

Artículo original

doi: 10.35366/109690

## Neuromodulación percutánea utilizando radiofrecuencia pulsada versus crioblación en pacientes con síndrome facetario lumbar

*Percutaneous neuromodulation with pulsating radiofrequency vs cryoablation for the treatment of patients with lumbar facet syndrome*

González-Ramos LF,\* Hermida-Ochoa EH,† Benavides-Rodríguez D,§ Hermida-Ochoa JC¶

Hospital de Ortopedia para Niños «Dr. Germán Díaz Lombardo».

**RESUMEN. Introducción:** el dolor en columna lumbar afecta a un alto porcentaje de la población y presenta un significativo impacto socioeconómico. El síndrome facetario lumbar tiene una prevalencia entre 15-31% con incidencia a lo largo de la vida de hasta 52% en algunas series. Debido al empleo de distintos tipos de tratamiento y diversos criterios de selección de los pacientes, la tasa de éxito varía en la literatura. **Objetivo:** comparar resultados de tratamiento con rizólisis aplicando radiofrecuencia pulsada versus crioblación en pacientes con diagnóstico de síndrome facetario lumbar. **Material y métodos:** de Enero de 2019 a Noviembre de 2019, ocho pacientes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos: el grupo A tratados con radiofrecuencia pulsada y el grupo B tratados con crioblación. Se evaluó el dolor con la escala visual análoga y el índice de discapacidad de dolor lumbar de Oswestry a las cuatro semanas, además de tres y seis meses. **Resultados:** el seguimiento fue de seis meses. De forma inmediata los ocho pacientes (100%) refirieron mejoría de los síntomas y del dolor. De los cuatro pacientes que se encontraban en limitación funcional intensa, uno pasó a estar sin limitación funcional, dos de ellos pasaron a limitación funcional mínima y uno a limitación

**ABSTRACT. Introduction:** lumbar spine pain affects a high percentage of the population and has a significant socioeconomic impact. Lumbar facet syndrome has a prevalence between 15-31% with lifetime incidence of up to 52% in some series. Due to the use of different types of treatment and different patient selection criteria, the success rate varies in the literature. **Objective:** to compare results of treatment with rhizolysis applying pulsed radiofrequency versus cryoablation in patients diagnosed with lumbar facet syndrome. **Material and methods:** from January 2019 to November 2019, eight patients were randomly divided into two groups: group A treated with pulsed radiofrequency and group B treated with cryoablation. Pain was assessed with the visual analogue scale and the Oswestry low back pain disability index at four weeks, in addition to three and six months. **Results:** follow-up was six months. Immediately the eight patients (100%) reported improvement in symptoms and pain. Of the four patients who were in intense functional limitation, one of them became without functional limitation, and two of them went to minimum functional limitation and one to moderate functional limitation at the first month, statistically significant

### Nivel de evidencia: II

\* Residente de la Alta Especialidad en Cirugía de Columna. Facultad Mexicana de Medicina, Universidad La Salle México.

† Director General y Cirujano de Columna.

§ Subdirector y Cirujano de Columna.

¶ Director del Centro de Investigación y Laboratorio de Biomecánica (CILAB).

Hospital de Ortopedia para Niños «Dr. Germán Díaz Lombardo». México.

### Correspondencia:

Luis Francisco González-Ramos

Calle Carmen Núm. 18, Col. Chimalistac, C.P. 01070, Álvaro Obregón, Ciudad de México.

E-mail: dr.lfgr@gmail.com

Recibido: 20-02-2020. Aceptado: 01-11-2022.

**Citar como:** González-Ramos LF, Hermida-Ochoa EH, Benavides-Rodríguez D, Hermida-Ochoa JC. Neuromodulación percutánea utilizando radiofrecuencia pulsada versus crioblación en pacientes con síndrome facetario lumbar. Acta Ortop Mex. 2022; 36(3): 152-158. <https://dx.doi.org/10.35366/109690>



funcional moderada al primer mes; se reportaron diferencias estadísticamente significativas. **Conclusiones:** ambos tratamientos controlan el dolor en el corto plazo; también hay una mejoría de las capacidades físicas. La morbilidad que acompaña a la neurólisis, ya sea radiofrecuencia o crioablación, es muy baja.

**Palabras clave:** rizólisis, radiofrecuencia pulsada, crioablación, síndrome facetario.

differences were reported. **Conclusions:** both treatments control pain in the short term; there is also an improvement in physical abilities. The morbidity accompanying neurolysis either radiofrequency or cryoablation is very low.

**Keywords:** rhizolysis, pulsed radiofrequency, cryoablation, facet syndrome.

## Introducción

El síndrome facetario lumbar se encuentra dentro de las etiologías estructurales de dolor de espalda. Su prevalencia como causa de dolor lumbar está entre 15-31% con incidencia a lo largo de la vida de hasta 52%<sup>1</sup> en algunas series.<sup>2</sup> El síndrome facetario es un conjunto de síntomas que se generan debido a la degeneración de las articulaciones facetarias. Clínicamente cursa con dolor lumbar de características mecánicas<sup>3</sup> que aumenta con los movimientos de rotación y flexoextensión (en especial en hiperextensión). No es rara su irradiación a nalgas y cara posterior de muslos.<sup>4</sup> El comienzo y el curso suelen ser insidiosos, aunque muchos<sup>5</sup> pacientes lo refieren a raíz de un esfuerzo brusco.<sup>6</sup>

En los años 70, Rees y colaboradores realizaron las primeras rizólisis con éxito de articulaciones facetarias cervicales y lumbares.<sup>7</sup>

Shealy en 1975<sup>8</sup> usó por primera vez la radiofrecuencia convencional o térmica (RFC) para tratar el dolor, que consiste en la aplicación de una onda<sup>9</sup> de alta frecuencia (500 kHz) que logra un aumento de la temperatura local por vibración de las partículas circundantes a la punta activa, alcanzando así temperaturas del rango 80-90 °C. Sluijter en 1998<sup>6</sup> usó por primera vez el modo de radiofrecuencia pulsada (RFP), que consiste en la aplicación de dicha<sup>10</sup> onda de radiofrecuencia en forma de pulsos, es decir, se intercalan períodos de tratamiento (período activo de 20 ms) con períodos silentes (480 ms) que permiten<sup>11</sup> así la disipación del calor. De este modo, la RFP no produce lesión térmica destructiva (no supera 42 °C aproximadamente). Así, desde los primeros estudios se señalaba que lo que originaría el efecto analgésico en la RFP sería el campo eléctrico<sup>12</sup> emitido en la punta de la aguja y que cumpliría una función neuromoduladora en la transmisión del estímulo doloroso, catalogando a esta técnica como *non destructive*.<sup>13</sup> Todo esto ha facilitado que el uso de la RFP en nervios periféricos y ganglio<sup>14</sup> dorsal de raíces raquídeas se haya extendido con gran facilidad y se haya introducido en los protocolos de actuación de nuestra especialidad.

Por otro lado,<sup>15</sup> el principio básico de la crioterapia (criolesión) es la localización precisa del nervio afectado bajo examen visual con estimulación eléctrica. Esto es seguido de uno a dos minutos de congelación a aproximadamente -60 °C.<sup>6</sup> La congelación provoca axonotmesis<sup>16</sup> en el nervio

tratado, manteniendo intactos los envoltorios conectivos, lo que permite su regeneración. La crioterapia no pone en riesgo los nervios responsables<sup>17</sup> de la actividad motora y la sensibilidad.

Se realizó<sup>18</sup> un estudio comparativo entre la radiofrecuencia pulsada percutánea y la técnica de crioablación para rizólisis; se midió el tiempo transoperatorio, el dolor postoperatorio y los resultados funcionales.

## Material y métodos

Se realizó un estudio descriptivo, transversal y unicéntrico en el Servicio de Cirugía de Columna de el Hospital de Ortopedia «Dr. Germán Díaz Lombardo» durante el período de Enero de 2019 a Noviembre de 2019.

Se estudiaron ocho pacientes en total con diagnóstico de síndrome facetario lumbar, cinco (62.5%) fueron mujeres y tres (37.5%) hombres.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes de 18 a 80 años sin distinción de sexo, con diagnóstico de síndrome facetario lumbar.

Los criterios de exclusión fueron: pacientes con compromiso neurológico o pacientes con enfermedades neuromusculares.

Se obtuvieron datos personales del paciente como nombre completo, número de expediente, edad, sexo, dirección, teléfono, antecedentes personales patológicos y alergias conocidas.

En cuanto a la presencia de antecedentes personales patológicos, tres de ellos negaron cualquier antecedente, cuatro refirieron hipertensión arterial sistémica en conjunto con diabetes mellitus tipo II y uno refirió hipertensión arterial sistémica aislada.

Los pacientes con antecedente de DM2 refirieron tener menos de cinco años con la patología, se les solicitó hemoglobina glicosilada teniendo un nivel de HbA1c normal (menor de 5.7%), por lo cual se descartó neuropatía diabética.

Para el diagnóstico de síndrome facetario se utilizaron los criterios de Mooney (*Tabla 1*).

Los pacientes se dividieron aleatoriamente en dos grupos: el grupo A fue de cuatro pacientes tratados con radiofrecuencia pulsada percutánea y el grupo B fue de cuatro pacientes tratados con crioablación.

Se evaluó el tiempo quirúrgico, el dolor postoperatorio con la escala visual análoga así como el índice de disca-

cidad de dolor lumbar de Oswestry prequirúrgico, al primer mes, a los tres y seis meses postquirúrgicos.

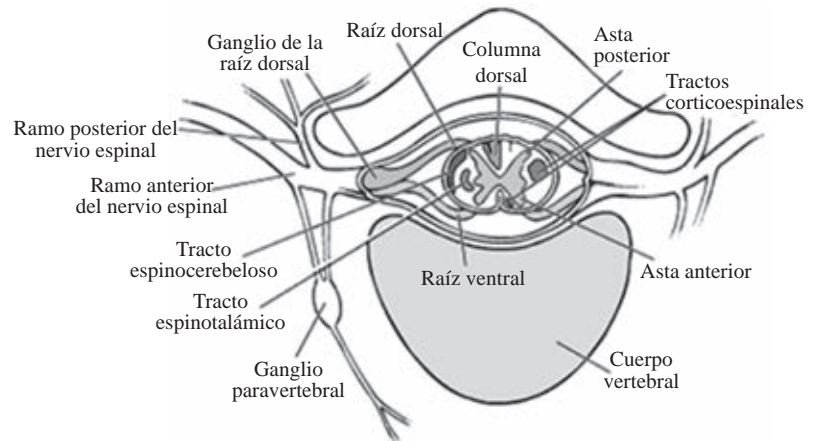
**Técnica de rizólisis por radiofrecuencia pulsada.** Los pacientes tuvieron acceso intravenoso y monitoreo electrocardiográfico (ECG) durante todo el procedimiento. Se colocó al paciente en decúbito ventral con protección de

puntos de apoyo para dejar libre el abdomen con una adecuada alineación del paciente en el plano sagital y coronal mediante fluoroscopia previa. Se administró benzodiacepinas vía intravenosa en determinados pacientes. Se realizó antisepsia con iodopovidona y se delimitó el campo quirúrgico tomando las apófisis espinosas como referencia de la línea media, así como la cresta ilíaca como referencia de la apófisis espinosa de L4. Tras colocar el electrodo de toma de tierra y cerrar el circuito (placa pegada en el brazo o en la pierna) se introducen las cánulas (22 G) y se sitúa su extremo en las bases de las apófisis transversas de los niveles planificados, introduciendo posteriormente el electrodo y comprobando su situación correcta mediante fluoroscopia. La «diana» u objetivo es la unión de la apófisis transversa con la apófisis articular superior, ya que es el sitio por el que discurre la rama medial del ramo dorsal del nervio espinal antes de dar sus ramas superior, posterior e inferior (*Figuras 1 y 2*). Antes de comenzar el procedimiento elegimos el preset predefinido de radiofrecuencia pulsada (límite 42°, 120 segundos) y previo a la neuromodulación realizamos una estimulación sensitiva y motora que nos permitirá comprobar que estamos situados en la cercanía del nervio. A continuación, se inicia el procedimiento propiamente dicho. El generador activará los electrodos de forma escalonada cada 30 segundos. En dicho régimen pulsado la temperatura alcanzada produce una desnaturalización de proteínas de membrana que provoca el cese de la transmisión del dolor originado en su territorio de inervación (mediante rizólisis de la rama medial del ramo primario dorsal del nervio espinal). El tratamiento sintomático es temporal. Generalmente su efecto comienza a ser efectivo de una forma clínicamente relevante a partir del quinto al séptimo día.

**Técnica de neurólisis por crioblación.** Los pacientes tuvieron acceso intravenoso y monitoreo ECG durante todo el procedimiento. Se colocaron decúbito prono en la mesa de operaciones. Después de ajustar la unidad de fluoroscopia se realizó la preparación quirúrgica de la piel y se cubrió el campo quirúrgico con sábanas estériles. La anestesia local en los sitios de incisión así como en la trayectoria esperada de la criosonda se realizó con lidocaína al 1%. Utilizamos una unidad criogénica y una criosonda de 2 mm con una punta de trocar. Se realizó una pequeña incisión lateral a la articulación (aproximadamente<sup>19</sup> en la punta de los procesos transversales) y la criosonda se hizo avanzar bajo control de fluoroscopia en el proceso transversal y luego en el ángulo entre el proceso articular superior y el transversal. Después de un posicionamiento preciso de la sonda, se realizó estimulación sensorial (dolor concordante a < 0.5 V) y estimulación motora (multifásicos, pero sin contracciones musculares de las piernas) para confirmar la proximidad al nervio. La punta de la criosonda alcanza una temperatura de -50 °C<sup>20,21</sup> cuando se usa CO<sub>2</sub> de grado médico a los caudales sugeridos. La criodeneriación se realizó durante dos minutos en cada ubicación y después de retirar la sonda, las incisiones se cerraron con puntos simples de nylon 3/0 y

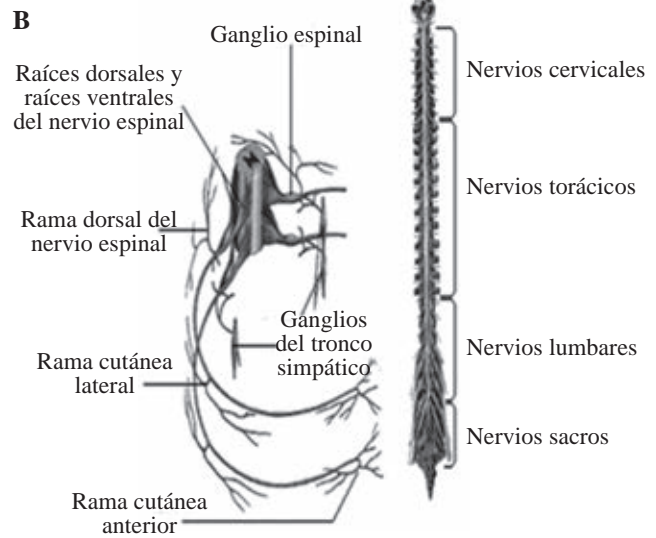
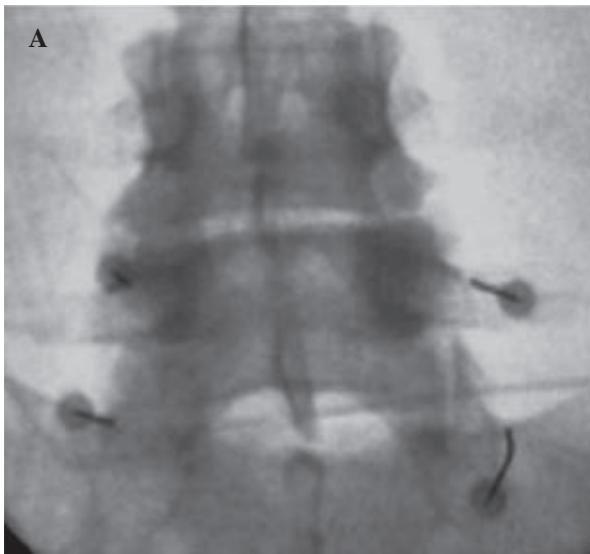
Tabla 1: Criterios de Mooney.

Criterios para el diagnóstico y pronóstico de los SFL	
Factores positivos (dolores)	
Dolor a la extensión	+ 10
Dolor referido	+ 10
Test de bloqueo de Mooney (positivo)	+ 20
Rx: artrosis interapofisarias	
signos de inestabilidad	+ 10
Buena inserción profesional	+ 10
Deseo de seguir programa de readaptación	+ 10
Total	+ 70
Factores negativos	
Obesidad	-10
Poliartralgias	-10
Patología discal	
Listesis	-10
Escoliosis, etc.	
Intervenido por raquis lumbar	-20
Enfermos problemáticos	-20
Total	-70
Valoración sumando lo positivo y restando los puntos negativos, si el resultado es mayor de 50 puntos positivos o más, el pronóstico será muy bueno (MB); si el resultado es de 30 a 50 puntos positivos, el pronóstico es regular; y si la suma es menor de 30 puntos positivos, los pronósticos serán malos.	
Criterios para el diagnóstico y tratamiento de los SFP	
Ramo posterior del nervio raquídeo (cualquier edad)	
Dolor lumbar, medio o lateral	
Dolor irradiado (seudociático)	
Bloqueo de flexión a extensión	
Hiperextensión dolorosa	
Contractura (a veces)	
Falta de signos neurológicos	
Infiltración periarticular positiva	
Radiología	
Alteración de forma	Defecto de transición Anisotropía articular
Alteración de postura	Hiperlordosis Báscula pélvica Escoliosis
Adultos	Artrodesis articular
Ramo posterior	Frecuencia: 80%
Tratamiento	
Corrección postural	
Rehabilitación, reeducación propioceptiva y ejercicios	
Infiltración perintraarticular con corticoides	
Rizólisis química (fenolización)	
Rizólisis térmica (termocoagulación)	
Quirúrgica: artrodesis con placa atornillada	
SFL= Síndrome Facetario Lumbar.	



**Figura 1:**

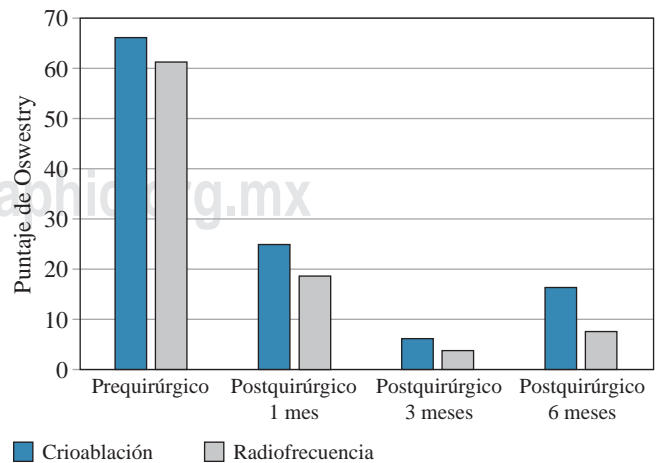
Anatomía del ramo posterior del nervio espinal.



**Figura 2:** A) Colocación de electrodos de agujas guiada por fluoroscopia. B) Colocación de electrodos sobre el ramo dorsal.



**Figura 3:** Unidad criogénica utilizada en la crioblación (Metrum CryoFlex)



**Figura 4:** Índice de discapacidad de dolor lumbar de Oswestry.

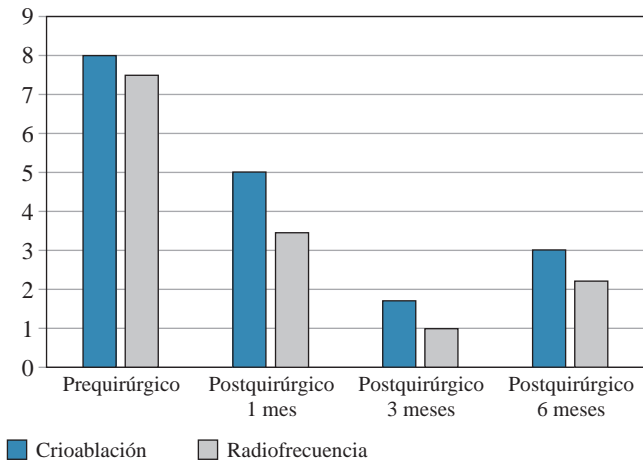


Figura 5: Puntaje EVA (escala visual analógica).

**Tabla 2: Índice de discapacidad de dolor lumbar de Oswestry prequirúrgico y postquirúrgico a uno, tres y seis meses.**

Paciente	Prequirúrgico (%)	Postquirúrgico (%)		
		1 mes	3 meses	6 meses
1	Intensa (50)	Sin limitación	Sin limitación	Sin limitación
2	Intensa (55)	Mínima (10)	Sin limitación (10)	Mínima (10)
3	Intensa (55)	Mínima (15)	Sin limitación (15)	Mínima (15)
4	Intensa (60)	Moderada (25)	Sin limitación (15)	Mínima (15)
5	Discapacidad (65)	Moderada (30)	Sin limitación (30)	Sin limitación (30)
6	Discapacidad (70)	Moderada (30)	Mínima (10)	Mínima (10)
7	Discapacidad (75)	Moderada (30)	Mínima (15)	Mínima (15)
8	Discapacidad (80)	Moderada (35)	Mínima (15)	Moderada (30)

**Tabla 3: Escala visual analógica prequirúrgica y postquirúrgica a uno, tres y seis meses.**

Paciente	Prequirúrgico (puntos)	Postquirúrgico (puntos)		
		1 mes	3 meses	6 meses
1	7	0	0	2
2	7	3	2	3
3	7	3	1	3
4	8	5	2	3
5	8	5	1	1
6	8	6	2	2
7	8	6	2	3
8	9	6	1	4

En cuanto (EVA) escala visual analógica del dolor, todos los pacientes mejoraron por lo menos dos puntos al primer mes del procedimiento.

**Tabla 4: Grupo A (radiofrecuencia). Índice de discapacidad de dolor lumbar de Oswestry prequirúrgico y postquirúrgico a uno, tres y seis meses.**

Paciente	Prequirúrgico (%)	Postquirúrgico (%)		
		1 mes	3 meses	6 meses
1	Intensa (50)	Sin limitación	Sin limitación	Sin limitación
3	Intensa (55)	Mínima (15)	Sin limitación (15)	Mínima (15)
5	Discapacidad (65)	Moderada (30)	Sin limitación (30)	Sin limitación (30)
7	Discapacidad (75)	Moderada (30)	Mínima (15)	Mínima (15)

**Tabla 5: Grupo B (crioablación). Índice de discapacidad de dolor lumbar de Oswestry prequirúrgico y postquirúrgico a uno, tres y seis meses.**

Paciente	Prequirúrgico (%)	Postquirúrgico (%)		
		1 mes	3 meses	6 meses
2	Intensa (55)	Mínima (10)	Sin limitación (10)	Mínima (10)
4	Intensa (60)	Moderada (25)	Sin limitación (25)	Mínima (15)
6	Discapacidad (70)	Moderada (30)	Mínima (10)	Mínima (10)
8	Discapacidad (80)	Moderada (35)	Mínima (15)	Moderada (30)

**Tabla 6: Grupo A (radiofrecuencia). Escala visual analógica prequirúrgica y postquirúrgica a uno, tres y seis meses.**

Paciente	Prequirúrgico (puntos)	Postquirúrgico (puntos)		
		1 mes	3 meses	6 meses
1	7	0	0	2
3	7	3	1	3
5	8	5	1	1
7	8	6	2	3

se aplicó un vendaje adhesivo estéril. Se aconsejó a los pacientes que se abstengan de realizar actividades extenuantes durante el resto del día; más allá de eso, no se requirió cuidado posterior específico. Para el procedimiento se utilizó un aparato de crioablación tipo CryoFlex (Figura 3).

**Resultados**

Un total de ocho pacientes con edades comprendidas entre 47 y 80 años, con un promedio de 62 años.

Los pacientes de este estudio se evaluaron con el índice de discapacidad de dolor lumbar de Oswestry al ingreso hospita-



**Tabla 7: Grupo B (crioablación). Escala visual analógica prequirúrgica y postquirúrgica a uno, tres y seis meses.**

Paciente	Prequirúrgico (puntos)	Postquirúrgico (puntos)		
		1 mes	3 meses	6 meses
2	7	3	2	3
4	8	5	2	3
6	8	6	2	2
8	9	6	1	4

lario, cuatro de ellos presentaron limitación funcional intensa, y cuatro presentaron discapacidad (*Figura 4, Tabla 2*).

Asimismo se utilizó la escala visual analógica del dolor (EVA) prequirúrgico, tres presentaban siete puntos en la escala, cuatro mostraron ocho puntos en la escala y uno presentó nueve puntos (*Figura 5, Tabla 3*).

Todos los pacientes fueron manejados de manera ambulatoria (egreso el mismo día del procedimiento).

En el postquirúrgico inmediato los ocho pacientes (100%) refirieron mejoría de los síntomas y del dolor.

De los cuatro pacientes que se encontraban en limitación funcional intensa según el índice de discapacidad de dolor lumbar de Oswestry, uno de ellos pasó a estar sin limitación funcional, dos pasaron a limitación funcional mínima y uno a limitación funcional moderada al primer mes postquirúrgico.

Los cuatro pacientes que presentaban discapacidad previa al procedimiento, pasaron a limitación funcional moderada posterior al procedimiento (*Tablas 4 y 5*).

En cuanto a la escala visual analógica del dolor (EVA), todos los pacientes mejoraron por lo menos dos puntos al primer mes del procedimiento (*Tablas 6 y 7*).

## Discusión

El dolor lumbar crónico puede tener su origen en distintas estructuras anatómicas como el disco intervertebral, los ligamentos, la musculatura, las articulaciones sacroilíacas o de la degeneración de las facetas articulares.

Los estudios por imagen (rayos X, tomografía axial computarizada, resonancia magnética nuclear o gammagrafía) son capaces de detectar los cambios degenerativos facetarios y/o discales, pero con frecuencia tienen escasa correlación clínica, ya que muchos de ellos aparecen también en personas asintomáticas, especialmente cuanto mayor es la edad del paciente.

En nuestro estudio los pacientes finalmente seleccionados para tratamiento mediante neuromodulación pulsátil fueron los que presentaban dolor lumbar crónico con clínica y exploración con características propias de dolor de origen facetario, las pruebas por imagen descartaron un posible origen del dolor distinto al facetario y finalmente ofrecieron una respuesta favorable al bloqueo anestésico facetario lumbar.

El alivio del dolor lumbar se ve acompañado de una mejoría significativa de las capacidades físicas del paciente como reflejan la mejoría paralela de los valores de la EVA y del índice de discapacidad de dolor lumbar de Oswestry de incapacidad, ofreciendo al paciente una mejoría notable en su calidad de vida. Esta mejoría se puede atribuir por tanto, en gran parte, al alivio del dolor. La morbilidad que acompaña a la neuromodulación es muy baja.

La neuromodulación pulsátil mediante radiofrecuencia permite la reincorporación inmediata a las actividades del paciente. La duración de la mejoría es por un período razonable, teniendo en cuenta la escasa magnitud de la intervención quirúrgica. No es necesario ningún tratamiento postoperatorio, reposo o inmovilización ni tiene período de convalecencia más allá de las breves horas de molestia lumbar inespecífica que cede con analgesia habitual y que a ningún paciente le incapacitó para reanudar sus tareas habituales. El procedimiento es mínimamente invasivo, puede realizarse en unidades, clínicas y hospitales de cirugía ambulatoria y el paciente puede abandonar el hospital al poco tiempo de la intervención.

## Conclusiones

El alivio del dolor lumbar se ve acompañado por una mejoría significativa de las capacidades físicas del paciente como reflejan la mejoría paralela de los valores de EVA y del índice de discapacidad de dolor lumbar de Oswestry de incapacidad, ofreciendo al paciente una mejoría notable en su calidad de vida. Esta mejoría se puede atribuir en gran parte al alivio del dolor. La morbilidad acompañante a la neurólisis, ya sea radiofrecuencia o crioablación, es muy baja.

## Referencias

- Muñoz V, Pérez JJ, Pérez-Cajaraville JJ, Berjano E. Aspectos teóricos sobre la biofísica de la radiofrecuencia aplicada al tratamiento del dolor. *Rev Soc Esp Dolor*. 2014; 21(6): 351-8.
- Hernández Carbajal B. Dolor vertebral tratamiento médico y cirugía mínimamente invasiva. Capítulo 4: Dolor de la columna vertebral lumbar. México: Corinter; 2012. pp. 41-73.
- Trinidad JM, Carnota AI, Failde I, Torres LM. Radiofrequency for the treatment of lumbar radicular pain: impact on surgical indications. *Pain Res Treat*. 2015; 2015: 392856.
- Nagda JV, Davis CW, Bajwa ZH, Simopoulos TT. Retrospective review of the efficacy and safety of repeated pulsed and continuous radiofrequency lesioning of the dorsal root ganglion/segmental nerve for lumbar radicular pain. *Pain Physician*. 2011; 14(4): 371-6.
- Martín-Arroyo JMT. Radiofrecuencia pulsada: pasan los años y seguimos con las mismas incógnitas. *Rev Soc Esp Dolor*. 2016; 23(4): 167-9.
- Manchikanti L, Singh V, Falco FJ, Benyamin RM, Hirsch JA. Epidemiology of low back pain in adults. *Neuromodulation*. 2014; 17 Suppl 2: 3-10.
- Shanthanna H, Chan P, McChesney J, Paul J, Thabane L. Assessing the effectiveness of 'pulse radiofrequency treatment of dorsal root ganglion' in patients with chronic lumbar radicular pain: study protocol for a randomized control trial. *Trials*. 2012; 13: 52.
- Lin ML, Lin WT, Huang RY, Chen TC, Huang SH, Chang CH, et al. Pulsed radiofrequency inhibited activation of spinal mitogen-activated protein kinases and ameliorated early neuropathic pain in rats. *Eur J Pain*. 2014; 18(5): 659-70.

9. Vallejo R, Tilley DM, Williams J, Labak S, Aliaga L, Benyamin RM. Pulsed radiofrequency modulates pain regulatory gene expression along the nociceptive pathway. *Pain Physician*. 2013; 16(5): E601-13.
10. Sluijter ME, Imani F. Evolution and mode of action of pulsed radiofrequency. *Anesth Pain Med*. 2013; 2(4): 139-41.
11. Chua NHL, Vissers KC, Sluijter ME. Pulsed radiofrequency treatment in interventional pain management: Mechanisms and potential indications-a review. *Acta Neurochir*. 2010; 153(4): 763-71.
12. van Boxem K, Joosten EA, van Kleef M, Patijn J, van Zundert J. Pulsed radiofrequency treatment for radicular pain: where do we stand and where to go? *Pain Med*. 2012; 13(3): 351-4.
13. Van Zundert J, Vanelderden P, Kessels A, van Kleef M. Radiofrequency treatment of facet-related pain: evidence and controversies. *Curr Pain Headache Rep*. 2012; 16(1): 19-25.
14. Gallagher RM. Pulsed radiofrequency treatment: Biological mechanisms and clinical evidence. *Pain Med*. 2005; 6(6): 401-2.
15. Maas ET, Ostelo RW, Niemisto L, Jousimaa J, Hurri H, Malmivaara A, et al. Radiofrequency denervation for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; 2015(10): CD008572.
16. Tekin I, Mirzai H, Ok G, Erbuyun K, Vatanserver D. A comparison of conventional and pulsed radiofrequency denervation in the treatment of chronic facet joint pain. *Clin J Pain*. 2007; 23(6): 524-9.
17. Kroll HR, Kim D, Danic MJ, Sankey SS, Gariwala M, Brown M. A randomized, double-blind, prospective study comparing the efficacy of continuous versus pulsed radiofrequency in the treatment of lumbar facet syndrome. *J Clin Anesth*. 2008; 20(7): 534-7.
18. Colini-Baldeschi G. Evaluation of pulsed radiofrequency denervation in the treatment of chronic facetjoint pain: an observational study. *Anesth Pain Med*. 2012; 1(3): 168-73.
19. Cahana A, Van Zundert J, Macrea L, van Kleef M, Sluijter M. Pulsed radiofrequency: current clinical and biological literature available. *Pain Med*. 2006; 7(5): 411-23.
20. Liliang PC, Lu K, Liang CL, Tsai YD, Hsieh CH, Chen HJ. Pulsed radiofrequency lesioning of the suprascapular nerve for chronic shoulder pain: a preliminary report. *Pain Med*. 2009; 10(1): 70-5.
21. Gofeld M, Restrepo-Garces CE, Theodore BR, Faclier G. Pulsed radiofrequency of suprascapular nerve for chronic shoulder pain: a randomized double-blind active placebo-controlled study. *Pain Pract*. 2013; 13(2): 96-103.