRF unilateral de la rama medial lumbar. Hemos hipotetizado que los músculos multifidos sufrirán mayor atrofia en el lado de la NRF, comparado con el lado contralateral.



**Figura 1.** Inervación compartida del músculo multifido y las articulaciones facetarias por la rama medial de la rama dorsal. Representación ilustrativa de las ramas de la rama dorsal a nivel lumbar, basada en estudios cadavéricos.<sup>1,20</sup> La rama dorsal da origen a la rama medial que inerva las articulaciones facetarias y el músculo multifido y también a las ramas intermedia y lateral que inervan el músculo erector de la columna. \*Sitio de ablación por radiofrecuencia de la rama medial. AB, ramas articulares; DR, rama dorsal; ES, músculo erector de la columna; IB, rama intermedia; LB, rama lateral; M, músculo multifido; MD, rama medial; SA, eje sagital; SN, nervio espinal; VR, rama ventral.

## Materiales y métodos

### Población de pacientes

Este es un análisis de un solo centro, longitudinal retrospectivo. Los pacientes que fueron sometidos a NRF unilateral de la rama medial lumbar desde marzo del 2016 a octubre del 2021, tuvieron RM lumbar entre 6 meses antes y cerca de 2 años después del procedimiento de NRF y no tuvieron historial de cirugía lumbar espinal, siendo consultados desde el sistema médico electrónico de nuestra institución. Se excluyeron pacientes que tenían escoliosis degenerativa de más de 20°, los que fueron sometidos a NRF del lado contralateral antes o durante el periodo de tiempo estudiado, los que no reportaron mejoría de los síntomas de la lumbalgia posterior a la NRF, y aquellos con RM no realizada en nuestra institución. Todos los pacientes se realizaron NRF bajo guía radioscópica. El éxito de la neurotomía por radiofrecuencia se evaluó por mejoría significativa del dolor tal como fue

reportado por los pacientes en el seguimiento.

La información demográfica y del procedimiento obtenida incluye edad, sexo, índice de masa corporal (IMC), duración de la lumbalgia crónica, lado de NRF, niveles lesionados y el número de lesiones repetidas durante el período de tiempo estudiado. La aprobación de la junta de revisión institucional del hospital se obtuvo antes que la encuesta a pacientes y recolección de datos (#2019-2137).

### Evaluación por RM

Todas las RM fueron realizadas en sistemas de RM 1.5 ó 3.0T (GE Healthcare, Chicago, IL) utilizando protocolos de imágenes estandarizados en nuestra institución. La osteoartritis de la articulación facetaria se clasificó en todos los niveles lumbares (L1 a S1) en las RM axiales ponderadas en T2 previas a la NRF, según la clasificación de Weishaupt, que clasifica las articulaciones facetarias de 0 a 3, teniendo en cuenta los cambios degenerativos como el estrechamiento del espacio articular, los osteofitos, la hipertrofia, la esclerosis subarticular y los quistes subcondrales con una concordancia sustancial intraobservador y moderada interobservador.<sup>23</sup>

La estenosis foraminal lumbar (EFL) fue clasificada en RM sagitales ponderadas en T2, previas a la NRF de acuerdo a la clasificación de Lee, que según se informó presentaba una concordancia intraobservador e interobservador casi perfecta.<sup>11</sup> Las clasificaciones fueron realizadas por un investigador médico (A.G.) que no conocía el lado de la NRF. Los músculo erector de la columna y multifidos fueron segmentados bilateralmente en RM ponderadas en T2, utilizando un software específico (ITK SNAP version 3.8.0; www.itksnap.org). Las segmentaciones fueron realizadas en el plano axial medio discal en todos los niveles lumbares, caudal al nivel ablacionado más alto (ej: en un paciente sometido a NRF de raíces L3, L4 y L5, los niveles L4-L5 y L5-S1 fueron segmentados). Esta metodología fue previamente descrita<sup>17</sup> y se corresponde con el patrón de inervación de los músculos multifidos.

Utilizando un método previamente publicado, el área grasa del músculo segmentado fue calculada usando software personalizado (MATLAB version R2019a, The MathWorks, Inc, Natick, MA) el cual utiliza automatización del umbral de intensidad de píxeles y clasifica los píxeles por encima y por debajo del umbral como grasa y músculo respectivamente.<sup>13</sup> La infiltración grasas (IG) fue calculada dividiendo el área grasa entre el área muscular total (ej: área de sección transversal) para cada músculo y se informó en forma de porcentaje. El área de sección transversal funcional (ASTf) fue calculado sustrayendo el área grasa del área de sección transversal y se expresó en mm<sup>2</sup>.

### Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando R-Studio versión 2022.12.0 (Posit Software, Boston, MA). El test de Shapiro-Wilk fue utilizado para evaluar la normalidad de todos los parámetros continuos. Los parámetros con distribución no normal fueron presentados como mediana y rango

intercuartil (RIQ), y los parámetros con distribución normal se informaron como media  $\pm$  desvío estándar. Todos los parámetros de los músculos paraespinales se presentaron como mediana (RIQ), independientemente de la distribución para lograr la comparabilidad. La prueba de los rangos con signo de Wilcoxon se utilizó para comparar las gradaciones y mediciones de la RM entre el lado de la NRF y el lado contralateral. También se utilizó para comparar medidas musculares entre 2 puntos temporales. La significación estadística se definió como  $P < 0.05$  para todos los análisis.

## Resultados

### Demografía y asimetría degenerativa

La consulta permitió identificar a un total de 79 pacientes. De ellos, 31 recibieron RFN en el lado contralateral, de los que se excluyeron 19 pacientes que tenían una escoliosis lumbar superior a 20° de ángulo de Cobb. De los pacientes restantes, 4 no experimentaron mejoría del dolor tras la RFN y 1 tenía una RM realizada en otra institución previa a la RFN. Los datos demográficos de los 24 pacientes restantes se presentan en la Tabla 1. La mediana de tiempo entre la RM pre-intervencionismo y la NRF fue de 1 mes (RIQ: 0-5). La media de tiempo entre NRF y la RM post-intervencionismo fue de  $37,8 \pm 8,4$  meses. La RM pre-intervencionismo y de seguimiento se definieron como puntos temporales 1 y 2 respectivamente. El número total de niveles evaluados, L3-L4, L4-L5 y L5-S1 fue de 5, 22 y 24 respectivamente, correspondientes al total de 51 niveles analizados y 102 lados comparados.

Tabla 1

### Datos demográficos de los pacientes sometidos a neurotomía por radiofrecuencia unilateral de rama medial lumbar.

Variable	(n=24)
Edad	61.7 $\pm$ 12.2
Sexo (femenino/masculino)	12/12
IMC	29.5 $\pm$ 6.5
Duración del dolor (años)	3.0 (2.0-8.5)
Lado de la RFN (derecha/izquierda)	14 (58.3%)/10 (41.7%)
Ramas ablacionadas	
L1	0 (0.0%)
L2	5 (20.8%)
L3	22 (91.7%)
L4	24 (100%)
L5	24 (100%)
S1	1 (4.2%)
No. de ablaciones en período de tiempo	
1	14 (58.3%)
2	6 (25.0%)
3	4 (16.7%)

NRF, neurotomía por radiofrecuencia.

La Tabla 2, lista las OAAF y grados de EFL de todos los niveles lumbares de los lados de NRF y contralaterales. Los grados más altos de OAAF y EFL se observaron a nivel L4-L5 bilateralmente. Los lados de NRF y contralaterales no definieron significativamente en ninguno de los parámetros degenerativos en el punto temporal 1.

#### Cambio en la morfología muscular paraespinal

La Tabla 3 presenta ASTf e IG de los músculos erector de la columna y multifidos en la RM pre-intervencionismo y el cambio en la RM a los 2 años de seguimiento. Las medidas musculares paraespinales basales no difirieron significativamente entre ambos lados.

Tabla 2

#### Asimetría degenerativa basal en pacientes sometidos a neurotomía por radiofrecuencia unilateral.

Variable	Lado NRF (N=51)	Lado contralateral (N=51)	P
<b>Grado de Osteoartritis de Articulación Facetaria</b>			
L1-L2	0 (0-1)	0 (0-1)	0.233
L2-L3	1 (0-1)	1 (0-1)	0.424
L3-L4	1 (0-1.3)	1 (0-1)	0.374
L4-L5	2 (1-2.3)	2 (1-2.3)	0.766
L5-S1	1 (1-2)	1 (1-2)	0.073
Total	5 (4-7)	5.5 (3-7.3)	0.798
<b>Grado de Estenosis Foraminal Lumbar</b>			
L1-L2	0 (0-0)	0 (0-0)	1
L2-L3	0 (0-0)	0 (0-0)	0.773
L3-L4	0 (0-1)	0 (0-1)	0.233
L4-L5	1 (0.8-2)	1 (0.8-2)	0.299
L5-S1	0.5 (0-1)	1 (0-2)	0.067
Total	2.5 (1-4)	3 (2-4)	0.159

NRF, neurotomía por radiofrecuencia.

Tabla 3

#### Cambios radiográficos en las medidas de los músculos paraespinales en pacientes sometidos a neurotomía por radiofrecuencia unilateral.

Medidas de los músculos	NRF (N= 51)	CONT (N=51)	P*
Erector de la columna ASTf (mm <sup>2</sup> )	731.4 (549 a 1017.05)	852.6 (518.4 a 1102.05)	0.539
Cambio	-11.2 (-133.4 a 67.6)	-14.2 (-137.5 a 83.5)	0.663
Erector de la columna IG (%)	40.8 (33.7 a 50.2)	40.6 (32.6 a 48.7)	0.232
Cambio	+3.7 (-1.0 a 6.3)	+2.0 (-3.2 a 5.5)	0.279
Multifidos ASTf (mm <sup>2</sup> )	609.5 (403.5 a 801.9)	619.2 (423.95 a 842.8)	0.133
Cambio	-60.9 (-116.0 a 10.8)	-19.6 (-80.3 a 44.8)	0.003†
Multifidos IG (%)	50.9 (39.5 a 60.1)	47.9 (36.6 a 58.2)	0.085
Cambio	+4.2 (0.3 a 7.8)	+2.0 (-2.2 a 6.2)	0.005†

\* Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

† Significativo.

CONT, lado contralateral; ASTf, área de sección transversal funcional; IG, infiltración grasa; NRF, lado de la neurotomía por radiofrecuencia.

El cambio en los ASTf e IG del músculo erector de la columna hasta el punto temporal 2 no difirió significativamente entre ambos lados. El lado de la NRF tuvo una caída significativamente mayor en el ASTf de los multifidos de -60,9 mm<sup>2</sup> (RIQ: -116.0 a 10.8), comparada con el lado contralateral con -19,6 mm<sup>2</sup> (RIQ: -80.3 a 44.8) (P=0.003). El lado de la NRF tuvo un mayor incremento en la IG de multifidos de 4.2% (RIQ: 0.3-7.8) comparado con el lado contralateral con 2.0% (RIQ: -2.2 a 6.2) (P=0.005).

Comparada con el lado contralateral en el punto temporal 2, el lado de la NRF tuvo IG significativamente mayor de los multifidos (55.4% [RIQ: 43.2-63.3] vs 50.0% [RIQ: 39.8-58.7], P<0.001) y el músculo erector de la columna (45.1% [RIQ: 36.9-51.5] vs 41.9% [RIQ: 34.7-48.0], P=0.005), así como una menor ASTf de multifidos (527 mm<sup>2</sup> [RIQ: 359.0-709.6] vs 533.1 mm<sup>2</sup> [RIQ: 440.1-768.6], P=0.004). El ASTf del músculo erector de la columna no difirió entre ambos lados en el punto temporal 2 con 765.4 mm<sup>2</sup> (RIQ: 491.75-978.9) y

775.7 mm<sup>2</sup> (RIQ: 549.1-1179.7) en el lado de la NRF y el contralateral, respectivamente.

Las comparaciones entre los puntos temporales 1 y 2 revelaron una significativamente mayor IG multifidos en el punto temporal 2 en ambos lados, el de la NRF (55.4% [RIQ: 43.2-63.3] vs 50.9% [RIQ: 39.5-60.1],  $P < 0.001$ ) y el contralateral 50.0% [RIQ: 39.8-58.7] vs 47.9% [RIQ: 36.6-58.2],  $P = 0.047$ ). Comparado con el punto temporal 1, en el punto temporal 2, el lado de la NRF tuvo un menor ASTf en multifidos (527 mm<sup>2</sup> [RIQ: 359.0-709.6] vs 609.5 mm<sup>2</sup> [RIQ: 403.5-801.9],  $P < 0.001$ ) y una mayor IG en músculo erector de la columna (45.1% [RIQ: 36.9-51.5] vs 40.8% [RIQ: 33.7-50.2],  $P = 0.003$ ). El ASTf del músculo erector de la columna no difirió entre los puntos temporales en el lado de la NRF ( $P = 0.236$ ). No hubo diferencia en el ASTf del lado contralateral en multifidos ( $P = 0.097$ ), ASTf del músculo erector de la columna ( $P = 0.491$ ), o la IG del músculo erector de la columna ( $P = 0.130$ ) entre los dos puntos temporales.

## Discusión

La denervación de los músculos paraespinales posteriores a NRF de la rama medial lumbar fue previamente reportada en la literatura,<sup>20</sup> pero los cambios a largo plazo en la morfología de los músculos paraespinales en pacientes sometidos a este procedimiento no han sido completamente estudiados. Nuestros hallazgos muestran un mayor incremento significativo en la atrofia de multifidos en el lado de la NRF comparado con el lado contralateral con un mayor incremento en la IG y una mayor disminución en el ASTf. Además, ambos lados no difirieron significativamente en el cambio neto de sus parámetros en el músculo erector de la columna, aunque el lado de la NRF tuvo un incremento significativo en la IG del músculo erector de la columna a diferencia del lado contralateral.

El hecho de que el cambio de la diferencia en la atrofia muscular entre ambos lados sea músculo-específica, indica que la causa puede residir en el compromiso de la inervación, dado por el patrón distinto de inervación de los músculos paraespinales. El músculo multifido recibe inervación segmentaria de la rama medial de la rama dorsal, con todos los fascículos del músculo originados en la apófisis espinosa y la lámina de una vértebra, recibiendo inervación exclusivamente del nivel de esa vértebra específica. En contraste, los músculos iliocostal y longísimo, que constituyen el grupo muscular erector de la columna, reciben inervación de la rama lateral e intermedia de la rama dorsal, respectivamente, con esta última formando asas comunicantes plexiformes entre ramas, permitiendo la inervación multi-segmentaria.<sup>1,16</sup> Aunque no hay información en la literatura de si la rama intermedia y la lateral se preservan en la NRF a pesar de su proximidad a la rama medial, ya que la NRF se dirige específicamente a la rama medial, no se espera que el músculo erector de la columna quede denervado por el procedimiento (Figura. 1). Cohen et al. cuestionan esta deducción anatómica en sus guías de consenso para el dolor facetario, señalando que se observan fuertes contracciones del músculo erector de la columna en algunos pacientes durante la prueba motora de NRF y por lo tanto el músculo erector de la columna podría también

ser denervado durante la NRF. Sin embargo, un reciente estudio por electromiografía (EMG) reporta co-contracción del músculo erector de la columna y los multifidos en la prueba motora con electrodos intramusculares,<sup>10</sup> lo que podría explicar la observación de Cohen et al.

Incluso, en caso de denervación segmentaria del músculo erector de la columna, se esperaría que el patrón de inervación multi-segmentaria hiciera que este músculo fuera menos susceptible al compromiso de la inervación segmento-específico, como en el caso de la NRF. Así, la diferencia músculo-específica entre ambos lados hace más probable que la NRF sea la causa de la atrofia observada. Se podría plantear que, ya que todos los pacientes incluidos tuvieron NRF unilateral dirigida predominantemente a síntomas unilaterales, también deberían tener un correlato degenerativo en el lado de la NRF, lo que causaría el dolor y también aceleraría la degeneración muscular.

Esta noción es cuestionada por el hecho de que ninguna de las medidas de los músculos paraespinales ni los parámetros degenerativos (OAAF y EFL) tuvieron una asimetría significativa en la RM pre-intervencionismo. Sin embargo, una relación causal definitiva entre la NRF y la atrofia muscular no puede ser concluida. Nuestros hallazgos cuestionan los resultados de investigaciones previas. En un estudio observacional por Dreyfuss et al.,<sup>43</sup> radiólogos analizaron a ciegas RM post-intervencionismo a largo plazo de 5 pacientes que habían sido sometidos a NRF unilateral. A pesar de la documentación de denervación de músculos multifidos con EMG y observación de atrofia difusa en estos pacientes, los radiólogos no pudieron determinar de manera confiable el lado y el nivel donde la NRF fue realizada. En consecuencia, concluyeron que el impacto de la NRF en la morfología muscular no es fácilmente discernible, trayendo dudas en la significación clínica de la atrofia de multifidos inducida por NRF. Sin embargo, la fuerza de esta conclusión es cuestionable, principalmente debido al pequeño tamaño de la muestra de este estudio y la naturaleza cualitativa del estudio de los músculos. Adicionalmente, la falta de RM preintervencionismo en sus análisis es una limitación importante, ya que impide una comparación exhaustiva de la calidad muscular antes y después de la NRF. En un estudio retrospectivo más reciente, Smuck et al., se estudiaron los cambios en el ASTf de multifidos y otros parámetros degenerativos lumbares como OAAF y degeneración discal en pacientes sometidos a NRF unilateral o bilateral.<sup>17</sup> El ASTf de multifidos fue estudiado usando una metodología cuantitativa utilizando mediciones por umbral de intensidad de píxeles, similar a nuestro método. Ellos clasificaron niveles y lados como afectados y no afectados por la NRF y encontraron un gran incremento significativo de degeneración discal en los niveles afectados por NRF. Sin embargo, a pesar de observar una tendencia hacia una mayor reducción en el ASTf de multifidos en los niveles y lados afectados, esta tendencia no alcanzó significación estadística. La diferencia más pronunciada en los cambios del músculo multifidos entre lado afectado y no afectado en nuestro estudio puede ser atribuida a nuestros criterios de exclusión más estrictos.

Excluimos pacientes con escoliosis de más de 20° de curvatura lumbar, ya que la escoliosis puede causar asimetría muscular

significativa, IG de multífidus particularmente incrementada en el lado cóncavo, que podrían haber interferido con el resultado en el estudio de Smuck et al.<sup>6,24</sup> Además, nuestro estudio también excluyó pacientes sometidos a NRF repetidas en el lado contralateral antes o durante el periodo de tiempo de la realización de imágenes. Es frecuente que las NRF bilaterales se han realizado en etapas de tal manera que la ablación del lado contralateral se realiza en un día separado, usualmente dentro de las 6 semanas de la NRF inicial. Esto es debido a las restricciones de los seguros de salud o las preferencias del proveedor, y este fue el caso en 33,1% de los pacientes sometidos a NRF en los Estados Unidos.<sup>19</sup> De no haber tenido esto en cuenta, se podrían haber causado potencialmente errores de clasificación de los lados en casos de NRF bilaterales. En nuestra opinión, estos criterios de exclusión representan una fortaleza significativa de nuestro estudio y fueron instrumentos útiles al revelar los resultados descritos. Otras fortalezas fueron el uso de análisis estadístico pareado el cual reduce la variación de las muestras, cegamiento del examinador respecto del lado del procedimiento durante la medición y calificación de los parámetros de resonancia magnética, así como la metodología cuantitativa y validada de medición de la IG de los músculos paraespinales y su ASTf.

Algunas limitaciones de nuestro estudio necesitan ser reconocidas. Primero, dado que solo se incluyeron pacientes que tuvieron RM de seguimiento, se pudo haber introducido un sesgo de selección hacia individuos que requirieran evaluación ulterior debido a motivos tales como empeoramiento de los síntomas o progresión degenerativa. Adicionalmente, aunque la clasificación de OAAF demostró tener mejor confiabilidad intra e inter-observador en TC,<sup>23</sup> se llevó a cabo en RM, dado que las imágenes por TC no estuvieron disponibles en esta población de pacientes no operados. Aún más, debido a los criterios de exclusión, el tamaño de la muestra fue pequeño, limitando los métodos estadísticos. Finalmente, es importante destacar que las implicaciones clínicas del incremento observado en la atrofia muscular son desconocidas. A pesar de la creciente evidencia en la literatura que muestra el estrecho vínculo entre la atrofia de multífidus y la degeneración de la columna lumbar y la lumbalgia, aún no está claro si la atrofia muscular actúa como un factor desencadenante de la patología lumbar, potencialmente a través de una estabilidad reducida y una retroalimentación propioceptiva deteriorada. Estas limitaciones resaltan la necesidad de más estudios prospectivos, longitudinales con criterios de inclusión más amplios para validar y expandir nuestros hallazgos.

## Conclusiones

Los pacientes que fueron sometidos a NRF unilateral de la rama medial lumbar, tuvieron un incremento significativamente más alto a largo plazo de IG y disminución en ASTf de los músculos multífidus en el lado de la NRF comparado con el lado contralateral, a pesar de la falta de asimetría degenerativa significativa pre-intervencionismo. Aunque no puede concluirse causalidad directa, los efectos a largo plazo de la NRF de la rama medial lumbar en la integridad de los músculos paraespinales no debería descartarse. Se necesitan mayores estudios con un enfoque

prospectivo para confirmar nuestros resultados y mejorar nuestra comprensión de las implicancias clínicas de estos hallazgos.

## Conflictos de interés

Los autores no declaran ningún conflicto de interés a propósito de materiales o métodos utilizados en este estudio o los hallazgos especificados en este trabajo.

## Bibliografía

1. Bogduk N, Wilson AS, Tynan W. The human lumbar dorsal rami. *J Anat.* 1982;134:383-97.
2. Cheng Z, Li Y, Li M, Huang J, Huang J, Liang Y, et al. Correlation between posterior paraspinal muscle atrophy and lumbar intervertebral disc degeneration in patients with chronic low back pain. *Int Orthop.* 2023;47:793-801.
3. Cohen SP, Bhaskar A, Bhatia A, Buvanendran A, Deer T, Garg S, et al. Consensus practice guidelines on interventions for lumbar facet joint pain from a multispecialty, international working group. *Reg Anesth Pain Med.* 2020;45:424-67.
4. Dreyfuss P, Halbrook B, Pauza K, Joshi A, McLarty J, Bogduk N. Efficacy and validity of radiofrequency neurotomy for chronic lumbar zygapophysial joint pain. *Spine.* 2000;25:1270-7.
5. Dreyfuss P, Stout A, April C, Pollei S, Johnson B, Bogduk N. The significance of multifidus atrophy after successful radiofrequency neurotomy for low back pain. *PM R.* 2009;1:719-22.
6. Duncombe P, Izatt MT, Pivonka P, Claus A, Little JP, Tucker K. Quantifying muscle size asymmetry in adolescent idiopathic scoliosis using three-dimensional magnetic resonance imaging. *Spine.* 2023;48:1717-25.
7. Fujiwara A, Tamai K, Yamato M, An HS, Yoshida H, Saotome K, et al. The relationship between facet joint osteoarthritis and disc degeneration of the lumbar spine: an MRI study. *Eur Spine J.* 1999;8: 396-401.
8. Gellhorn AC, Katz JN, Suri P. Osteoarthritis of the spine: the facet joints. *Nat Rev Rheumatol.* 2013;9:216-24.
9. Gossner J. The lumbar multifidus muscles are affected by medial branch interventions for facet joint syndrome: potential problems and proposal of a pericapsular infiltration technique. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2011;32:E213.
10. Hofste A, Soer R, Salomons E, Peuscher J, Wolff A, van der Hoeven H, et al. Intramuscular EMG versus surface EMG of lumbar multifidus and erector spinae in healthy participants. *Spine.* 2020;45:E1319-25.
11. Lee S, Lee JW, Yeom JS, Kim KJ, Kim HJ, Chung SK, et al. A practical MRI grading system for lumbar foraminal stenosis. *AJR Am J Roentgenol.* 2010;194: 1095-8.
12. Manchikanti L, Hirsch JA, Pampati V, Boswell MV. Utilization of facet joint and sacroiliac joint interventions in medicare population from 2000 to 2014: explosive growth continues. *Curr Pain Headache Rep.* 2016;20:58.

13. Moser M, Adl Amini D, Jones C, Zhu J, Okano I, Oezel L, et al. The predictive value of psoas and paraspinal muscle parameters measured on MRI for severe cage subsidence after standalone lateral lumbar interbody fusion. *Spine J.* 2023;23:42-53.
14. Regev GJ, Lee YP, Taylor WR, Garfin SR, Kim CW. Nerve injury to the posterior rami medial branch during the insertion of pedicle screws. *Spine.* 2009;34:1239-42.
15. Sadeghi S, Bible JE, Cortes DH. Quantifying dysfunction of the lumbar multifidus muscle after radiofrequency neurotomy and fusion surgery: a preliminary study. *J Eng Sci Med Diagn Ther.* 2020;3:041001.
16. Saito T, Steinke H, Miyaki T, Nawa S, Umemoto K, Miyakawa K, et al. Analysis of the posterior ramus of the lumbar spinal nerve: the structure of the posterior ramus of the spinal nerve. *Anesthesiology* 2013;118:88-94.
17. Smuck M, Crisostomo RA, Demirjian R, Fitch DS, Kennedy DJ, Geisser ME. Morphologic changes in the lumbar spine after lumbar medial branch radiofrequency neurotomy: a quantitative radiological study. *Spine J* 2015;15:1415-21.
18. Starr JB, Gold L, McCormick Z, Suri P, Friedly J. Trends in lumbar radiofrequency ablation utilization from 2007 to 2016. *Spine J.* 2019;19: 1019-28.
19. Starr JB, Gold LS, McCormick Z, Suri P, Friedly J. Repeat procedures and prescription opioid use after lumbar medial branch nerve radiofrequency ablation in commercially insured patients. *Spine J.* 2020;20:344-51.
20. Stegemöller EL, Roper J, Hass CJ, Kennedy DJ. Changes in gait kinematics and lower back muscle activity post-radiofrequency denervation of the zygapophysial joint: a case study. *Spine J* 2015;15: e21-7.
21. Stoker GE, Buchowski JM, Kelly MP. Dropped head syndrome after multilevel cervical radiofrequency ablation a case report. *J Spinal Disord Tech.* 2013;26:444-8.
22. Stolzenberg D, Ahn JJ, Kurd M. Lumbar radiofrequency ablation: procedural technique. *Clin Spine Surg.* 2020;33:20-23.
23. Weishaupt D, Zanetti M, Boos N, Hodler J. MR imaging and CT in osteoarthritis of the lumbar facet joints. *Skeletal Radiol.* 1999;28:215-9.
24. Xie D, Zhang J, Ding W, Yang S, Yang D, Ma L, et al. Abnormal change of paravertebral muscle in adult degenerative scoliosis and its association with bony structural parameters. *Eur Spine J.* 2019;28: 1626-37.
25. Yu B, Jiang K, Li X, Zhang J, Liu Z. Correlation of the features of the lumbar multifidus muscle with facet joint osteoarthritis. *Orthopedics.* 2017;40:e793-800.