



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA**

“Efectos de la ozonoterapia en pacientes con hernias de disco lumbar”

**Trabajo de Titulación para optar al título de Licenciado en
Fisioterapia**

Autor:

Galeas Puente Mauricio Rafael

Tutor:

Dr. Jorge Ricardo Rodríguez Espinosa

Riobamba, Ecuador. 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **MAURICIO RAFAEL GALEAS PUENTE**, con cédula de ciudadanía **0202199709**, autor del trabajo de investigación titulado: **“EFECTOS DE LA OZONOTERAPIA EN PACIENTES CON HERNIAS DE DISCO LUMBAR”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, al mes de abril del año 2025.

Mauricio Rafael Galeas
C.I: 0202199709



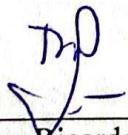
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Yo, **DR. JORGE RICARDO RODRÍGUEZ ESPINOSA**, docente de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Nacional de Chimborazo, en mi calidad de tutor del proyecto de investigación denominado **“EFECTOS DE LA OZONOTERAPIA EN PACIENTES CON HERNIAS DE DISCO LUMBAR”**, elaborado por el señor, **MAURICIO RAFAEL GALEAS PUENTE**, certifico que, una vez realizadas la totalidad de las correcciones el documento se encuentra apto para su presentación y sustentación. Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando a la interesada hacer uso del presente para los trámites correspondientes.

Riobamba, al mes de abril de 2025.

Atentamente,



Dr. Jorge Ricardo Rodríguez Espinosa
DOCENTE TUTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “EFECTOS DE LA OZONOTERAPIA EN PACIENTES CON HERNIAS DE DISCO LUMBAR”, presentado por MAURICIO RAFAEL GALEAS PUENTE, con cédula de identidad número, 0202199709, bajo la tutoría de DR. JORGE RICARDO RODRÍGUEZ ESPINOSA; certificamos que recomendamos la aprobación de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba al mes de abril, 2025.

Mgs. Carlos Eduardo Vargas Allauca
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Mgs. Sonia Alexandra Álvarez Carrión
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Msc. David Marcelo Guevara Hernández
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICACIÓN

Que, **Galeas Puente Mauricio Rafael**, con CC **0202199709**, estudiantes de la Carrera **FISIOTERAPIA**, Facultad de **Ciencias de la Salud**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Efectos de la ozonoterapia en pacientes con hernias de disco lumbar**", cumple con el 4 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Compilatio**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 24 de abril de 2025

Dr. Jorge Ricardo Rodríguez Espinosa
TUTOR

DEDICATORIA

En primer lugar agradecer a Dios, por brindarme la sabiduría y fortaleza necesaria para culminar esta etapa académica. Mis padres Enrique y Rosa, por ser mi ejemplo de perseverancia y superación, por su amor y apoyo incondicional. Mis queridos hermanos Darwin, Adrian, Jacqui y Pepe, por ser mis compañeros de vida y motivarme constantemente a alcanzar mis metas. Shirley, Adrian y Jordy compañeros de aula, por compartir momentos invaluables durante este proceso académico. Todos mis maestros, quienes con su dedicación y conocimientos han contribuido significativamente en mi formación profesional. Este logro es el reflejo del apoyo y amor de todos ustedes, gracias por ser parte de este sueño alcanzado.

Mauricio Rafael Galeas Puente

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme sus puertas y permitirme formarme como profesional, brindándome los conocimientos y herramientas necesarias para mi desarrollo académico. De manera especial, expreso mi más sincero agradecimiento al Dr. Jorge Rodríguez, quien como tutor de tesis me brindó su invaluable guía, conocimientos y dedicación durante todo este proceso investigativo, su paciencia y rigurosidad académica fueron fundamentales para la culminación exitosa de este trabajo. A mis amados padres, Enrique y Rosa, por su apoyo incondicional, sacrificio y amor durante toda mi formación académica, sus enseñanzas y valores han sido el pilar fundamental para alcanzar cada una de mis metas. Finalmente a todos quienes de una u otra manera contribuyeron en la realización de este trabajo de investigación, mi eterno agradecimiento.

Mauricio Rafael Galeas Puente

ÍNDICE GENERAL;	
DERECHOS DE AUTORÍA	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO TUTOR	
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	

CONTENIDO

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCION	14
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	16
2.1 Anatomía de la columna vertebral.....	16
2.2 Morfología distintiva de las vértebras lumbares.....	16
2.3 Disco intervertebral	17
2.4 Plexo lumbar.....	17
2.5 Músculos principales de la zona lumbar.....	18
2.6 Biomecánica lumbar	18
2.7 Hernia Discal	18
2.7.1 Etiopatogénesis.....	19
2.7.2 Fisiopatología	19
2.7.3 Manifestaciones clínicas.....	20
2.7.4 Test de valoración.....	20
2.8 Ozonoterapia.....	20
2.8.1 Aplicación del ozono	21
2.8.2 Mecanismos de acción.....	21
2.8.3 Ventajas del tratamiento	22
2.8.4 Beneficios	22
2.8.5 Contraindicaciones	22
3. CAPÍTULO III. METODOLOGIA	23
4. Valoración de la calidad metodológica de los artículos científicos mediante la escala de PEDro.....	26
5. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
6. DISCUSION	45
7. CAPÍTULO V.....	46

7.1 CONCLUSIONES.....	46
7.2 RECOMENDACIONES	47
8. BIBLIOGRAFÍA	48
9. ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valoración según PEDro	26
Tabla 2. Resultados de la investigación.....	30
Tabla 3. Músculos.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo.....	25
Figura 2. Columna Vertebral.....	51
Figura 3. Vértebra lumbar	51
Figura 4. Ligamentos de las vértebras lumbares	52
Figura 5. Tipos de Hernia Discal.....	52

RESUMEN

Introducción: La hernia discal lumbar constituye una patología frecuente que afecta entre el 60-90% de la población adulta en algún momento de su vida, siendo responsable del 20-30% de los casos de dolor lumbar según la OMS. La ozonoterapia ha surgido como una alternativa terapéutica innovadora, empleando una mezcla de 95% de oxígeno y 5% de ozono para el tratamiento de esta condición. Este tratamiento mínimamente invasivo ofrece importantes ventajas en términos de recuperación y costos en comparación con procedimientos quirúrgicos convencionales.

Objetivo: Describir los efectos de la ozonoterapia como tratamiento en pacientes con hernias de disco lumbar mediante un análisis bibliográfico de la literatura científica.

Metodología: La investigación es de tipo bibliográfico, se recopilaron artículos de distintas bases de datos tales como: PubMed y Scopus, donde se utilizaron criterios de inclusión y exclusión para la selección. Los estudios fueron evaluados mediante la escala PEDro para garantizar su calidad metodológica, incluyendo solo aquellos con puntuación igual o superior a 6.

Resultados: mediante la búsqueda se lograron encontrar 90 artículos las cuales contenían una o dos variables de investigación, a los que se aplicó criterios de inclusión y exclusión. Al finalizar el proceso, 20 artículos son la población de estudio.

Conclusión: La ozonoterapia representa una alternativa terapéutica efectiva y segura para el tratamiento de hernias discales lumbares, ofreciendo ventajas significativas en términos de recuperación, costos y tiempo de hospitalización comparados con procedimientos convencionales. Los resultados respaldan su implementación como opción viable en el manejo de esta patología.

Palabras claves: ozonoterapia, hernia discal, Disco intervertebral, Infiltración de ozono.

ABSTRACT

Introduction: According to the WHO, lumbar disc herniation is a frequent pathology that affects 60-90% of the adult population at some point in their lives and is responsible for 20-30% of cases of low back pain. Ozone therapy has emerged as an innovative therapeutic alternative, employing a mixture of 95% oxygen and 5% ozone to treat this condition. This minimally invasive treatment offers important advantages in terms of recovery and costs in comparison with conventional surgical procedures.

Objective: To describe the effects of ozone therapy as a treatment in patients with lumbar disc herniations using a bibliographic analysis of scientific literature.

Methodology: Bibliographic research is being conducted, articles were collected from different databases such as PubMed and Scopus, where inclusion and exclusion criteria were used for the selection. The studies were evaluated using the PEDro scale to guarantee their methodological quality, including only those with a score equal to or higher than six.

Results: through the search, we were able to find 80 articles containing one or two research variables, to which inclusion and exclusion criteria were applied. At the end of the process, twenty articles are related to the study population.

Conclusion: Ozone therapy represents an effective and safe therapeutic alternative for the treatment of lumbar disc herniations, offering significant advantages in terms of recovery, costs, and hospitalization time compared to conventional procedures. The results support its implementation as a viable option in the management of this pathology.

Keywords: ozone therapy, herniated disc, intervertebral disc, ozone infiltration.



JAVIER ANDRÉS
SALTOS CHACÁN

Reviewed by:

Mg. Javier Andrés Saltos Chacán

ENGLISH TEACHER

c.c. 0202481438

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCION

La hernia discal lumbar (HDL) constituye una condición patológica caracterizada por el desplazamiento anormal del núcleo del disco intervertebral más allá de sus límites anatómicos naturales. Estas alteraciones pueden manifestarse a través de diversos síntomas, incluyendo lumbalgia, dolor que se irradia siguiendo el trayecto nervioso, disminución de la fuerza muscular y alteraciones sensibles como entumecimiento u hormigueo, los cuales siguen patrones específicos de distribución miotomal y dermatomal. En el ámbito clínico, resulta fundamental establecer una diferenciación precisa entre las distintas presentaciones patológicas que puede adoptar esta condición en la columna vertebral, distinguiendo específicamente entre tres variantes principales: la hernia discal protruida, la extruida y la secuestrada (1).

El dolor lumbar representa uno de los problemas de salud más prevalentes a nivel mundial, afectando entre el 60% y 90% de la población en algún momento de su vida. De este grupo, aproximadamente el 5% presenta irradiación hacia las extremidades inferiores, condición conocida como ciática. Es notable que en más del 85% de estos casos, la sintomatología radicular tiene su origen en hernias discales o procesos degenerativos del disco intervertebral. La hernia de disco lumbar sintomática tiene una prevalencia mundial del 1-3%, siendo más frecuente en individuos entre 30 y 50 años, con una marcada predominancia masculina en proporción 2:1 (2).

Las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) revelan que el 80% de los adultos experimenta dolores lumbares, siendo la hernia discal responsable del 20-30% de estos casos. El impacto socioeconómico de esta patología es significativo: en Estados Unidos, representa el 25% de la discapacidad laboral, generando aproximadamente 1400 días de trabajo perdidos por cada 1000 trabajadores anualmente. El panorama en Europa es similar, donde el dolor lumbar motiva entre el 10% y 15% de las consultas médicas, con un 25% de pacientes que manifiestan irradiación ciática. A pesar de que la mayoría de los casos son autolimitados, un 40% evoluciona a la cronicidad, requiriendo intervenciones invasivas o quirúrgicas (3).

En este contexto, la ozonoterapia ha surgido como una alternativa terapéutica innovadora para el tratamiento de las hernias discales. Esta técnica utiliza una mezcla gaseosa compuesta por 95% de oxígeno y 5% de ozono, administrada en distintas concentraciones y por diferentes vías, buscando efectos analgésicos y antiinflamatorios. Su mecanismo de acción se basa en la quimiodiscólisis, proceso que reduce el núcleo pulposo mediante la deshidratación y fragmentación de moléculas de agua, lo que resulta en una menor compresión de las estructuras nerviosas adyacentes (4).

Entre los beneficios más destacados de esta terapia se encuentran su bajo índice de complicaciones en comparación con la cirugía convencional, una recuperación postoperatoria más breve y la posibilidad de una reintegración más rápida del paciente a sus actividades cotidianas (4).

Con base en lo antes mencionado esta investigación tiene como objetivo describir los efectos de la ozonoterapia como tratamiento en pacientes con hernias de disco lumbar. A través del análisis bibliográfico de bases de datos científicos aportando información

acerca de la ozonoterapia y su impacto en la hernia discal en busca del bienestar de la persona.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Anatomía de la columna vertebral

La columna vertebral constituye una estructura ósea axial que combina resistencia y flexibilidad, ubicada en la región medial y posterior del tronco. Se extiende desde el cráneo, al cual brinda soporte, hasta la pelvis, que actúa como su base de sustentación. Una de sus funciones primordiales es proporcionar protección a la médula espinal, alojada en el conducto raquídeo. Su composición anatómica comprende entre 33 y 35 vértebras, organizadas en segmentos específicos: 24 vértebras presacras (distribuidas en 7 cervicales, 12 torácicas y 5 lumbares), 5 vértebras sacras y de 3 a 5 vértebras coccígeas. En términos dimensionales, la columna vertebral alcanza aproximadamente 75 cm de longitud, presentando sus máximos diámetros anteroposterior y transversal en la base del sacro, desde donde disminuyen progresivamente hacia ambos extremos (5). **(Fig 2)**

La configuración estructural de la columna presenta un diseño característico con cuatro curvaturas en el plano sagital y una en el plano frontal. Las curvaturas sagitales se distribuyen de manera alternada en sentido superior-inferior, mostrando convexidades y concavidades anteriores: la región cervical exhibe una convexidad anterior, la zona torácica presenta una concavidad anterior, el segmento lumbar muestra una convexidad anterior, y la región sacrococcígea desarrolla una concavidad anterior (5).

2.2 Morfología distintiva de las vértebras lumbares

- a) **Cuerpo vertebral:** Se caracteriza por su estructura voluminosa y forma reniforme, con predominio del eje transversal.
- b) **Pedículos:** Presentan un grosor significativo, insertándose en los tres quintos superiores o en la mitad superior de la confluencia entre las superficies posterior y lateral del cuerpo vertebral, con una escotadura inferior más pronunciada que la superior.
- c) **Láminas:** Se distinguen por presentar una mayor dimensión vertical que horizontal.
- d) **Apófisis espinosa:** Comprende una proyección vertical de morfología rectangular y consistencia robusta, con orientación horizontal posterior y terminación engrosada en su borde libre posterior.
- e) **Apófisis transversas :** Se originan en la convergencia del pedículo y la apófisis articular superior, caracterizándose por su extensión longitudinal y estrechez, culminando en una terminación aguzada.
- f) **Apófisis Articulares:** Las superiores exhiben un aplanamiento transversal, con una superficie articular cóncava en su cara medial, orientada medial y posteriormente. La cara lateral presenta una prominencia denominada apófisis mamilar. Las apófisis articulares inferiores muestran una superficie articular convexa cilíndrica, orientada lateral y anteriormente, que se articula con la concavidad de la apófisis articular superior de la vértebra subyacente.
- g) **Agujero Vertebral:** Presenta una configuración triangular con lados aproximadamente equidistantes (5). **(Fig 3)**

2.3 Disco intervertebral

Los discos intervertebrales funcionan como ligamentos interóseos con estructura biconvexa, adheridos a las superficies vertebrales adyacentes. Su altura varía según la región, siendo máxima en la zona lumbar y mínima entre T3-T7. Estructuralmente, se componen de dos partes principales:

- La porción periférica (anillo fibroso) se caracteriza por su dureza y elasticidad, constituida por laminillas de fibras orientadas en diferentes direcciones para facilitar los diversos movimientos vertebrales. Con el envejecimiento, estas fibras tienden a esclerosarse, reduciendo la elasticidad raquídea.
- La porción central contiene el núcleo pulposo, una estructura gelatinosa ubicada ligeramente posterior, que con la edad pierde su característica transparente y flexible, tornándose amarillenta y rígida. Su desplazamiento anormal, principalmente posterior, puede generar hernias discales que comprometen estructuras neurales, manifestándose especialmente en regiones móviles como la cervical y lumbar (6).

El sistema ligamentario vertebral comprende dos estructuras principales:

- El ligamento longitudinal anterior: se extiende desde el occipital hasta el sacro, adhiriéndose a cuerpos vertebrales y discos.
- El ligamento longitudinal posterior: recorre la cara posterior de los cuerpos vertebrales dentro del canal medular, desde el foramen magno hasta el cóccix. **(Fig 4)**

Específicamente en la región lumbar, las articulaciones vertebrales se caracterizan por su robustez y movilidad, con discos intervertebrales que representan un tercio de la altura del cuerpo vertebral. Los espacios interlaminares e interespinosos, amplios y verticales, están reforzados por ligamentos elásticos, mientras que las articulaciones cigapofisarias presentan superficies cartilaginosas extensas, fortalecidas medialmente por el ligamento amarillo (6).

2.4 Plexo lumbar

El plexo lumbar constituye una red nerviosa compleja que se forma principalmente a partir de las ramas anteriores de los nervios espinales L1 a L5, con una posible contribución adicional de una rama procedente del nivel torácico T12. La característica distintiva de este plexo es que la emisión de sus ramas musculares ocurre únicamente después de que las ramas anteriores se han entrelazado. Anatómicamente, el plexo se localiza anterior a las apófisis costales, discurriendo entre las fibras del músculo psoas mayor (7).

La distribución neural del plexo sigue un patrón específico: la rama anterior de L1, que establece conexiones anastomóticas con el duodécimo nervio intercostal y la rama anterior de L2, se divide distalmente para formar los nervios iliohipogástrico (derivado de T12-L1) e ilioinguinal (procedente de L1-L2). De la convergencia de las ramas L1 y L2 emerge el nervio genitocrural, mientras que la anastomosis entre L2 y L3 da origen al nervio cutáneo lateral del muslo. Finalmente, los nervios crural y obturador se constituyen mediante la integración de las anastomosis provenientes de los niveles L2 a L4 (7).

2.5 Músculos principales de la zona lumbar

Los músculos de la región lumbar cumplen un papel muy importante en la estabilidad y movimiento de la columna vertebral baja. El músculo cuadrado lumbar, situado en la parte posterior lateral del tronco, tiene como función principal la inclinación lateral de la columna. Los músculos erectores de la columna (iliocostal lumbar, longísimo y espinal) son responsables de la extensión de la columna vertebral y el mantenimiento de la postura erguida. El músculo multífido, que se encuentra profundo a los erectores espinales, es esencial para la estabilización segmentaria de la columna lumbar y el control de los movimientos intervertebrales finos. El músculo psoas mayor, se ubica en el compartimento anterior, tiene una importante función en la región lumbar, ya que se origina en las vértebras lumbares y actúa como flexor de cadera y estabilizador de la columna lumbar. Complementariamente, los músculos transversos del abdomen y oblicuos interno y externo, aunque son músculos abdominales, contribuyen significativamente a la estabilidad de la región lumbar mediante la creación de presión intraabdominal y entre otros (6). **(Tabla 3)**

2.6 Biomecánica lumbar

La columna presenta cuatro movimientos que son flexión, extensión, rotación y inclinación lateral. En el plano sagital, se ejecutan los movimientos de flexión y extensión, donde la flexión implica el movimiento anterior del tronco, mientras que la extensión involucra el movimiento posterior. En el plano coronal, se produce la inclinación lateral, permitiendo la inclinación del tronco hacia ambos lados. Por último, en el plano horizontal o transversal, se desarrolla el movimiento de rotación axial (7).

2.7 Hernia Discal

La hernia discal vertebral, caracterizada por el desplazamiento del núcleo pulposo fuera de su espacio intervertebral habitual, constituye una causa significativa de dolor raquídeo. Esta patología se manifiesta evidentemente mediante un dolor de características agudas o punzantes, con un patrón de irradiación hacia los miembros inferiores. En los cuadros de mayor gravedad, el cuadro clínico puede incluir manifestaciones neurológicas como déficit motor y alteraciones sensitivas (8). **(Fig 5)**

La fisiopatología del dolor se relaciona directamente con la estructura y función del disco intervertebral, el cual actúa como elemento amortiguador entre los cuerpos vertebrales. Cuando se produce una hernia discal, la compresión resultante sobre las estructuras nerviosas adyacentes esté sobre raíces nerviosas o la médula espinal puede desencadenar no solo dolor neuropático sino también, en casos más severos, una disfunción medular o mielopatía (8).

La etiología de las hernias discales presenta un carácter multifactorial, incluyendo alteraciones congénitas, patologías del tejido conectivo y eventos traumáticos. Desde una perspectiva biomecánica, las regiones lumbar y cervical de la columna vertebral son particularmente susceptibles al desarrollo de hernias discales debido a las fuerzas mecánicas a las que están sometidas. En términos epidemiológicos, esta patología muestra una predominancia en la población adulta, con una distribución por género que

evidencia una mayor prevalencia en hombres respecto a mujeres en una proporción de 2:1. El rango etario de mayor incidencia se concentra entre los 30 y 50 años de edad (2).

2.7.1 Etiopatogénesis

Los factores etiológicos predisponentes para el desarrollo de la hernia discal pueden clasificarse en diversas categorías:

El proceso degenerativo discal y ligamentario constituye un factor primordial, caracterizado por la deshidratación progresiva que resulta en la disminución de la altura discal. Este fenómeno está intrínsecamente vinculado al proceso natural de envejecimiento, durante el cual se produce una desorganización estructural de las proteínas fundamentales como el colágeno y la elastina, generando fisuras tisulares.

Los factores mecánicos juegan un papel crucial, destacando los microtraumatismos repetitivos asociados a movimientos cíclicos de flexión-extensión del tronco bajo carga y rotaciones sostenidas. La composición corporal también resulta determinante, donde el exceso de peso y especialmente la adiposidad abdominal incrementan la lordosis lumbar, generando una presión vertebral posterior excesiva (1).

Además, existen elementos anatómicos pasivos que influyen en la predisposición a esta patología, incluyendo la configuración de las facetas articulares, la integridad ligamentaria y el tono de la musculatura paravertebral (1).

2.7.2 Fisiopatología

La estructura del disco intervertebral comprende tres elementos fundamentales: el núcleo pulposos (NP) en posición central, el anillo fibroso (AF) en la periferia, y las placas cartilaginosas que establecen la interfaz con los cuerpos vertebrales adyacentes. El NP presenta una composición predominantemente acuosa (66-86%), complementada por colágeno tipo II y proteoglicanos, confiriendo una consistencia gelatinosa. El AF, constituido por 15-25 láminas concéntricas organizadas radialmente, exhibe una distribución diferencial de colágeno: tipo II en las láminas internas y tipo I en las externas (9).

Desde una perspectiva biomecánica, las fuerzas compresivas sobre el disco generan un incremento de presión en el NP, provocando su aplanamiento y consecuente expansión contra el AF. En condiciones fisiológicas, el AF mantiene la contención central del NP. Sin embargo, la desorganización estructural del FA puede permitir la migración del material nuclear, originando una hernia discal. La sintomatología asociada se debe tanto a la compresión del ligamento longitudinal como a la respuesta inflamatoria local. La radiculopatía lumbar se desarrolla cuando el material herniado comprime las raíces nerviosas o la duramadre, desencadenando procesos de isquemia e inflamación neural. Es relevante señalar que la raíz nerviosa afectada corresponde parcialmente a la vértebra inferior al disco herniado, siendo el nivel L5-S1 el más frecuentemente comprometido debido al adelgazamiento anatómico del ligamento longitudinal posterior en esta región (9).

La clasificación morfológica de las hernias discales comprende tres variantes principales:

- **Protrusión:** caracterizada por una base de material herniado más amplia que su diámetro

- Extrusión: presenta una configuración fungiforme con un cuello estrecho que mantiene la conexión con el NP
- Secuestro: implica la separación completa del material herniado respecto al NP (9).

2.7.3 Manifestaciones clínicas

La hernia discal lumbar se caracteriza por una constelación de manifestaciones clínicas distintivas que incluyen dolor localizado en la región lumbar, irradiación radicular, restricción en la movilidad del tronco durante la flexión, y alteraciones neurológicas que comprometen tanto el componente sensitivo como motor, siguiendo la distribución de las raíces lumbosacras afectadas.

La sintomatología presenta características específicas de exacerbación, intensificándose durante maniobras que aumentan la presión intraabdominal, como la tos, el estornudo o el esfuerzo físico. Es particularmente notable el incremento del dolor en la posición sedente, fenómeno atribuible al aumento aproximado del 40% en la presión intradiscal que esta postura genera (9).

2.7.4 Test de valoración

2.7.4.1 Test de elevación de pierna extendida (TEPE)

La prueba de elevación de la pierna recta, también llamada prueba de Lasegue, es una maniobra fundamental durante el examen físico de un paciente con dolor lumbar, se lo realiza en posición supina. Esta prueba puede ser positiva en una variedad de condiciones, aunque la hernia de disco lumbar es la más común. El examinador eleva suavemente la pierna del paciente flexionando la cadera con la rodilla en extensión y la prueba se considera positiva cuando el paciente experimenta dolor a lo largo de la extremidad inferior en la misma distribución de las raíces nerviosas radiculares inferiores generalmente L5 o S1 (2).

2.8 Ozonoterapia

El ozono (O₃), descubierto durante el siglo XIX, representa una molécula triatómica de oxígeno caracterizada por una estructura mesomérica de inestabilidad inherente. Sus propiedades físicas incluyen la ausencia de color, un olor característicamente acre y un estado altamente explosivo en sus formas líquidas y sólidas. Su estabilidad temporal varía según la temperatura, exhibiendo una vida media de 40 minutos a 20°C y aproximadamente 140 minutos a 0°C (10).

La ozonoterapia, también denominada oxígeno-ozonoterapia, ha surgido como una modalidad terapéutica innovadora en el manejo de patologías musculoesqueléticas, incluyendo las hernias discales. Esta terapia emplea ozono médico, una mezcla gaseosa compuesta por 95% de oxígeno y 5% de ozono, administrada en concentraciones variables según la vía de aplicación seleccionada. El protocolo terapéutico contempla diversas rutas de administración, determinadas por el objetivo clínico específico, manteniéndose dentro de una "ventana terapéutica" que garantiza seguridad y eficacia, con concentraciones que oscilan entre 1µg/ml y 100µg/ml. Este abordaje terapéutico ha demostrado utilidad en múltiples condiciones, incluyendo la cicatrización de heridas y el dolor lumbar (4).

2.8.1 Aplicación del ozono

La administración de ozono en patología discal presenta diversas modalidades técnicas de aplicación. La infiltración paravertebral representa el abordaje técnicamente más accesible, mientras que las aplicaciones facetarias, foraminales, epidurales o intradiscales requieren guía imagenológica mediante radioscopia o ultrasonido.

Las modalidades terapéuticas del ozono médico se clasifican en tres categorías principales:

1. Aplicación tópica: mediante agua u aceites ozonizados, orientada a promover la cicatrización y ejercer efectos germicidas.
2. Administración infiltrativa: indicada en diversas patologías musculoesqueléticas, incluyendo:
 - Procesos inflamatorios articulares y de tejidos blandos (artritis, miositis, fascitis, tendinitis)
 - Afecciones neurológicas periféricas (neuritis)
 - Síndromes dolorosos (dolor miofascial)
 - Neuropatías compresivas (síndrome del túnel carpiano)
 - Poliartritis (compromiso interfalángico, sacroilíaco, coxofemoral y de rodilla)
3. Aplicación sistémica

La creciente adopción de la modalidad infiltrativa se fundamenta en las propiedades oxidantes del ozono y su óptima capacidad de difusión tisular, destacando particularmente su eficacia en aplicaciones paravertebrales para el manejo del dolor lumbar crónico (11).

2.8.2 Mecanismos de acción

1. Efectos locales:
 - Produce deshidratación del núcleo pulposo herniado, reduciendo su volumen y disminuyendo la presión sobre las raíces nerviosas.
 - Oxida directamente citoquinas inflamatorias ($\text{TNF}\alpha$, IL-6, IL-1 β), reduciendo la inflamación
 - Inhibe la prostaglandina E2 y fosfolipasa A2, con efecto antiinflamatorio similar a los corticoides
 - Facilita la eliminación de tejido graso al transformar ácidos grasos insaturados en hidrófilos.
2. Efectos inmunológicos:
 - Favorece la expresión de macrófagos M2 sobre M1, promoviendo:
 - La fagocitosis del material herniado.
 - Menor formación de tejido cicatricial.
 - Mejor reparación y remodelación tisular.
3. Efectos sistémicos:
 - Aumenta la actividad mitocondrial y la producción de ATP.
 - Mejora la oxigenación tisular.
 - Produce vasodilatación mediada por óxido nítrico.
 - Tiene efecto antiagregante plaquetario.
 - Estimula factores de crecimiento que favorecen la regeneración tisular

2.8.3 Ventajas del tratamiento

1. Seguridad y eficacia:
 - Procedimiento ambulatorio
 - Baja tasa de complicaciones
 - Permite una rápida reincorporación a actividades diarias.
 - Evita los riesgos asociados a la cirugía.
 - No produce fibrosis residual
2. Aspectos prácticos:
 - Técnica relativamente sencilla y económica
 - Múltiples vías de administración (paravertebral, epidural, foraminal)
 - Puede ser guiado por ecografía o radioscopia para mayor precisión.
 - Aplicable en diferentes tipos de hernias (contenidas, extruidas o migradas)
 - Útil también en estenosis de canal y casos de cirugía fallida

2.8.4 Beneficios

- Disminución rápida del dolor
- Reducción en el consumo de medicamentos
- Mejoría de la función neurológica
- Puede evitar la necesidad de cirugía en casos seleccionados
- Los efectos se mantienen a largo plazo (1).

2.8.5 Contraindicaciones

- Hipovolemia
- ACV hemorrágico
- Hipertensión intracraneal (11)

3. CAPÍTULO III. METODOLOGIA

Diseño de investigación

El diseño de la investigación se fundamenta en un enfoque documental. El proceso investigativo se desarrolló mediante la recolección y análisis sistemático de investigaciones anteriores, caracterizándose por ser un estudio no experimental donde no se alteraron las condiciones naturales del fenómeno estudiado ni se manipularon deliberadamente las variables.

Tipo de investigación

El tipo de investigación se caracterizó por ser bibliográfico, centrándose en un exhaustivo análisis de la literatura científica relacionado con la aplicación de la ozonoterapia en el tratamiento de hernias discales lumbares. Se priorizó la revisión de ensayos clínicos, debido a su alto nivel de rigor metodológico. La información fue extraída de reconocidas bases de datos académicos y científicas, incluyendo PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*), PudMed y Scopus garantizando así la validez y confiabilidad de los datos recopilados.

Nivel de Investigación

El estudio adoptó un carácter descriptivo, orientándose a la identificación y análisis detallado de las ventajas terapéuticas que ofrece la ozonoterapia en el manejo de hernias discales lumbares. A través de una revisión sistemática, se examinaron diversos elementos predisponentes documentados en investigaciones anteriores, tales como factores etarios, nivel de actividad física, condiciones patológicas concomitantes y el estado general de salud de los pacientes, todos ellos relacionados con el desarrollo de hernias discales.

Método de investigación

Se implementó una metodología inductiva, procediendo desde el análisis individual de cada concepto hacia su integración en el contexto del abordaje fisioterapéutico. El proceso de recolección de información se fundamentó en la exploración de casos particulares vinculados con las variables de estudio. Además, se tomaron premisas de otras investigaciones para generar conclusiones o razonamientos.

Relación con el tiempo de investigación

Según la relación con el tiempo, esta investigación fue de tipo retrospectiva dado que se examinó información de hechos estudiados con 10 años de anterioridad por diferentes autores.

Criterios de inclusión

- Artículos científicos publicados desde 2015 hasta 2025.
- Artículos científicos que abarquen las variables en estudio.
- Artículos científicos que se encuentren en español y inglés.
- Artículos con una valoración según la escala de PEDro de 6 o mayor.

Criterios de exclusión

- Artículos científicos incompletos o duplicados de diferentes bases de datos.
- Artículos de acceso restringido (pagos)

Población de estudio

Se realizó una búsqueda bibliográfica y exhaustiva de la literatura científica en las principales bases de datos académicas, obteniendo una muestra final de 20 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos. Para garantizar el rigor metodológico del análisis, se evaluó la calidad de los estudios seleccionados mediante la escala PEDro, una herramienta validada internacionalmente que examina 11 criterios relacionados con la validez interna, la validez externa y la interpretabilidad estadística de los ensayos clínicos. Esta escala fue aplicada a la totalidad de los artículos seleccionados, permitiendo así una valoración objetiva y estandarizada de la calidad metodológica de cada estudio incluido en la revisión.

Técnicas de recolección de datos

- Selección de fuentes bibliográficas.
- Recopilación documental.
- Lectura.
- Análisis.

Método de análisis y procesamiento de datos

Después de analizar y estudiar la bibliografía recolectada, se procedió a realizar una evaluación utilizando la escala de PEDro, que incluye 10 criterios de validación metodológica.

Las técnicas de recolección de datos incluyeron la investigación de artículos relevantes al tema para el desarrollo de la investigación. El proceso de selección y extracción de datos comenzó con un total de 80 artículos, de los cuales se excluyeron 10 por ser duplicados en bases de datos científicas como PEDro, Scopus y PubMed. Además, se eliminaron 18 artículos tras la lectura de sus resúmenes, 5 por no ser relevantes tras leer el contenido completo, 8 por obtener una valoración menor a 6 en la escala de PEDro, 9 por tener resultados deficientes, 10 debido a la escasa información en los métodos o conclusiones irrelevantes para el estudio. Finalmente, se recopilaron 20 artículos que cumplieran con todos los parámetros necesarios para llevar a cabo el proyecto de investigación.

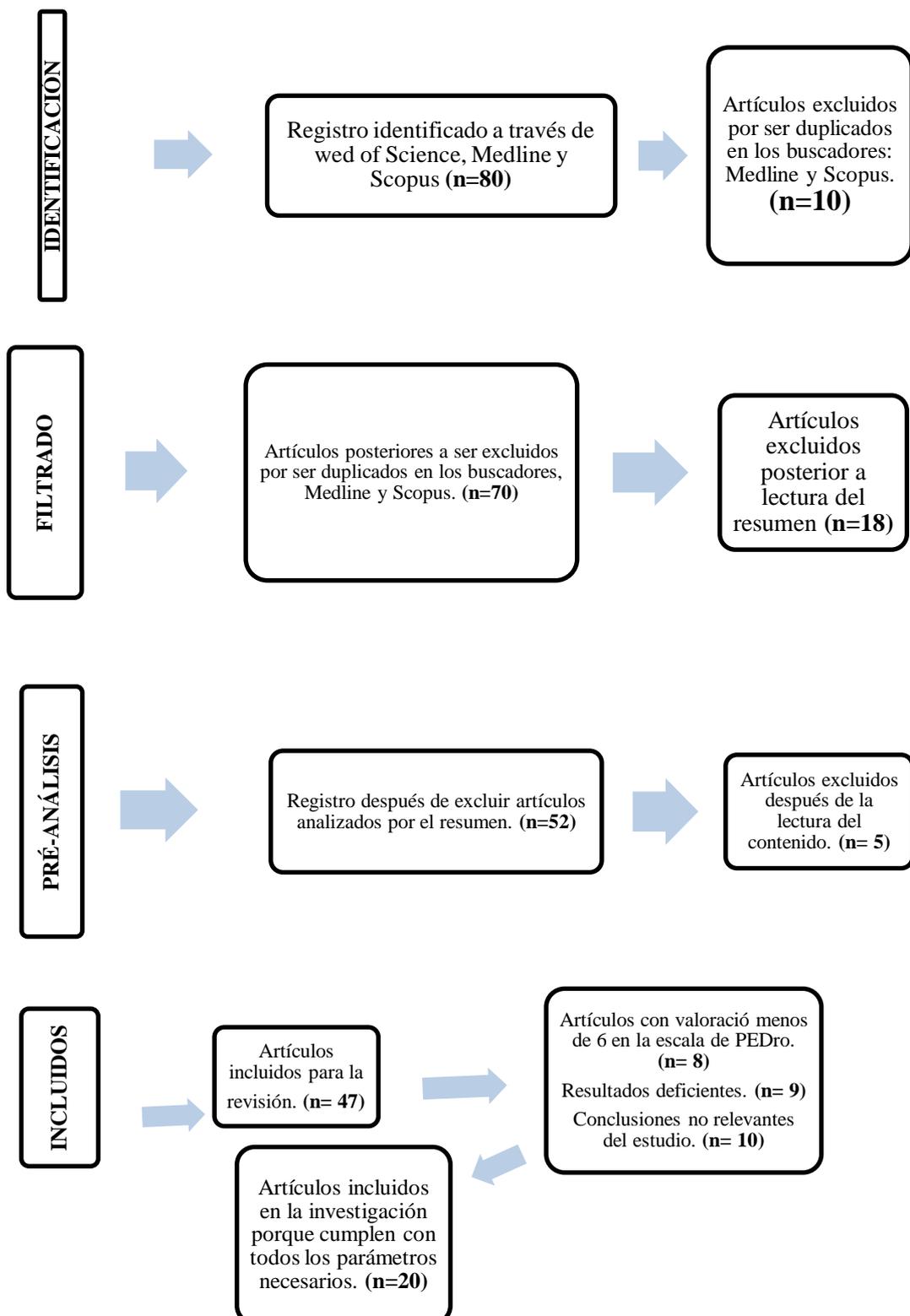


Figura 1. Diagrama de flujo

*Adaptada: Methodology in conducting a systematic review of biomedical research.

4. Valoración de la calidad metodológica de los artículos científicos mediante la escala de PEDro.

Tabla 1. Valoración según PEDro

Nº	AUTOR	TÍTULO ORIGINAL	TÍTULO TRADUCIDO	BASE CIENTÍFICA	CALIFICACIÓN ESCALA PEDro
1	Elawamy, 2018 (12)	Implication of Two Different Doses of Intradiscal Ozone-Oxygen Injection upon the Pain Alleviation in Patients with Low Back Pain: A Randomized, Single-Blind Study	Implicación de dos dosis diferentes de intradiscal Inyección de ozono y oxígeno para el dolor Alivio en pacientes con dolor lumbar: una Estudio aleatorio, simple ciego.	PubMed	8
2	Yalcin, 2021 (13)	Paravertebral intramuscular ozone therapy in lumbar disc hernia: A comprehensive retrospective study.	Ozonoterapia intramuscular paravertebral en la hernia de disco lumbar: un estudio retrospectivo integral	PubMed	7
3	Wang, 2017 (14)	Clinical efficacy of lumbar interbody fusion using a channel system combined with ozone therapy for the treatment of central-type L3-L4 lumbar disc herniation	Eficacia clínica de la fusión intersomática lumbar mediante un sistema de canales combinado con ozonoterapia para el tratamiento de la hernia discal lumbar de tipo central L3-L4	PubMed	8
4	Sucuoglu, 2021 (15)	Is paravertebral ozone injection effective as an add-on treatment for acute lumbar disc herniation? A randomized, double-blind, placebo-controlled study	¿Es eficaz la inyección paravertebral de ozono como tratamiento adicional para la hernia discal lumbar aguda? Un estudio aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo	Medline	8

5	Salehpour, 2021 (16)	Ozone Therapy as a Minimally-invasive Alternative in patients with Acute Lumbar Disc Herniation: A Randomized Clinical Trial	Ozonoterapia como alternativa mínimamente invasiva en pacientes con hernia de disco lumbar aguda: ensayo clínico aleatorizado	Scopus	7
6	Niu, 2018 (17)	Therapeutic effect of medical ozone layers on the lumbar area. herniated disc.	Efecto terapéutico del ozono médico sobre la zona lumbar. hernia de disco	Medline	8
7	Clavo, 2021 (18)	Ozone therapy versus surgery for lumbar disc herniation: a randomized, double-blind, controlled trial.	Ozonoterapia versus cirugía para la hernia de disco lumbar: un ensayo controlado aleatorio, doble ciego	PubMed	8
8	Tulay, 2020 (19)	Efficacy of intradiscal ozone therapy with or without injection of perforaminal steroids in lumbar disc herniation: a double-blind study.	Eficacia de la terapia con ozono intradiscal con o sin inyección de esteroides perforaminales en Hernia de disco lumbar: un estudio doble ciego	PubMed	8
9	Rahimzadeh, 2018 (20)	Comparison of percutaneous intradiscal ozone injection with laser disc decompression in discogenic low back pain	Comparación del ozono intradiscal percutáneo inyección con descompresión de disco láser en dolor lumbar discogénico	PubMed	8
10	Bernal-Pena, 2024 (21)	Ozonotherapy in the treatment of lumbar disc herniation, Camilo Cienfuegos General Hospital, Sancti Spíritus	Ozonoterapia en el tratamiento de la hernia discal lumbar, hospital general Camilo Cienfuegos, Sancti Spíritus	ECIMED	7
11	Rodríguez, 2019 (22)	Economic study of the application of ozone therapy in the treatment of pain due to intervertebral disc herniation	Estudio económico de la aplicación de Ozonoterapia en la atención del dolor por hernia de disco intervertebral	PubMed	7

12	Ozcan, 2018 (23)	Intradiscal ozone therapy for lumbar disc herniation	Ozonoterapia intradiscal para hernia de disco lumbar	PubMed	7
13	Ozcan, 2019 (24)	The Effect of Paravertebral Ozone Injection in the Treatment of Low Back Pain	El efecto de la inyección paravertebral de ozono en el tratamiento del dolor lumbar	PubMed	7
14	Atci, 2024 (25)	Effects of Ozone Disc Nucleolysis in Management of Herniated Lumbar Intervertebral Disc: A Retrospective Single-Center Study of 149 Patients	Efectos de la nucleólisis del disco con ozono en el tratamiento de la hernia de disco intervertebral lumbar: un estudio retrospectivo de un solo centro con 149 pacientes	PudMed	8
15	Parvin 2024 (26)	Comparative effectiveness of paravertebral Ozone injection and caudal epidural steroid-hyaluronidase injection in lumbosacral spinal stenosis	Eficacia comparativa de la terapia paravertebral Inyección de ozono e inyección epidural caudal de esteroides hialuronidasa en la estenosis espinal lumbosacra	PubMed	8
16	Fathy 2022 (27)	Comparative effect of transforaminal injection of Magnesium sulphate versus Ozone on oxidative stress biomarkers in lumbar disc related radicular pain	Efecto comparativo de la inyección transforaminal de sulfato de magnesio versus ozono sobre los biomarcadores de estrés oxidativo en el dolor radicular relacionado con el disco lumbar.	PubMed	8
17	Núñez 2016 (28)	Effect of retrodiscal and intradiscal ozone by type of intervertebral disc affected by herniated discs	Efecto del ozono retrodiscal e intradiscal según el tipo de disco intervertebral afectado por hernias discales	PubMed	8

18	Perri 2016 (29)	Indications and efficacy of O2–O3 intradiscal versus steroid intraforaminal injection in different types of disco vertebral pathologies: a prospective randomized double-blind trial with 517patients	Indicaciones y eficacia de la inyección intradiscal de O2-O3 frente a la intraforaminal de esteroides en diferentes tipos de patologías discovertebrales: un ensayo prospectivo, aleatorizado y doble ciego con 517 pacientes.	PubMed	7
19	Kelekis 2022 (30)	Intradiscal oxygen-ozone chemonucleolysis versus microdiscectomy for lumbar disc herniation radiculopathy: a non–inferiority randomized control trial	Quimionucleólisis intradiscal de oxígeno-ozono versus Microdiscectomía para radiculopatía por hernia de disco lumbar: Un ensayo controlado aleatorio de no inferioridad.	PubMed	8
20	Bhatia 2019 (31)	Percutaneous Ozone Treatment for Herniated Lumbar Discs: 1-Year Follow-up of a Multicenter Pilot Study of a Handheld Disposable Ozone-Generating Device	Tratamiento con ozono percutáneo para Discos lumbares herniados: 1 año Seguimiento de un piloto multicéntrico Estudio de un dispositivo portátil desechable Dispositivo generador de ozono.	PubMed	7

5. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla. Síntesis de los resultados de los artículos seleccionados

Tabla 2. Resultados de la investigación

Nº	Autor/ Año	Participantes	Intervención	Variables	Resultados
1	Atc1, 2024 (12)	incluyó 149 pacientes evaluados entre 2022 y 2024, con las siguientes características: Distribución por género: 61 varones (40,9%) y 88 mujeres (59,1%) Edad media: 43,9 ± 4,7 años (rango 22-71 años) IMC promedio: 24,7 ± 2,4 Duración media del dolor: 3,2 meses	Procedimiento realizado bajo anestesia local con procaína. Guiado por fluoroscopia con arco en C Aguja espinal 22G de 20 cm insertada en un ángulo de 45 grados Aplicación de una mezcla de 25 ml, de ozono (O2-O3) con concentración de oxígeno de 30 microgramos/ml. Administración intradiscal bajo condiciones estériles en el quirófano. Observación post-procedimiento durante 2 horas Seguimiento con evaluaciones al mes, 3 meses, 6 meses y 1 año	IMC: 24.7 ± 2.4 Niveles de disco tratados: L3-L4: 20 pacientes (13.4%) L4-L5: 90 pacientes (60.4%) L5-S1: 34 pacientes (22.8%) L3-L4+L4-L5: 5 pacientes (3.3%)	En el primer mes posterior al procedimiento, se intervino a 3 pacientes. Estos pacientes fueron evaluados con una resonancia magnética lumbar en el primer mes posterior al procedimiento, ya que el dolor no disminuyó y la ciatalgia se hizo más pronunciada. Se observó que los discos de los pacientes se agrandaron y la compresión de la raíz y el conducto aumentó. A los pacientes se les ofreció cirugía. Los pacientes que aceptaron la cirugía se sometieron a una discectomía microquirúrgica.

			Control por RMN a los 2 meses post-procedimiento		
2	Bernal-Pena, 2024 (13)	130 pacientes, los participantes fueron distribuidos equitativamente en dos grupos de 65 pacientes cada uno (relación 1:1), conformando un grupo estudio (casos) y un grupo control.	El grupo estudio recibió un tratamiento combinado que consistió en ozonoterapia más terapia medicamentosa convencional. La ozonoterapia se aplicó por vía rectal de forma escalonada, administrándose una vez cada 24 horas durante cuatro semanas, completando un total de 20 sesiones. Primera semana 100ml, segunda semana 150ml, tercera semana 200ml y cuarta semana 250ml. Por su parte, el grupo control recibió únicamente terapia medicamentosa convencional con analgésicos y antiinflamatorios.	La intensidad del dolor, según la escala analógica visual, era severo en ambos grupos antes del tratamiento y luego de este predomina la ausencia de dolor (grupo estudio), dolor ligero (grupo control).	En cuanto a la intensidad del dolor, se observó una disminución en ambos grupos después del tratamiento, pero con mejores resultados en el grupo estudio donde el 61.54% de los pacientes mostró una mejoría notable.
3	Parvin 2024 (14)	Total de 30 pacientes con síndrome de dolor lumbar divididos en dos grupos de 15 cada uno.	Grupo A (n=15): Recibieron tres infiltraciones intramusculares paravertebrales de ozono	Escala de Discapacidad por Dolor de Espalda de Quebec (QBPD)	Evaluación del dolor (EVA): Ambos grupos mostraron mejoría

	Edad entre 55 y 75 años	Concentración de ozono: 20 mg/ml. Una inyección por semana durante 3 semanas consecutivas Aplicación bilateral en músculos para espinales (5 ml cada lado) Grupo B (n=15): Recibieron una única inyección epidural caudal de: Metilprednisolona 80 mg (2 ml) Marcaína 0,5% (4 ml) Hialuronidasa 1500 UI	Cuestionario de Roland Morris (RMQ)	A las 2 y 4 semanas: Mayor reducción en grupo B (epidural) A las 8 semanas: Mayor reducción en grupo A (ozono)	
4	Fathy 2022 (15)	Total de 135 pacientes con prolapso discal lumbar sintomático divididos en tres grupos de 45 cada uno	Grupo A (n=45): Inyección transforaminal de sulfato de magnesio con esteroides 7 mg Betametasona + 100 mg sulfato Mg + anestesia local (lidocaína 2%) Grupo B (n=45): Inyección transforaminal de ozono con esteroides 7 mg Betametasona + mezcla O2-O3 (concentración ozono	Se midieron los niveles séricos de: Superóxido dismutasa (SOD) Glutación (GSH) Evaluación Breve de la Satisfacción del Paciente (SAPS)	Evaluación del dolor y función (2 semanas, 1, 3 y 6 meses): A las 2 semanas: Mejoría significativa en los tres grupos en NRS, ODI y FRI Al mes y 3 meses: Mejoría significativa solo en grupos sulfato Mg y ozono

			25 µg/ml, 3 ml) + anestesia local Grupo Control (n=45): Inyección transforaminal de esteroides solos 7 mg Betametasona + anestesia local		A los 6 meses: Mejoría significativamente solo en grupo sulfato Mg Satisfacción del paciente: Mayor satisfacción en grupos sulfato Mg y ozono vs control
5	Kelekis 2022 (16)	Número total: 49 pacientes. Género: 17 mujeres y 32 hombres.	Grupo experimental: Inyección intradiscal única de gas oxígeno-ozono (14 ml a una concentración de 35 ±3 µg/ml) realizada en cirugía ambulatoria bajo anestesia local. Grupo control: Microdiscectomía lumbar abierta convencional bajo anestesia general.	Índice de Discapacidad de Roland Morris (RMDI) Evalúa la discapacidad funcional Cuestionario EQ-5D Evalúa 5 dimensiones: Dolor/estrellamasculina Autocuidado Actividades habituales Movilidad Ansiedad/depresión	Ambos grupos mostraron mejorías significativas y sostenidas en el dolor de piernas, dolor de espalda, índice de discapacidad de Roland Morris (RMDI) y calidad de vida (EQ-5D). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre grupos. El 71% del grupo oxígeno-ozono evitó la cirugía.
6	Clavo, 2021 (17)	Pacientes que se encontraban en lista de espera para cirugía de hernia discal, con un rango de edad entre 18 y 75 años. El	El primer grupo recibió el tratamiento estándar discectomía	quirúrgico mediante o	Días de hospitalización: Grupo cirugía: mediana de 3 días En cuanto a la necesidad de cirugía adicional, solo el 20% de los pacientes del grupo de ozono (1 de 5)

	estudio se completó con un total de 19 pacientes que fueron distribuidos en tres grupos de tratamiento.	microdissectomía. El segundo grupo fue tratado con infiltración intradiscal de O2O3 a una concentración de 27 µg/ml, complementada con infiltración foraminal de O2O3, esteroides y anestésico. El tercer grupo recibió infiltración intradiscal de O2 junto con infiltración foraminal de O2, esteroides y anestésico.	El Grupo ozono: mediana de 0 días Costos asociados: Grupo cirugía: mediana de 3702 EUR Grupo ozono: mediana de 364 EUR	requirió una intervención posterior, en comparación con el 60% de los pacientes del grupo de oxígeno (3 de 5). En el grupo de cirugía, el 11% de los pacientes (1 de 9) necesitó una segunda intervención quirúrgica. Al comparar específicamente el grupo de ozono con el grupo de cirugía, se encontraron diferencias significativas en términos de hospitalización y costos.	
7	Salehpour, 2021 (18)	100 pacientes Los participantes fueron divididos de manera aleatoria en dos grupos de 50 pacientes cada uno: grupo casos y grupo control. Edades comprendidas entre 18 y 60 años.	El grupo casos recibió una combinación de ozonoterapia en una concentración de 25 mcg/ml con un volumen de 5 cc, además de terapia médica convencional que consistía en naproxeno 500 mg y baclofeno 10 mg, ambos administrados dos veces al día. Por su parte, el grupo control recibió únicamente la terapia médica convencional	Prueba de Lasegue Síndrome de Piernas Inquietas (RLS)	En cuanto a la intensidad del dolor medida mediante la escala EVA, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos durante el seguimiento a las dos semanas, tres meses y seis meses. En la evaluación de la prueba de Lasegue, se observaron diferencias significativas entre los

		con los mismos medicamentos y dosis que el grupo casos.	grupos tanto a las dos semanas como a los seis meses.		
8	Sucuoglu, 2021 (19)	Treinta y ocho pacientes fueron asignados al grupo de ozonoterapia (OT) (n = 20) y al grupo de control placebo (PC) (n = 18). Ambos grupos recibieron dos sesiones por semana, un total de 8 sesiones de POI lumbar. Las concentraciones de ozono de 20-25 µg/ml (30 ml) y 0,1 µg/ml (30 ml) se administran a los grupos OT y PC, respectivamente.	Las concentraciones de ozono administradas (gas ozono/oxígeno) fueron de 20 µg/ml para las primeras 4 sesiones y 25 µg/ml para las siguientes 4 sesiones en el grupo OT, mientras que en el grupo PC, la concentración de ozono fue de 0,1 µg/ml para todas las sesiones. La mezcla de gas ozono/oxígeno utilizada en el grupo PC fue a una concentración no terapéutica (0,1 µg/ml).	Manual de prueba muscular Dolor dermatomal Resonancia magnética lumbar	Ambos grupos mejoraron con el tiempo, el grupo OT mostró resultados significativamente mejores que el grupo PC, especialmente en las últimas visitas de seguimiento. La diferencia fue más pronunciada en la función (ODI) que en el dolor (EVA).
9	Yalcin, 2021 (20)	432 pacientes con LDH L4-5 y L5-S1. Los pacientes tenían entre 18 y 70 años, se dividieron en dos grupos 298 pacientes. Cada grupo recibió 15 series de fisioterapia a un ritmo de cinco series por semana	El tratamiento consistió en tres modalidades de terapia física: calor superficial, electroterapia y calor profundo. La concentración de ozono fue de 20 µg/ml. en un volumen de 10 ml, aplicándose a una	La gravedad de la angustia lumbar de los participantes se evaluó mediante la EVA. El nivel de discapacidad se determinó con ODI.	El estudio muestra que el tratamiento fue efectivo, ya que tanto el dolor como la discapacidad mejoraron considerablemente después de 3 meses. La mayoría de los pacientes tenían hernias en el nivel L5-S1, y el grupo

		(grupo de estudio (n = 139), grupo de control (n = 159)). Se aplicaron seis inyecciones de OT únicamente al grupo de estudio, dos días por semana.	profundidad de 2,5 cm en el tejido muscular paravertebral.		estaba equilibrado en cuanto a género.
10	Tulay, 2020 (21)	65 pacientes, los participantes fueron divididos en dos grupos: el grupo 1 con 35 pacientes que recibieron únicamente ozonoterapia intradiscal, y el grupo 2 con 30 pacientes que recibieron ozonoterapia intradiscal más esteroides periforaminales.	El grupo 1 recibió una inyección intradiscal de una mezcla de O2-O3 (5ml conteniendo 40mg/ml de O3). Por su parte, el grupo 2 recibió la misma inyección intradiscal de O2-O3 que el grupo 1, más una inyección periforaminal adicional de dexametasona (8mg) y bupivacaína 0.05% (1ml).	Calidad de Vida (SF-36)	Ambos tratamientos fueron efectivos ya que tanto el dolor como la discapacidad mejoraron considerablemente en los dos grupos después de 6 meses. Aunque hubo pequeñas diferencias entre los grupos, los resultados fueron similares, sugiriendo que ambos tratamientos funcionaron bien.
11	Bhatia 2019 (22)	Un total de 39 pacientes con edades comprendidas entre 20 y 64 años (media, 45,1 ± 11,8 años) recibieron tratamiento con oxígeno-ozono. De estos pacientes, 24 (61,5%) fueron tratados en el Vancouver General Hospital,	El tratamiento consistió en la inyección de ozono al 2% (10 ml): 3 ml administrados en el núcleo pulposo y 7 ml administrados en los tejidos paravertebrales adyacentes. Los primeros 8 pacientes recibieron solo inyecciones	El dolor en las piernas remitió significativamente más rápido que el dolor de espalda. Se encontró una evaluación negativa entre la duración del	Los resultados muestran que el tratamiento fue efectivo desde el primer mes, y los beneficios se mantuvieron hasta el año de seguimiento. La mejoría fue más notable en la función general (ODI) y el dolor de

	<p>13 (33,3%) en el Toronto Western Hospital y 2 (5,1%) en London Health Sciences. Veinticinco pacientes (64,1%) eran hombres y 14 pacientes (35,9%) eran mujeres. Veintiún pacientes (53,8%) tenían hernias discales a nivel de L5-S1, 17 pacientes (43,6%) a nivel de L4-L5 y 1 paciente (2,6%) a nivel de L3-L4.</p>	<p>de ozono, mientras que los pacientes posteriores también recibieron inyecciones de metilprednisolona periganglionar (40 mg) y bupivacaína al 0,5% (1 ml).</p>	<p>dolor pre-tratamiento y la mejora post-tratamiento.</p>	<p>piernas que en el dolor de espalda, aunque todos los aspectos mejoraron con el tiempo.</p>
<p>12 Ozcan, 2019 (23)</p>	<p>62 pacientes seleccionados de un total inicial de 122 pacientes con dolor lumbar. La distribución por género fue de 12 hombres y 50 mujeres, con una edad media de 51,9 años (rango 25-71 años).</p>	<p>El tratamiento consistió en inyecciones paravertebrales de una mezcla de ozono/oxígeno (O3/O2) con las siguientes características: Dosis: 15 µg/ml en 50 ml de gas O3/O2 Frecuencia: Una sesión cada 7 días Duración total: 6 sesiones Técnica: Inyección paravertebral usando una aguja de 13 mm</p>	<p>Índice de masa corporal (IMC) Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI)</p>	<p>El tratamiento fue muy efectivo para reducir la discapacidad, con la mayor mejora en el primer mes. Aunque hubo un ligero aumento en la discapacidad a los tres meses, los resultados siguieron siendo significativamente mejores que al inicio. Además, el tratamiento demostró ser seguro con muy pocos efectos secundarios.</p>

		Localización: En pacientes con hernia discal, la inyección se realizó 2 cm lateral a la columna. En pacientes con presión radicular, las inyecciones se aplican 3 cm por encima y por debajo de las lesiones.			
13	Rodríguez, 2019 (24)	2,589 pacientes Pacientes mayores de 18 años, con más de 3 meses de evolución de la enfermedad y que se mostraron resistentes al tratamiento conservador.	El primer grupo, denominado Discolisis (n=1,575), recibió inyección intradiscal de ozono bajo guía fluoroscópica, con una concentración entre 24-43 µg/ml y entre 1-3 aplicaciones. El segundo grupo, Peridural Sacra (n=512), recibió 5 aplicaciones de ozono a una concentración de 24 µg/ml, con un volumen de 40-60 ml. El tercer grupo, Paravertebral Profunda (n=164), fue tratado con 3 aplicaciones semanales de 10 ml a una concentración	Microdissectomía Razón de Costo- Efectividad Incremental (RCEI)	En cuanto a la efectividad, la ozonoterapia intradiscal mostró los mejores resultados con un 93.1% de efectividad a los 3 meses, seguida muy de cerca por la microdissectomía con un 90.69%. La técnica que mostró menor efectividad fue la paravertebral profunda con solo un 39.6%.

		de 20 µg/ml. El cuarto grupo, Paravertebral Superficial + Rectal (n=134), recibió 8 sesiones paravertebrales combinadas con 20 sesiones rectales. Finalmente, el quinto grupo, Microdiscectomía (n=204), fue sometido a cirugía convencional.			
14	Elawamy, 2018 (25)	Sesenta pacientes con DH lumbar única sintomática fueron sometidos a O3O2 inyección intradiscal y asignados aleatoriamente a uno de 2 grupos; grupo A: recibió 10 ml, 40 µg/ml de O3 O2 y grupo B: recibió 10 ml, 30 µg/ml de O3O2	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente mediante el método de sobres sellados para recibir la mezcla en un volumen de 10 ml con una concentración de 40 µg/ml de O3-O2 en el grupo A o 30 µg/ml de O3-O2 en el grupo B. El médico que evaluó el dolor no tenía conocimiento de qué dosis se le administró a cada paciente. Comparamos el alivio del dolor en ambos grupos independientemente de sus valores iniciales.	Dolor medido por Escala Visual Analógica (EVA/VAS) y capacidad funcional por Índice de discapacidad de Oswestry (ODI)	El estudio muestra que ambos grupos comenzaron en condiciones muy similares y que el tratamiento fue efectivo para ambos, con mejoras importantes que se mantuvieron durante todo un año.

15 Niu, (26)	2018	80 pacientes. Los participantes fueron divididos aleatoriamente en 4 grupos de 20 pacientes cada uno: grupo A (control) que recibió solo tratamiento farmacológico convencional, grupo B que recibió ozono médico a 20 µg/ml, grupo C que recibió ozono médico a 40 µg/ml, y grupo D que recibió ozono médico a 60 µg/ml. Las características demográficas mostraron un total de 49 hombres y 31 mujeres, con una edad promedio de 48 años (rango 24-76 años).	El grupo A (control) recibió únicamente tratamiento farmacológico convencional. Los grupos B, C y D recibieron inyecciones de ozono mediante punción guiada por TC, con diferentes concentraciones: el grupo B recibió 20 µg/ml de ozono, el grupo C recibió 40 µg/ml de ozono, y el grupo D recibió 60 µg/ml de ozono. Todos los pacientes fueron seguidos durante 6 y 12 meses para evaluar los resultados del tratamiento.	IL-6 (Interleucina-6) IgG e IgM (Inmunoglobulinas) SOD (Superóxido dismutasa)	El tratamiento con 40 µg/ml (grupo C) reveló los mejores resultados en reducción de inflamación, control del estrés oxidativo y alivio del dolor, además de la mayor tasa de efectividad a largo plazo.
16 Ozcan, (27)	2018	63 pacientes La distribución por género fue de 24 hombres y 39 mujeres, con una edad media de 53,3 ± 2,0 años.	Administración de una inyección intradiscal de una mezcla de ozono/oxígeno, con un volumen de 10 ml y una concentración de 25 µg/ml. El procedimiento se realizó bajo guía	Escala Modificada de MacNab Tratamiento Exitoso: a) Excelente b) Bueno c) Suficiente Fallo del Tratamiento:	El tratamiento logró reducir el dolor de manera significativa, especialmente en los primeros meses, aunque hubo una ligera tendencia al aumento del dolor con el tiempo.

		<p>fluoroscópica (arco en C) con los pacientes en posición prona. La distribución del tratamiento según niveles vertebrales fue la siguiente: 60 pacientes recibieron tratamiento en un solo nivel (41 en L4-5, 10 en L3-4, y 9 en L5-S1), dos pacientes fueron tratados en dos niveles, y un El paciente recibió tratamiento en tres niveles. Los pacientes fueron monitoreados y seguidos durante un período de 24 meses, con evaluaciones en los meses 1, 3, 6, 12 y 24 post-intervención.</p>	<p>d) Pobre e) Sin Resultado f) Negativo</p>	<p>Aproximadamente un 60% de los pacientes tuvieron una mejoría aceptable a excelente , mientras que un 40% no experimentó cambios o tuvo resultados negativos</p>
17	<p>Rahimzadeh, 2018 (28)</p> <p>40 pacientes 20-70 años</p> <p>Los pacientes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos de 20 pacientes cada uno. Todos los pacientes habían recibido previamente terapia</p>	<p>El primer grupo, denominado Grupo Descompresión Láser (LDG), recibió un tratamiento con radiación láser intradiscal de 1500 J. Por su parte, el segundo grupo, denominado Grupo Inyección de Ozono (OZG),</p>	<p>Mejoría en ODI (Índice de Discapacidad de Oswestry):</p> <p>Grupo Ozono: 60% de reducción total</p> <p>Grupo Láser: 50% de reducción total</p> <p>Evolución del ODI:</p>	<p>En cuanto a la Escala Visual Análoga (EVA), no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos mostraron una mejoría significativa únicamente entre el período pre-tratamiento y el primer</p>

	conservadora (fisioterapia y/o AINEs y/o esteroides intramusculares) durante 4-6 semanas sin mejoría clínica significativa.	fue tratado mediante la administración intradiscal de 6 ml de ozono a una concentración de 30 µg/ml. Es importante destacar que ambos grupos recibieron adicionalmente una inyección epidural transforaminal de triamcinolona 20 mg, la cual se aplicó según el nivel específico de afectación radicular que presentaba cada paciente. El seguimiento de todos los pacientes se realizó durante un período de 12 meses.	Grupo Ozono: Mostró mejoras sostenidas durante los primeros 6 meses Grupo Láser: Solo mostró mejoría significativa entre el pre-tratamiento y el primer mes	mes. Respecto al Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI), el grupo OZG mostró resultados superiores al grupo LDG durante todo el período de seguimiento. Es destacable que el grupo OZG mantuvo una mejoría significativa durante todo el seguimiento, mientras que el grupo LDG solo mostró mejoría significativa entre el pre-tratamiento y el primer mes.	
18	Wang, 2017 (29)	Incluyó 74 pacientes con hernia discal lumbar tipo central, que fueron divididos en dos grupos: Grupo de observación (n=37): 22 hombres y 15 mujeres Edad: 28-54 años (media 36,8 ± 1,5 años)	Fusión lumbar mediante sistema de canales: Realizada bajo anestesia general con intubación endotraqueal Guiada por fluoroscopia con arco en C Uso de dilatador MASTQuadrant para acceso	Radiografías lumbares (vista anteroposterior y lateral), radiografías de flexión extensión lumbar, TC y RMN	El grupo de observación obtuvo mejores resultados después del tratamiento

	Grupo control (n=37):	Descompresión y fijación con tornillos pediculares Terapia con ozono: Solo en grupo de observación Inyección de 5-15 ml de O3 en el disco intervertebral Aplicación intradiscal durante el procedimiento quirúrgico Grupo control no inyección recibió de O3			
19	Núñez 2016 (30)	Total de 200 pacientes divididos en 2 grupos de 100 cada uno Edades entre 18-70 años	Grupo A (estudio): Ozonoterapia retrodiscal Aplicación semanal durante 4 semanas Gas colocado en zona del conflicto radicular Grupo B (control): Ozonoterapia intradiscal tradicional Aplicación semanal durante 4 semanas Gas colocado dentro del disco	Escala de Prolo: Utilizada para evaluar la recuperación después de cirugía ortopédica Una puntuación superior a 5 indica mayor recuperación	La proporción de pacientes que se recupera con el tratamiento retrodiscal es significativamente superior.

<p>20 Perri 2016 (31)</p>	<p>Total de 517 pacientes divididos en dos grupos</p> <p>Grupo Control (n=260):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 159 hombres, 101 mujeres • Edad: 25-89 años <p>Grupo Estudio (n=257):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 163 hombres, 94 mujeres <p>Edad: 22-92 años</p>	<p>Grupo Control: Inyección intraforaminal de esteroides + anestésico local</p> <p>Betametasona periganglionar 4 mg.</p> <p>Grupo Estudio: Inyección intraforaminal de esteroides + anestésico local + discolisis O2-O3</p> <p>8-10ml O2-O3 (concentración 28µg/ml)</p> <p>Betametasona periganglionar 4 mg.</p> <p>Procedimientos guiados por TC</p>	<p>Se evaluaron dos aspectos principales: Tipo de hernia discal: clasificada como protrusión, extrusión o abultamiento</p>	<p>El grupo de estudio es más eficaz a largo plazo y particularmente beneficioso para pacientes con extrusiones y protrusiones discales .</p>
--	--	---	--	---

6. DISCUSION

Basado en la evidencia presentada en los estudios analizados, la ozonoterapia demuestra ser una alternativa terapéutica efectiva y segura para el tratamiento de hernias discales. Los resultados son particularmente notables en términos de reducción del dolor y mejora funcional, Elawamy (25) demostró reducciones significativas en las puntuaciones VAS y ODI desde el primer mes de tratamiento, con mejorías continuas hasta el duodécimo mes, evidenciando la durabilidad del efecto terapéutico. Los resultados coinciden con los hallazgos de Sucuoglu (19), quien reportó mejoras significativas en las puntuaciones VAS y ODI comparado con el grupo placebo, los pacientes tratados con ozonoterapia mostraron una mejoría del 22% en comparación con el grupo control, con un 99.99% de confianza de que estos resultados son atribuibles al tratamiento.

En cuanto a las diferentes modalidades de administración, Niu (26) realizó un estudio comparativo de diferentes concentraciones de ozono, encontrando que la concentración de 40 µg/ml mostró los mejores resultados con un 85% de efectividad, seguido por 20 µg/ml (70%) y 60 µg/ml (55%). Esto sugiere la existencia de una ventana terapéutica óptima para la concentración de ozono. Por su parte, Kelekis (16) proporcionan evidencia significativa sobre el potencial de la ozonoterapia intradiscal como intervención capaz de prevenir la necesidad de cirugía en un porcentaje considerable de pacientes (71%).

Un aspecto importante para considerar es la costo- efectividad del tratamiento. Clavo (17) demostró que el grupo tratado con ozonoterapia reveló una reducción del 100% en los días de hospitalización (0 días vs 3 días) comparado con el grupo control, con un 98.8% de confianza y menores costos 364 EUR vs 3702 EUR, los resultados mostraron una diferencia significativa con un 97.1% de confianza comparado con el grupo quirúrgico.

Finalmente, la ozonoterapia se posiciona como una alternativa no solo efectiva sino también económicamente viable. En términos de seguridad y seguimiento a largo plazo, Ozcan (23) reportó un perfil de seguridad favorable, con solo equimosis leve en el sitio de inyección en 14 de 62 pacientes como única complicación. Los pacientes comenzaron con un nivel de dolor alto (alrededor de 8 sobre 10) y terminaron con un nivel de dolor moderado-bajo (alrededor de 3 sobre 10), lo que representa una mejora significativa del 61.3% en el dolor y mejoras sustanciales en el ODI que se mantuvieron estables durante el seguimiento. Estos hallazgos sugieren que la ozonoterapia no solo representa una alternativa viable a los tratamientos tradicionales, sino que también ofrece beneficios adicionales en términos de costo efectividad y minimización de riesgos, posicionándola como una opción terapéutica valiosa en el manejo de hernias discales.

7. CAPÍTULO V.

7.1 CONCLUSIONES

- Los beneficios de la ozonoterapia en el tratamiento de hernias discales lumbares han sido ampliamente documentados en la literatura científica revisada. Los estudios analizados demuestran una eficacia terapéutica significativa, con una reducción documentada del dolor entre 61-85% según diversos autores. La evidencia muestra beneficios específicos que incluyen una reducción significativa del dolor medida por escalas estandarizadas como VAS y ODI, un menor tiempo de recuperación y hospitalización.
- El análisis detallado de los resultados de estudios recopilados, basado en una revisión sistemática de 20 artículos científicos cuidadosamente seleccionados, revela hallazgos significativos para la práctica clínica. La investigación establece que la concentración óptima de ozono se encuentra en el rango de 20-40 $\mu\text{g/ml}$, con los mejores resultados observados a 40 $\mu\text{g/ml}$, alcanzando una efectividad del 85%.
- La evidencia científica disponible, analizada a través de múltiples bases de datos reconocidas como PubMed, Medline y Scopus, confirma la solidez de la ozonoterapia como opción terapéutica. La literatura proporciona evidencia sólida que respalda el uso de la ozonoterapia como una alternativa viable a los tratamientos convencionales, especialmente en casos donde la terapia conservadora no ha tenido éxito. Los estudios comparativos demuestran una eficacia comparable o superior a otros tratamientos mínimamente invasivos, con la ventaja adicional de presentar un mejor perfil de seguridad y una relación costo-efectividad superior.

7.2 RECOMENDACIONES

- Se sugiere la ejecución de más investigaciones y publicaciones científicas vinculadas a la ozonoterapia, debido a su eficacia y seguridad como una opción con gran potencial en el tratamiento de hernias discales.
- La ozonoterapia debe ser considerada como una alternativa terapéutica. El tratamiento tiene como capacidad reducir significativamente el período de hospitalización en relación a los procedimientos quirúrgicos tradicionales.
- Se recomienda a los docentes que consideren la implementación de la ozonoterapia en el ámbito académico para el tratamiento de hernias discales, para asegurar una aplicación correcta y segura que complemente los resultados terapéuticos.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Erario MDLÁ, Croce E, Moviglia Brandolino MT, Moviglia G, Grangeat AM. Ozone as Modulator of Resorption and Inflammatory Response in Extruded Nucleus Pulposus Herniation. Revising Concepts. *Int J Mol Sci.* 14 de septiembre de 2021;22(18):9946. <https://doi.org/10.3390/ijms22189946>
2. Campos-Daziano M. HERNIA DEL DISCO INTERVETEBRAL LUMBAR: REVISIÓN NARRATIVA DE CLÍNICA Y MANEJO. *Rev Médica Clínica Las Condes.* septiembre de 2020;31(5-6):396-403. <http://doi.org/10.1016/j.rmclc.2020.05.002>
3. Yoandra Aroche, Pons L. Patogenia, cuadro clínico y diagnóstico imagenológico por resonancia magnética de las hernias discales. 2015 [Internet]. marzo de 2015;19(3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192015000300012
4. Salmerón Ríos R, Salmerón Ríos S, Tárraga Marcos L, Madrona Marcos F, Tárraga López PJ. Eficacia de la ozonoterapia en el tratamiento de la hernia de disco: Revisión Sistemática. *J Negat No Posit Results.* 2 de febrero de 2021;6(3):588-607. DOI: 10.19230/jonnpr.3874
5. Rouvière H, Delmas A. Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica Y Funcional. 11.A. Elsevier; 2005. 719 p.
6. Ruiz Liard A, Latarjet M. Anatomía humana. 4.a ed. Vol. 2. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2011. 888 p.
7. Hochschild J. Functional anatomy for physical therapists. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2016. 578 p.
8. Awadalla AM, Aljulayfi AS, Alrowaili AR, Souror H, Alowid F, Mahdi AMM, et al. Management of Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review. *Cureus* [Internet]. 29 de octubre de 2023 [citado 1 de noviembre de 2024]; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/196539-management-of-lumbar-disc-herniation-a-systematic-review>. DOI 10.7759/cureus.47908
9. Cascante Gutiérrez A, Arriola Gutiérrez JG, Padilla Ureña Y. Generalidades sobre el abordaje de hernia de disco lumbar. *Rev Medica Sinerg.* 1 de enero de 2023;8(1):e945. <https://doi.org/10.31434/rms.v8i1.945>
10. Elvis AM, Ekta JS. Ozonoterapia: una revisión clínica. *J Nat Sc Biol Med.* 2011;2:66-70. DOI 10.4103/0976-9668.82319
11. Espinosa A, Schwartz A. Hernia de disco lumbar extruida tratada con ozonoterapia. 2023;13. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9051449.pdf>
12. Atcı IB, Turk O, Demirel N, Demir H, Gurcan Atcı A, Karaoglu AC, et al. Effects of Ozone Disc Nucleolysis in Management of Herniated Lumbar Intervertebral Disc: A Retrospective Single-Center Study of 149 Patients. *Med Sci Monit* [Internet]. 12 de junio de 2024 [citado 22 de diciembre de 2024];30. DOI: 10.12659/MSM.944645
13. Yarlénis Bernal-Peña, Fernández-Castillo Yunialí, Deysi Lourdes González-Acosta, Zenia Osorio-Torres. Ozonotherapy in the treatment of lumbar disc herniation, Camilo Cienfuegos General Hospital, Sancti Spíritus. 2023;49. Disponible en: <https://revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/3617>

14. Parvin R, Farpour HR, Khoshnazar S, Jahromi LSM. Comparative effectiveness of paravertebral Ozone injection and caudal epidural steroid-hyaluronidase injection in lumbosacral spinal stenosis. *British Journal of Neurosurgery*. 3 de marzo de 2024;38(2):451-6. <https://doi.org/10.1080/02688697.2021.1885626>
15. Fathy W, Elmoutaz H, Aziz MMA, Adel S, Soliman SH. Efecto comparativo de la inyección transforaminal de sulfato de magnesio versus ozono sobre los biomarcadores de estrés oxidativo en el dolor radicular relacionado con el disco lumbar. 2022; <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01789-0>
16. Kelekis A, Bonaldi G, Cianfoni A, Filippiadis D, Scarone P, Bernucci C, et al. Intradiscal oxygen-ozone chemonucleolysis versus microdiscectomy for lumbar disc herniation radiculopathy: a non-inferiority randomized control trial. *The Spine Journal*. junio de 2022;22(6):895-909. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2021.11.017>
17. Clavo B, Robaina F, Urrutia G, Bisshopp S, Ramallo Y, Szolna A, et al. Ozone therapy versus surgery for lumbar disc herniation: A randomized double-blind controlled trial. *Complement Ther Med*. junio de 2021;59:102724. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2021.102724>
18. Salehpour F, Aghamohammadi D, Mirzaei F, Rafiei E, Aghazadeh J, Javaheri SR, et al. Ozone Therapy as a Minimally-invasive Alternative in patients with Acute Lumbar Disc Herniation: A Randomized Clinical Trial. *Trauma Mon [Internet]*. julio de 2021 [citado 12 de diciembre de 2024];26(4). Disponible en: <https://doi.org/10.30491/tm.2021.278799.1267>
19. Sucuoglu H. ¿Es eficaz la inyección paravertebral de ozono como tratamiento adicional para la hernia discal lumbar aguda? Un estudio aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo. DOI 10.3233/BMR-200194
20. Yalçın Ü. Paravertebral intramuscular ozone therapy in lumbar disc hernia: A comprehensive retrospective study. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 13 de julio de 2021;34(4):597-604. DOI 10.3233/BMR-200129
21. Tulay Ercalik, MD, Mustafa Kilic, MD. Eficacia de la terapia con ozono intradiscal con o sin inyección de esteroides perforaminales en Hernia de disco lumbar: un estudio doble ciego. *National Library of Medicine*. 2020;23:477-484.
22. Bhatia A, Munk P, Lee D, Elias G, Murphy K. Percutaneous Ozone Treatment for Herniated Lumbar Discs: 1-Year Follow-up of a Multicenter Pilot Study of a Handheld Disposable Ozone-Generating Device. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. mayo de 2019;30(5):752-60. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2018.09.037>
23. Özcan Ç, Polat Ö, Çelik H, Uçar BY. The Effect of Paravertebral Ozone Injection in the Treatment of Low Back Pain. *Pain Pract*. noviembre de 2019;19(8):821-5. DOI. 10.1111/papr.12812
24. Borroto Rodríguez V, Abreu Casas D, Rodríguez De La Paz NJ, Prieto Jiménez IL, Álvarez Rosell N. Estudio económico de la aplicación de Ozonoterapia en la atención del dolor por hernia de disco intervertebral. *Rev Chil Neurocir*. 4 de octubre de 2019;45(2):113-21. DOI <https://doi.org/10.36593/rev.chil.neurocir.v45i2.122>
25. Elawamy A, Kamel EZ, Hassanien M, Wahba DOM. Implicación de dos dosis diferentes de intradiscal Inyección de ozono y oxígeno para el dolor Alivio en pacientes

- con dolor lumbar: una Estudio aleatorio, simple ciego.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29357333/>
26. Niu T, Lv C, Yi G, Tang H, Gong C, Niu S. Therapeutic Effect of Medical Ozone on Lumbar Disc Herniation. *Med Sci Monit.* 3 de abril de 2018;24:1962-9. DOI: 10.12659/MSM.903243
27. Ozcan S, Muz A, Yildiz Altun A, Onal SA. Intradiscal ozone therapy for lumbar disc herniation. *Cell Mol Biol.* 30 de abril de 2018;64(5):52-5. Doi: <http://dx.doi.org/10.14715/cmb/2018.64.5.8>
28. Rahimzadeh P, Imani F, Ghahremani M, Faiz SHR. Comparison of percutaneous intradiscal ozone injection with laser disc decompression in discogenic low back pain. *J Pain Res.* julio de 2018;Volume 11:1405-10. <http://dx.doi.org/10.2147/JPR.S164335>
29. Wang Y, Sun H, Qin S. Clinical efficacy of lumbar interbody fusion using a channel system combined with ozone therapy for the treatment of central-type L3-L4 lumbar disc herniation. *Exp Ther Med.* febrero de 2017;13(2):619-23. DOI: 10.3892/etm.2016.4009
30. Núñez PPB, Guerra YG, Álvarez CR, Fernández TT. Effect of retrodiscal and intradiscal ozone by type of intervertebral disc affected by herniated discs. 2016;8:39-52. <https://revcimeq.sld.cu/index.php/imq/article/view/337>
31. Perri M, Marsecano C, Varrassi M, Giordano AV, Splendiani A, di Cesare E, et al. Indicaciones y eficacia de la inyección intradiscal de O₂-O₃ frente a la intraforaminal de esteroides en diferentes tipos de patologías discovertebrales: un ensayo prospectivo, aleatorizado y doble ciego con 517 pacientes. *Radiol med.* 2016; DOI 10.1007/s11547-015-0598-x
32. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of Physiotherapy.* enero de 2020;66(1):59.

9. ANEXOS

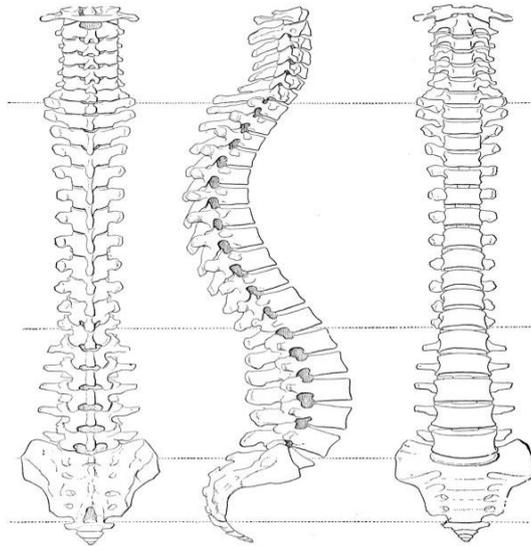


Figura 2. Columna Vertebral

- Tomado de: Henri Rouviere, André Delmas. Anatomía Humana Descriptiva, topográfica y funcional. 11.^a ed. Elsevier, 2005.

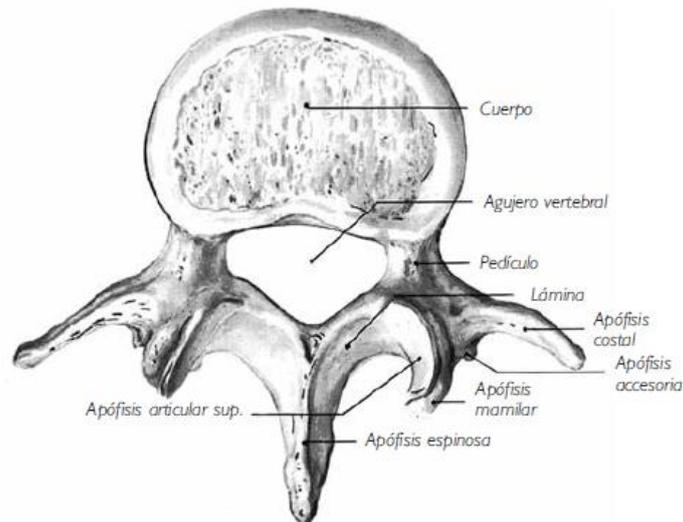


Figura 3. Vértebra lumbar

- Tomado de: Henri Rouviere, André Delmas. Anatomía Humana Descriptiva, topográfica y funcional. 11.^a ed. Elsevier, 2005.

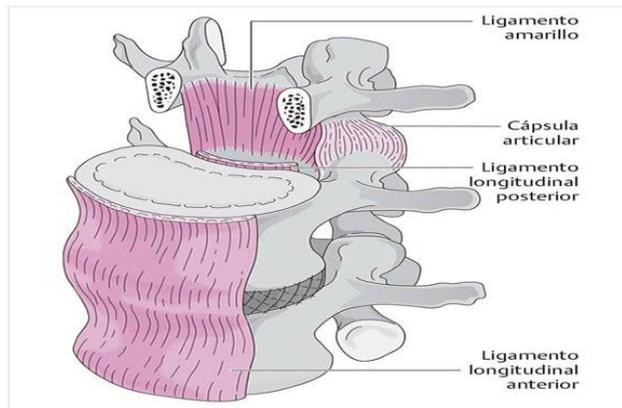


Figura 4. Ligamentos de las vértebras lumbares

- Tomado de: Hochschild J. Functional anatomy for physical therapists. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2016. 578 p.

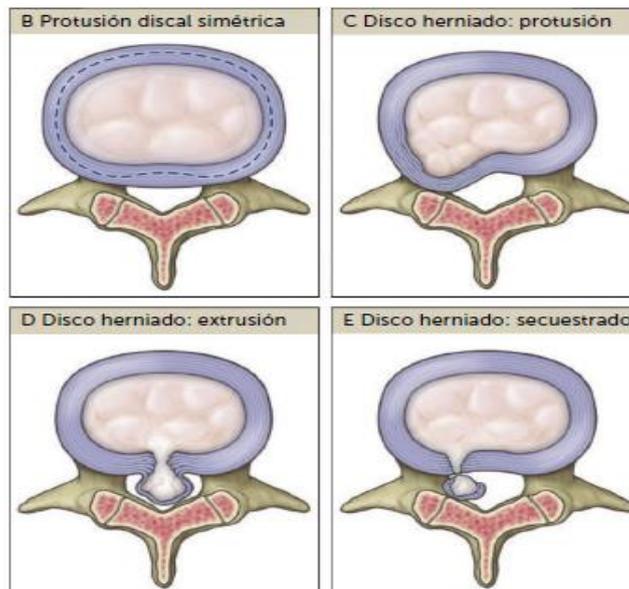


Figura 5. Tipos de Hernia Discal

- Tomado de: Campos-Daziano M. HERNIA DEL DISCO INTERVETEBRAL LUMBAR: REVISIÓN NARRATIVA DE CLÍNICA Y MANEJO. Rev. Médica Clínica Las Condes. septiembre de 2020;31(5-6):396-403. MAS DOI O URL

Tabla 3. Músculos

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
---------	--------	-----------	------------	---------

Cuadrado Lumbar	<ul style="list-style-type: none"> • Cresta ilíaca posterior • Ligamento iliolumbar • Apófisis transversas L1-L4 	<ul style="list-style-type: none"> • 12^a costilla • Apófisis transversas L1-L4 	<ul style="list-style-type: none"> • Apófisis Ramas anteriores T12-L3 • Nervio subcostal 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión lateral del tronco • Descenso de la 12^a costilla • Estabilización de columna lumbar
Psoas Mayor	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpos vertebrales T12-L5 • Discos intervertebrales • Apófisis transversas T12-L5 	<ul style="list-style-type: none"> • Trocánter menor del fémur 	<ul style="list-style-type: none"> • Plexo lumbar L1-L3 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión de cadera • Flexión lateral de columna • Rotación externa de cadera
Iliocostal Lumbar	<ul style="list-style-type: none"> • Sacro • Cresta ilíaca • Apófisis espinosas L1-L5 	<ul style="list-style-type: none"> • Ángulos de las costillas 7-12 	<ul style="list-style-type: none"> • Ramas posteriores de nervios espinales 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensión de columna vertebral • Flexión lateral (unilateral) • Estabilización postural
Longísimo Torácico (porción lumbar)	<ul style="list-style-type: none"> • Sacro • Apófisis espinosas lumbares • Crestas ilíacas 	<ul style="list-style-type: none"> • Apófisis transversas y costillas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ramas posteriores de nervios espinales 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensión de columna • Flexión lateral (unilateral) • Control postural
Multífidos	<ul style="list-style-type: none"> • Sacro • Apófisis transversas L1-L5 	<ul style="list-style-type: none"> • Apófisis espinosas (2-4 segmentos superiores) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ramas posteriores de nervios espinales 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización segmentaria • Extensión de columna • Rotación contralateral

Rotadores Lumbares	<ul style="list-style-type: none"> • Apófisis transversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Apófisis espinosas (1-2 segmentos superiores) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ramas posteriores de nervios espinales 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización segmentaria • Rotación vertebral • Control postural fino
Intertransversos	<ul style="list-style-type: none"> • Apófisis transversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Apófisis transversa superior 	<ul style="list-style-type: none"> • Ramas posteriores de nervios espinales 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización segmentaria • Flexión lateral • Control postural fino
Erector de la Columna (porción lumbar)	<ul style="list-style-type: none"> • Sacro • Cresta ilíaca • Apófisis espinosas lumbares 	<ul style="list-style-type: none"> • Costillas • Apófisis transversas • Occipital 	<ul style="list-style-type: none"> • Ramas posteriores de nervios espinales 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensión de columna • Control postural • Estabilización durante movimiento

- Tomado de: : Hochschild J. Functional anatomy for physical therapists. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2016. 578 p.

Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:

Tomado de: Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. Journal of Physiotherapy. enero de 2020;66(1):59.