



Recibido: 05-11-2024
Aceptado: 29-05-2025

Efectividad de denervación bipolar y denervación monopolar en individuos con dolor de rodilla: revisión sistemática

Effectiveness of bipolar denervation and monopolar denervation in individuals with knee pain: systematic review

Dr. Silver Balcázar-de León,* Dr. Gustavo Adolfo Beas-Magdaleno†

Citar como: Balcázar-de León S, Beas-Magdaleno GA. Efectividad de denervación bipolar y denervación monopolar en individuos con dolor de rodilla: revisión sistemática. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (4): 236-241. <https://dx.doi.org/10.35366/121399>

Palabras clave:

denervación, bipolar, monopolar, eficacia, dolor de rodilla.

Keywords:

denervation, bipolar, monopolar, efficacy, knee pain.

* Médico anestesiólogo, algólogo y paliativista, Fellow of Interventional Pain Practice (FIPP), Certified Interventional Pain Sonologist (CIPS). Centro Médico del Dolor y Cuidados Paliativos. Monterrey, Nuevo León, México. ORCID: 0009-0007-6507-9011
† Médico anestesiólogo, algólogo y paliativista. Hospital San Javier. Guadalajara, Jalisco, México. ORCID: 0009-0009-9088-5984

Correspondencia:

Dr. Silver Balcázar-de León
Monterrey, Nuevo León, México.
E-mail:
centromedicodeldolor@gmail.com



RESUMEN. Introducción: la gonalgia afecta significativamente la calidad de vida de los pacientes. La denervación por radiofrecuencia, bipolar o monopolar, son tratamientos prometedores. **Objetivo:** realizar una revisión sistemática sobre la efectividad de la denervación bipolar y monopolar en individuos con gonalgia. **Material y métodos:** se realizó una búsqueda en PubMed, Cochrane Library y Google Académico. Fueron incluidos estudios originales que compararan la denervación bipolar, monopolar o ambas con otros tratamientos o entre sí en pacientes con gonalgia. Se siguieron los criterios PRISMA para revisiones sistemáticas. **Resultados:** la denervación monopolar (DMo) fue más común. Dos estudios compararon DMo vs denervación bipolar (DBi), la DBi fue superior en reducción del dolor y mejora de la calidad de vida. La DBi como monoterapia reportó reducciones significativas del dolor. Ocho estudios compararon DMo vs inyecciones intraarticulares, mostrando superioridad la DMo en dolor y funcionalidad. La DMo también mostró ser superior al ejercicio. **Conclusiones:** tanto la DBi como la DMo parecen ser efectivas para el tratamiento de gonalgia, con una ligera ventaja para la DBi. La DMo mostró superioridad frente a varias terapias conservadoras. Se necesitan más estudios comparativos entre DBi y DMo para confirmar estos hallazgos.

ABSTRACT. Introduction: globular pain significantly affects the quality of life of patients. Radiofrequency denervation, bipolar or monopolar, are promising treatments. **Objective:** to perform a systematic review on the effectiveness of bipolar and monopolar denervation in individuals with gonalgia. **Material and methods:** a search was performed in PubMed, Cochrane Library and Google Scholar. Original studies comparing bipolar, monopolar or both denervation with other treatments or with each other in patients with gonalgia were included. PRISMA criteria for systematic reviews were followed. **Results:** DMo was more common. Two studies compared DMo vs DBi, DBi was superior in pain reduction and improvement in quality of life. DBi as monotherapy reported significant reductions in pain. Eight studies compared DMo vs intra-articular injections, showing superiority of DMo in pain and function. DMo was also shown to be superior to exercise. **Conclusions:** DBi and DMo appear to be effective for the treatment of knee pain, with a slight advantage for DBi. DMo showed superiority over several conservative therapies. Further comparative studies between DBi and DMo are needed to confirm these findings.

Abreviaturas:

DBi = denervación bipolar
DMo = denervación monopolar
OKS = Oxford Knee Score (Escala de Rodilla de Oxford)
PRISMA = Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis)
WOMAC = Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (índice de osteoartritis de las Universidades de Western Ontario y McMaster)

INTRODUCCIÓN

El dolor crónico de rodilla es una condición médica que afecta a millones de personas en todo el mundo, por lo que tiene un impacto significativo en la calidad de vida de quienes lo padecen⁽¹⁾. Las causas más comunes incluyen la osteoartritis, lesiones ligamentosas y meniscales, así como síndromes de dolor patelo-femoral⁽¹⁾.

Existen múltiples tratamientos disponibles en la actualidad, estos incluyen rehabilitación, analgésicos, modificación en el estilo de vida; todos ellos definidos como tratamientos conservadores⁽¹⁾.

Mientras que los tratamientos convencionales como la medicación con analgésicos convencionales, opioides, esteroides, fisioterapia y las inyecciones intraarticulares pueden ofrecer alivio para muchos pacientes, existe un subgrupo significativo que no responde adecuadamente a estas intervenciones y, por lo tanto, requiere de otras alternativas terapéuticas⁽²⁾.

El dolor articular suele tener su origen en la cápsula articular o en las estructuras de soporte: ligamentos, tendones, bursas, almohadillas grasas como la grasa de Hoffa, la grasa suprapatelar, prefemoral, así como estructuras que conciernen estabilidad como los ligamentos cruzados, colaterales interno y externo y los tendones, en especial el tendón patelar, cuadricepsital y el tendón poplíteo en la cara anterior y lateral, respectivamente. Es de suma importancia identificar en un paciente con gonalgia un dolor capsular o extracapsular, los pacientes con dolor capsular suelen tener mejoría con los bloqueos diagnósticos de los nervios geniculados (actualmente el plexo de rodilla), no así los pacientes con dolor extracapsular. Si un bloqueo diagnóstico es positivo, definido como el dolor que reduce el 50% de la intensidad en la escala numérica, pero la mejoría no se sostiene, este paciente es candidato a realizar una denervación articular⁽³⁾.

En la actualidad existen tres métodos para realizar una denervación articular: método por termocoagulación, crio-neurólisis, y químico con fenol o alcohol absoluto. La denervación articular por termocoagulación se realiza mediante una aplicación de una corriente electromagnética continua que usa el tejido circundante como resistor elevando la temperatura del tejido expuesto y causando una destrucción del tejido nervioso que eventualmente llevará a degeneración Walleriana distal, este método se conoce como neurotomía por radiofrecuencia⁽³⁾.

En las últimas décadas, la neurotomía por radiofrecuencia se ha popularizado como una opción terapéutica para el manejo del dolor crónico de rodilla⁽³⁾. Esta técnica que utiliza energía de radiofrecuencia para interrumpir la transmisión de señales de dolor desde la articulación de la rodilla al cerebro, se realiza mediante un electrodo a través de una punta activa, siendo ésta la que entra en contacto con el nervio periférico logrando la ablación. Al ser un circuito eléctrico se utiliza una placa de retorno de donde se administra la energía y el punto de retorno al generador de radiofrecuencia lo constituye la punta activa de la aguja, si se cierra el circuito con una aguja y la almohadilla de retorno, se conoce como denervación monopolar (DMo), siendo el tamaño de la lesión no mayor de 1 cm de largo por 4 mm de ancho; en cambio, si se sustituye la almohadilla por una segunda cánula, ésta se convierte en la fuente que proporciona la energía y la segunda aguja, que

no debe estar separada más de 1 cm, en el punto de retorno, haciendo que la lesión sea de 10 mm largo y 10 mm de ancho, esto si se usa una punta activa de 10 mm, esta modalidad se conoce como denervación bipolar (DBi) y maneja dos modalidades principales que son la denervación monopolar (DMo) y bipolar (DBi)⁽⁴⁾.

Como se dijo, la radiofrecuencia para la DMo utiliza un solo electrodo activo para crear una lesión térmica alrededor del nervio objetivo⁽⁵⁾. Por otro lado, la DBi emplea dos electrodos, creando un campo electromagnético entre ellos que resulta en una lesión más amplia y potencialmente más efectiva⁽⁶⁾. Ambas técnicas han mostrado resultados prometedores en estudios individuales, pero la evidencia sobre cuál ofrece mejores resultados es limitada⁽⁷⁾.

El objetivo de esta revisión sistemática es evaluar y sintetizar la evidencia disponible sobre la efectividad de la DMo y DBi para el tratamiento de dolor crónico de rodilla por cualquier causa, así como identificar cuál de las dos técnicas de denervación es mejor en términos de resultados clínicos, es decir, la mejoría del dolor. Al conocer la efectividad de estas técnicas comparadas entre sí y con otros tratamientos, se busca proporcionar un panorama general que pueda guiar al profesional de la salud en la toma de decisiones clínicas y futuras investigaciones en este campo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estrategia de búsqueda y fuentes de información

Se realizó una búsqueda exhaustiva en PubMed/MEDLINE, en Cochrane Library, en Google Académico. La búsqueda no tuvo límite de tiempo ni de idioma, y se realizó empleando los siguientes términos: ("*monopolar radiofrequency*" OR "*bipolar radiofrequency*") AND (KNEE pain). Criterios de búsqueda a detalle: ("*monopolar radiofrequency*"[All Fields] OR "*bipolar radiofrequency*"[All Fields]) AND ((*"knee"*[MeSH Terms] OR "*knee*"[All Fields] OR "*knee joint*"[MeSH Terms] OR ("*knee*"[All Fields] AND "*joint*"[All Fields]) OR "*knee joint*"[All Fields]) AND ("*pain*"[MeSH Terms] OR "*pain*"[All Fields])).

Criterios de inclusión, exclusión, selección de estudios y extracción de datos

Se siguieron las recomendaciones PRISMA (elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis) y Cochrane para revisiones sistemáticas y metaanálisis. El objetivo fue analizar la mejora del dolor con cada técnica y la comparación entre ellas, si es que existe, a través de la escala numérica (NRS o EVA), índice de funcionalidad de WOMAC o la escala de *Oxford Knee* (OKS). Se incluyeron estudios originales (ensayos clínicos, estudios de cohorte,

estudios de casos y controles) realizados en pacientes con dolor crónico de rodilla que fueron tratados con DMO o DBi, comparadas entre sí o con otro tratamiento, y que reportaron al menos un resultado de eficacia (ej. dolor, función o calidad de vida). Se excluyeron cartas al editor, comentarios, estudios en animales y revisiones.

Dos revisores independientes evaluaron los títulos y resúmenes de los artículos identificados, y los desacuerdos se resolvieron mediante discusión y consenso. Se realizó una revisión de texto completo de los artículos seleccionados, extrayéndose la siguiente información de cada estudio: autor, año, país, diseño del estudio, tamaño de la muestra, características de los pacientes, intervención, comparador, resultados principales y conclusiones. Los resultados se resumen en tablas y se analizan en las siguientes secciones.

La calidad de todos los artículos se evaluó utilizando la herramienta *Cochrane Risk of Bias* (ROB) para los ensayos clínicos aleatorizados, la escala de Newcastle Ottawa (NOS) para estudios no aleatorizados, y la *Quality Assessment Tool*

for before-After Studies para estudios sin grupo control del Instituto Nacional de Salud (NIH).

RESULTADOS

Selección de estudios. En la búsqueda inicial se identificaron 28 artículos potencialmente relevantes. Después de la revisión de títulos y resúmenes, se seleccionaron 27 artículos para revisión de texto completo. De éstos, 27 fueron recuperados y evaluados, 18 cumplieron con criterios de elegibilidad, mismos que fueron incluidos en la revisión (*Figura 1*).

Características de los estudios incluidos. Los 18 estudios incluidos fueron publicados entre 2011 y 2024. El total de pacientes incluidos sumaron 1,306 individuos, la DMO fue la modalidad terapéutica más común ($n = 15$), la mayoría de estudios fueron ensayos clínicos aleatorizados [RCT] ($n = 16$) y la denervación en todos los estudios se realizó para los nervios geniculados. Las intervenciones se presentan en la *Tabla 1*.

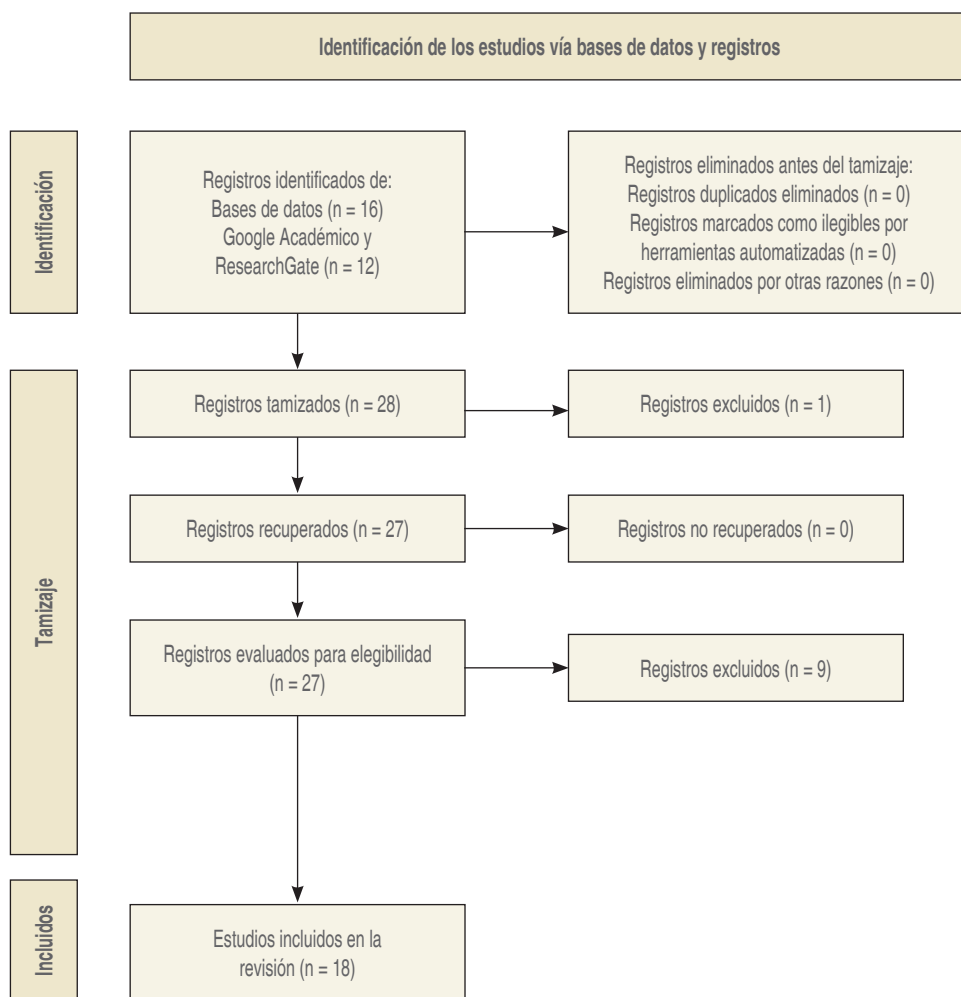


Figura 1:

Diagrama de flujo PRISMA 2020.

Tabla 1: Características de los estudios incluidos.

Autor, año, país	Diseño	Nervio	Intervención	n
Huaranga, 2024, España ⁽⁸⁾	ObsRetro	Geni	DBi	25
Malaithong, 2023, Tailandia ⁽⁹⁾	RCT	Geni	DBi vs iCortic + ANia	64
Elemam, 2022, Egipto ⁽¹⁰⁾	RCT	Geni	DMo vs DBi	50
Singh, 2022, USA ⁽¹¹⁾	ObsRetro	Geni	DBi	21
Abbas, 2021, Egipto ⁽¹²⁾	RCT	Geni	DMo vs iCortic	58
Sameh, 2021, Egipto ⁽¹³⁾	RCT	Geni	DMo vs PRPia + aSA	60
Abdelraheem, 2021, Egipto ⁽¹⁴⁾	RCT	Geni	DMo vs PRPia	200
Chen, 2020, USA ⁽¹⁵⁾	RCT	Geni	DMo vs AH	216
Han, 2021, China ⁽¹⁶⁾	RCT	Geni	DMo vs Ejercicio	62
Davis, 2019, USA ⁽¹⁷⁾	RCT	Geni	DMo vs iCortic	151
Monerri, 2019, España ⁽¹⁸⁾	RCT	Geni	DMo vs Placebo	28
Jadon, 2018, India ⁽¹⁹⁾	RCT	Geni	DMo vs DBi	30
Xiao, 2018, China ⁽²⁰⁾	RCT	Geni	DMo vs AH	96
El-Hakeim, 2018, India ⁽²¹⁾	RCT	Geni	DMo vs AINE	60
Ray, 2018, India ⁽²²⁾	RCT	Geni	DMo vs AH	24
Sari, 2018, Turquía ⁽²³⁾	RCT	Geni	DMo vs iCortic + ANia	73
Sari, 2017, Turquía ⁽²⁴⁾	RCT	Geni	DMo vs US	50
Choi, 2011, Corea ⁽²⁵⁾	RCT	Geni	DMo vs Placebo	38

AH = ácido hialurónico. AINE = antiinflamatorios no esteroideos. ANia = anestesia intraarticular. aSA = ablación de superficie articular. iCortic = corticoide intraarticular. DMo = denervación monopolar. ObsRetro = observacional retrospectivo. PRPia = plasma rico en plaquetas intraarticular. RCT = ensayo clínico aleatorizado. US = ultrasonido.

Resultados de comparación de DMo vs DBi. En los dos estudios que compararon DMo (n = 40) vs DBi (n = 40), esta última mostró ser superior con diferencia de 1.3 a 2 puntos de dolor entre grupos. La calidad de vida (evaluada con OKS) fue mejor con la DBi (Tabla 2)^(10,19).

Resultados de DBi sola. Un par de estudios evaluaron la DBi sola; en uno se reportó una reducción del dolor tras el tratamiento que se mantuvo por ocho meses y mejoría en calidad de vida [EuroQoL]⁽⁸⁾; en el otro también se redujo el dolor y mejoró la calidad de vida [WOMAC] (Tabla 3)⁽¹¹⁾.

Resultados de DMo vs placebo. Un estudio de comparación de DMo vs placebo mostró superioridad⁽¹⁸⁾ de la DMo en términos de dolor comparado con placebo⁽²⁵⁾.

Resultados de DMo vs inyecciones intraarticulares. Los ocho artículos que compararon DMo vs inyecciones intraarticulares demostraron la superioridad de DMo comparado con corticoides, anestésicos locales, ácido hialurónico y plasma rico en plaquetas, tanto en términos de dolor como de funcionalidad y calidad de vida (Tabla 4).

Finalmente, la DMo de nervios geniculados fue superior al ejercicio en dolor, fuerza y función⁽¹⁶⁾, pero no fue mejor que el ultrasonido terapéutico (Tabla 5).

DISCUSIÓN

Las opciones terapéuticas conservadoras para el control del dolor y mejoría de la calidad de vida en pacientes con gonartrosis que experimentan gonalgia son limitadas. Choi, quien hizo la primera descripción clínica de la denervación articular

Tabla 2: Resultados de estudios que comparan denervación monopolar versus denervación bipolar.

Autor, año	Resultados en cuanto a dolor (diferencia DMo vs DBi)	Otros resultados (función, calidad de vida)
Elemam, 2022 ⁽¹⁰⁾	-1.3 puntos EVA en bipolar*	+8 puntos OKS en bipolar*
Jadon, 2018 ⁽¹⁹⁾	-2.0 puntos EVA en bipolar*	—

* p significativo.
DMo = denervación monopolar. DBi = denervación bipolar. EVA = escala visual analógica. OKS = Oxford Knee Score (Escala de Rodilla de Oxford).

de rodilla guiada por fluoroscopia, donde los resultados fueron prometedores⁽²⁵⁾, abrió la puerta para la radiofrecuencia y sus diferentes técnicas de aplicación para un control del dolor. Con los conceptos de la inervación de rodilla, en el que se explica la complejidad de la misma y que se precisan de lesiones térmicas de mayor tamaño para lograr una ablación exitosa de los nervios geniculados, se han propuesto nuevas técnicas para ampliar las lesiones y obtener mejoría en términos clínicos con dichas técnicas.

Los resultados de esta revisión sugieren que tanto la DBi como la DMo son opciones terapéuticas efectivas para el dolor de rodilla, esto se explica debido a que ambas técnicas usan la misma tecnología y los mismos puntos anatómicos a denervar, incluso, si se es muy exacto con la colocación de las cánulas

se obtendrá mejoría clínica si hubo una mejoría previa con el bloqueo diagnóstico, con una posible ventaja para la DBi. La ventaja observada con la denervación bipolar se debe a que el tamaño de la lesión es mayor, esto se traduce anatómicamente en una mayor cantidad de fibras nerviosas que son inhibidas por el tamaño de la lesión, se sabe que, a mayor superficie de lesión, mayor cantidad de nervios lesionados, lo que clínicamente debería traducirse en mejoría superior que con una técnica convencional. Aunque se requieren más estudios para confirmar la ventaja de DBi sobre DMO, existen solo dos estudios de comparación de DBi vs DMO^(10,19). La superioridad de la DBi sobre la DMO, observada en los estudios de Elemam y colaboradores⁽¹⁰⁾ y Jadon y su equipo⁽¹⁹⁾ podría explicarse porque la DBi produce una ablación más extensa sobre la

Tabla 5: Comparaciones de denervación monopolar versus ejercicio y ultrasonido.

Autor, año	Resultados en cuanto a dolor (diferencia DMO vs otros)	Otros resultados (función, calidad de vida)
Han, 2021 ^{(16)*} Sari, 2017 ^{(24)‡}	-1.85 puntos EVA No diferencias en EVA	Mayor fuerza y función No diferencias en WOMAC
* versus ejercicio. ‡ versus ultrasonido terapéutico. DMO = denervación monopolar. EVA = escala visual analógica. WOMAC = Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (índice de osteoartritis de las Universidades de Western Ontario y McMaster).		

Tabla 3: Resultados de estudios de denervación bipolar.

Autor, año	Resultados en cuanto a dolor (diferencia pre vs post-DBi)	Otros resultados (función, calidad de vida)
Huaranga, 2024 ⁽⁸⁾ Singh, 2022 ⁽¹¹⁾	-3.9 puntos EVA* -5.0 puntos EVA*	+0.416 puntos EuroQol -27 puntos WOMAC
* p significativo. DBi = denervación bipolar. EuroQol = European Quality of life (calidad de vida europea). EVA = escala visual analógica. WOMAC = Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (índice de osteoartritis de las Universidades de Western Ontario y McMaster).		

Tabla 4: Resultados de estudios que comparan denervación monopolar versus inyecciones intraarticulares.

Autor, año	Resultados en cuanto a dolor (diferencia DMO vs inyección intraarticular)	Otros resultados (función, calidad de vida)
Abbas, 2021 ⁽¹²⁾ Davis, 2019 ⁽¹⁷⁾ Sameh, 2021 ⁽¹³⁾ Abdelraheem, 2021 ⁽¹⁴⁾ Chen, 2020 ⁽¹⁵⁾ Xiao, 2018 ⁽²⁰⁾ Ray, 2018 ⁽²²⁾ Sari, 2018 ⁽²³⁾	-2 puntos EVA (p < 0.05) -4.3 puntos EVA (p < 0.0001) Mejor PRPia + aSA en EVA Mejor DMO que PRPia en EVA -1.6 puntos EVA -2.7 a -3.2 puntos EVA -2.75 a -3.41 puntos EVA 2 a 3 puntos EVA	-5 puntos WOMAC (p < 0.05) +16 a +18 puntos OKS Mejor PRPia + aSA en WOMAC Mejor DMO que PRPia en ISO 25 puntos WOMAC +12 a +17 puntos LKS 40 a 47 puntos WOMAC 9 puntos WOMAC
aSA = ablación de superficie articular. DMO = denervación monopolar. EVA = escala visual analógica. ISO = índice de gravedad de la osteoartritis. LKS = Lysholm Knee Score (puntuación de rodilla de Lysholm). OKS = Oxford Knee Score (Escala de Rodilla de Oxford). PRPia = plasma rico en plaquetas intraarticular. WOMAC = Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (índice de osteoartritis de las Universidades de Western Ontario y McMaster).		

superficie anatómica donde discurren los nervios geniculados, ya que comparada con la ablación monopolar, esta última tiene una lesión significativamente menor. La innervación de rodilla es compleja, y las disecciones anatómicas concluyen que más que un nervio, es un plexo en cada cuadrante, incluso anatómicamente se sugiere una denervación segmentaria dependiendo de la ubicación del dolor de cada paciente. Si esto es así, entonces una ablación de mayor superficie se traduce en una mejoría clínica significativa.

La DMO es más eficaz que diversas terapias conservadoras, como las inyecciones intraarticulares de ácido hialurónico intraarticular, plasma rico en plaquetas intraarticular, medicamentos esteroideos y el ejercicio, por lo que podría considerarse una opción terapéutica más efectiva que estos tratamientos antes de procedimientos invasivos como la cirugía. Es importante mencionar que el manejo de los síndromes dolorosos es multimodal, por lo que una terapia única podría no ser superior al manejo multidisciplinario.

Es interesante notar que la DMO no mostró superioridad frente al ultrasonido terapéutico en el estudio de Sari y colegas⁽²⁴⁾ y ello podría indicar que algunas terapias físicas pueden ser tan efectivas como la denervación en ciertos pacientes, subrayando la importancia de un enfoque de tratamiento individualizado. Esto podría explicarse debido a que, en ocasiones, el dolor capsular es mínimo y el componente de tejidos blandos (como ligamentos, tendones, almohadillas o bursas) son el punto de origen del dolor, por lo que las terapias físicas buscan fortalecer o restaurar algunos tejidos cuando se usan métodos percutáneos como ondas de choque y láser.

A pesar de estos resultados prometedores, es crucial reconocer las limitaciones de esta revisión. La heterogeneidad en los métodos de evaluación y los periodos de seguimiento entre los estudios dificulta la comparación directa de los resultados. Además, la falta de estudios a largo plazo impide sacar conclusiones sobre la durabilidad de los efectos del tratamiento. La experiencia clínica del autor sugiere también

que el origen de la fuente del dolor es importante para aplicar de forma correcta un tratamiento percutáneo ablativo.

En conclusión, mientras que la evidencia actual sugiere que tanto la DBi como la DMO son efectivas para el tratamiento del dolor de rodilla y superiores a otras medidas conservadoras, se necesitan más estudios comparativos directos y a largo plazo para establecer definitivamente la superioridad de una técnica sobre la otra y para determinar la durabilidad de los efectos del tratamiento.

REFERENCIAS

- Dulay GS, Cooper C, Dennison EM. Knee pain, knee injury, knee osteoarthritis & work. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2015;29:454-461. doi: 10.1016/j.berh.2015.05.005.
- Dantas LO, Salvini T de F, McAlindon TE. Knee osteoarthritis: key treatments and implications for physical therapy. *Braz J Phys Ther*. 2021;25:135-146. doi: 10.1016/j.bjpt.2020.08.004.
- Orhurhu V, Urits I, Grandhi R, Abd-Elseyed A. Systematic review of radiofrequency ablation for management of knee pain. *Curr Pain Headache Rep*. 2019;23:55. doi: 10.1007/s11916-019-0792-y.
- Walsh T, Malhotra R, Sharma M. Radiofrequency techniques for chronic pain. *BJA Educ*. 2022;22:474-483.
- Boudier-Revéret M, Thu AC, Hsiao M, Shyu S, Chang MC. The effectiveness of pulsed radiofrequency on joint pain: a narrative review. *Pain Practice*. 2020;20:412-421. doi: 10.1111/papr.12863.
- Gautam S, Singh P, Gopal VG, Agarwal A, Kumar S, Khuba S, et al. Efficacy of Radiofrequency Lesioning for Chronic Spinal Pain. *Ind J Pain*. 2021;35:105-122. doi: 10.4103/ijpn.ijpn_165_20.
- Fari G, de Sire A, Fallea C, Albano M, Grossi G, Bettoni E, et al. Efficacy of radiofrequency as therapy and diagnostic support in the management of musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12:600. doi: 10.3390/diagnostics12030600.
- Huaranga MAR, Villanueva-Carpintero MG, Plasencia Ezaine AE, Calle-Ochoa J, Vedia IR, Arenal-Lopez R, et al. Bipolar radiofrequency ablation of genicular nerves in chronic knee pain: a novel technique for more complete sensory denervation. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2024;37:241-248. doi: 10.3233/BMR-220400.
- Malaithong W, Tontisirin N, Seangrungrat R, Wongsak S, Cohen SP. Bipolar radiofrequency ablation of the superomedial (SM), superolateral (SL) and inferomedial (IM) genicular nerves for chronic osteoarthritis knee pain: a randomized double-blind placebo-controlled trial with 12-month follow-up. *Reg Anesth Pain Med*. 2023;48:151-160. doi: 10.1136/rapm-2022-103976.
- Elemam EM, Abdel-Dayem OT, Mousa SA, Mohammed HM. Ultrasound-guided monopolar versus bipolar radiofrequency ablation for genicular nerves in chronic knee osteoarthritis pain: a randomized controlled study. *Ann Med Surg*. 2022;77:103680. doi: 10.1016/j.amsu.2022.103680.
- Singh JR, Kwon SS, Schirripa FV, Habibi BA, Rand E. Bipolar radiofrequency neurotomy of the genicular nerves for chronic pain due to knee osteoarthritis. *HSS J*. 2022;18:229-234. doi: 10.1177/15563316211040416.
- Fawzy A, Badawy AT, Mohamed AE, Abdelrahman W, Alham M. Comparison of intraarticular injection versus radiofrequency neurotomy in knee osteoarthritis. *Sohag Med J*. 2021;25:33-40. doi: 10.21608/SMJ.2020.43932.1200.
- El-Tamboly S, Medhat M, Khattab R, Darwish H, Deghady A. Pulsed radiofrequency ablation of genicular nerve versus intra-articular radiofrequency ablation combined with platelets rich plasma for chronic knee osteoarthritis. *Egypt J Anaesth*. 2021;37:317-325. doi: 10.1080/11101849.2021.1949679.
- Elawamy A, Kamel E, Mahran S, Abdellatif H, Hassanien M. Efficacy of genicular nerve radiofrequency ablation versus intra-articular platelet rich plasma in chronic knee osteoarthritis: a single-blind randomized clinical trial. *Pain Physician*. 2021;24:127-134.
- Chen AF, Khalouf F, Zora K, DePalma M, Kohan L, Guirguis M, et al. Cooled radiofrequency ablation compared with a single injection of hyaluronic acid for chronic knee pain: a multicenter, randomized clinical trial demonstrating greater efficacy and equivalent safety for cooled radiofrequency ablation. *J Bone Joint Surg Am*. 2020;102:1501-1510. doi: 10.2106/JBJS.19.00935.
- Han Q, Ma Y, Jia P, Wang X, Wang B, Zheng Y. A randomized controlled pilot study comparing the efficacy of pulsed radiofrequency combined with exercise versus exercise alone in pain relief and functional improvement for chronic knee osteoarthritis. *Pain Pract*. 2021;21:160-170. doi: 10.1111/PAPR.12942.
- Davis T, Loudermilk E, Depalma M, et al. Twelve-month analgesia and rescue, by cooled radiofrequency ablation treatment of osteoarthritic knee pain: results from a prospective, multicenter, randomized, cross-over trial. *Reg Anesth Pain Med*. 2019;44:499-506. doi: 10.1136/RAPM-2018-100051.
- Moneris-Tabasco MM, Roca-Amatria G, Ríos-Márquez N, Jiménez-Capel Y, Samper-Bernal D. Assessment of the effectiveness and safety of two radiofrequency techniques for the treatment of knee pain secondary to gonarthrosis. Prospective randomized double blind study. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2019;66:362-369. doi: 10.1016/J.RENDAR.2019.03.011.
- Jadon A, Jain P, Motaka M, Swarupa C, Amir M. Comparative evaluation of monopolar and bipolar radiofrequency ablation of genicular nerves in chronic knee pain due to osteoarthritis. *Indian J Anaesth*. 2018;62:876. doi: 10.4103/ija.IJA_528_18.
- Xiao L, Shu F, Xu C, Zhang Z, Huang L, Wang X, et al. Highly selective peripheral nerve radio frequency ablation for the treatment of severe knee osteoarthritis. *Exp Ther Med*. 2018;16:3973. doi: 10.3892/ETM.2018.6658.
- El-Hakeim E, Elawamy A, Kamel E. Fluoroscopic guided radiofrequency of genicular nerves for pain alleviation in chronic knee osteoarthritis: a single-blind randomized controlled trial. *Pain Physician*. 2018;21:169-177.
- Ray D, Goswami S, Dasgupta S, Ray S, Basu S. Intra-articular hyaluronic acid injection versus RF ablation of genicular nerve for knee osteoarthritis pain: a randomized, open-label, clinical study. *Indian J Pain*. 2018;32:36. doi: 10.4103/IJPN.IJPN_2_18.
- Sari S, Aydin ON, Turan Y, Ozlulerden P, Efe U, Kurt Omurlu I. Which one is more effective for the clinical treatment of chronic pain in knee osteoarthritis: radiofrequency neurotomy of the genicular nerves or intra-articular injection? *Int J Rheum Dis*. 2018;21:1772-1778. doi: 10.1111/1756-185X.12925.
- Sari S, Aydin ON, Turan Y, Sen S, Ozlulerden P, Omurlu IK, et al. Which imaging method should be used for genicular nerve radio frequency thermocoagulation in chronic knee osteoarthritis? *J Clin Monit Comput*. 2017;31:797-803. doi: 10.1007/S10877-016-9886-9.
- Choi WJ, Hwang SJ, Song JG, Leem JG, Kang YU, Park PH, et al. Radiofrequency treatment relieves chronic knee osteoarthritis pain: a double-blind randomized controlled trial. *Pain*. 2011;152:481-487. doi: 10.1016/J.PAIN.2010.09.029.