

Reporte de caso

Hernia de disco lumbar extruida tratada con ozonoterapia.

Ambrosio Espinosa

Traumatología y Cirugía Ortopédica, Madrid España

Adriana Schwartz

M.D. Ginecóloga. Directora y Asesora Científica de Clínica Fiorela, Presidenta de Aepromo, Secretaria científica de ISCO3, Madrid España

Palabras clave

*hernia de disco,
hernia extruida,
ozonoterapia
epidural,
ozonoterapia caudal,
ozonoterapia
foraminal.*

Resumen

La ozonoterapia se está utilizando desde hace años con éxito en el tratamiento de la hernia de disco lumbar y está respaldada por numerosos estudios clínicos. Presentamos el caso de una mujer de 55 años con hernia de disco lumbar extruida que debutó con ciática aguda y paresia en L5. La paciente rechazó el tratamiento quirúrgico a pesar de ser buena candidata al mismo. Fue sometida a ozonoterapia con infiltraciones ecoguiadas por vía caudal y foraminal (dosis de 20 mL a 20µg/mL) y paravertebral (10 mL a 20 µg/mL). En 10 días el dolor neural desapareció y a los 3 meses hacía vida normal. Una resonancia hecha a los 6 meses demostró la completa reabsorción de la hernia..

Keywords

Hernial Disk. Extruded
Hernial Disk. Epidural
Ozone Therapy.
Caudal Ozone
Therapy. Foraminal
Ozone Therapy..

Abstract

Ozone therapy is a successfully treatment for lumbar disc herniation and it is supported by numerous clinical studies. We present a case of a 45 years old female with extruded lumbar disc herniation that presented with acute right sciatica and L5 paresis. The patient refused surgical treatment although she was a good candidate. She underwent ozone therapy with ultrasound-guided caudal and foraminal infiltrations (20ml, 20 µg/mL) plus paravertebral infiltrations (10 ml, 20 µg/mL). In ten days the neural pain disappeared. Three months after the initial treatment, she was leading a normal like. An MRI six months after symptom onset showed complete resorption of the hernia.

Sugerencia sobre cómo citar este artículo:

Espinosa, A. et. al. (2023). Hernia de disco lumbar extruida tratada con ozonoterapia. *Ozone Therapy Global Journal* Vol. 13, nº 1, pp 81-99 <https://doi.org/10.67442/nkwd3e25>

Autor para correspondencia Ambrosio Espinosa Email: ambrosio.consulta@gmail.com

Introducción

Incidencia de la hernia de disco

El dolor lumbar o lumbago es uno de los cuadros más frecuentes en medicina. Afecta al menos una vez en la vida al 70-85% de la población. Su origen puede ser degenerativo/mecánico, reumático, traumático, infeccioso, metabólico o congénito. En su mayoría, los lumbagos son cuadros limitados a unas 4 semanas y responden bien al reposo, analgésicos, antiinflamatorios y fisioterapia. Gran parte de ellos quedan sin un diagnóstico etiológico de profundidad, aunque se asume que la principal causa es la degenerativa ¹.

La hernia de disco lumbar es una causa frecuente de lumbago. Su incidencia anual es del 1-2% de la población en Estados Unidos. La clínica consiste en dolor somático loco regional, dolor radicular referido a miembros inferiores (ciática), alteraciones de la sensibilidad (parestesias) y debilidad muscular (paresia), todo ello en relación con el dermatoma y miotoma de la raíz nerviosa afectada. La intensidad de los síntomas corre paralela a la localización y tamaño de la hernia, siendo las extruidas, encarceradas y migradas las que provocan la clínica más aguda y grave ². El objetivo del trabajo fue demostrar la eficacia y seguridad de la aplicación del ozono mediante infiltraciones a nivel de columna lumbar con el fin de liberar el proceso hernario en L4-L5 y mejorar el dolor de la paciente.

Definición de hernia extruida

Según Fardon³ una **hernia de disco** es un desplazamiento del núcleo pulposo fuera de su localización original en el disco intervertebral. Para ser considerada así debe ser focal, esto es, la base herniaria será menor del 25% de la circunferencia del platillo. Si fuese mayor del 25% estaríamos ante un “**abombamiento**” y no sería considerado hernia de disco.

Dentro de las hernias de disco propiamente dichas, existen dos tipos, protrusión y extrusión. En la **protrusión discal**, el diámetro de la base de la hernia es mayor que su profundidad y el núcleo pulposo no rompe la totalidad del anillo fibroso, estando todavía contenido por él.

En la **extrusión discal, o hernia extruida**, el diámetro de base herniada es menor que la profundidad, y se ha roto la totalidad del anillo fibroso. A su vez, dentro de las extrusiones discales, el núcleo pulposo herniado puede estar contenido por un ligamento longitudinal posterior íntegro, en cuyo caso hablamos de una **hernia extruida contenida**, siendo sus márgenes redondeados en la Resonancia Magnética (RM). Si el ligamento longitudinal posterior está roto, se estaría ante una **hernia extruida no contenida**, siendo sus márgenes irregulares en la RM. Cuando el material herniado ha perdido contacto con disco original decimos que la **hernia está secuestrada (incarcerada)**, y si el núcleo herniado se desplaza por abajo o arriba del nivel discal, usamos el término **hernia migrada**.

Etiopatogenia y evolución del dolor y la neuritis en las hernias de disco extruidas.

En las hernias de disco, sobre todo si son extruidas, el dolor local y el neurítico irradiado, así como las alteraciones sensitivo-motoras, obedecen a un doble mecanismo, mecánico y químico. Mecánicamente hay una compresión directa sobre la raíz nerviosa por parte del núcleo herniado, lo que provoca irritación e isquemia local. Desde el punto de vista químico, el núcleo pulposo desplazado inicia una cascada proinflamatoria mediada por el Factor de Necrosis Tumoral (TNF- α), la Interleucina 6 (IL-6) y Metaloproteinasas de Matriz (MMPs), que provocan edema y dolor ⁴⁻⁵.

El núcleo pulposo sería una “zona inmuno-privilegiada”, esto es, se formó en el embrión antes que se activara el sistema inmune, y nunca se expuso a este. Se ha postulado la existencia de una “barrera hemato-pulposa” -blood-NP barrier (BNB)- que prevendría el contacto del núcleo con los inmunocitos y citoquinas circulantes ⁶.

Como parte de esta barrera, el núcleo pulposo contiene Ligando de Fas, que induce la apoptosis de cualquier célula endotelial o inmunocito (incluyendo macrófagos y linfocitos CD8+) que apareciera en este entorno, evitando la infiltración vascular del núcleo y el reclutamiento de células de la inmunidad ⁷⁻⁹.

En las hernias extruidas, el núcleo pulposo queda expuesto por primera vez al sistema inmunitario y éste lo considera un cuerpo extraño. Se desencadena por ende una respuesta autoinmune con la infiltración del núcleo herniado por macrófagos CD68 y liberación de citoquinas TNF α , IL-1 β , IL-6, IL-8, IL-17, IL-23, prostaglandina E2 (PGE2), óxido nítrico (NO), IL-12 e IFN γ . Esta última tiene capacidad de reclutar y activar más macrófagos, que a su vez, elevan la expresión de los linfocitos CD4. Todo ello sugiere un patrón de activación de linfocitos TH1. También hay depósito de inmunoglobulinas y complemento, así como niveles elevados de prostaglandinas, leucotrienos y tromboxano ¹⁰⁻²⁰.

Dicha reacción autoinmune, con el tiempo, provocará la reabsorción de la hernia. Los macrófagos son la población celular más abundante en los núcleos extruidos. Existen dos tipos funcionales de macrófagos, los M1 y M2. Los macrófagos M1 producen citoquinas proinflamatorias, como IL-1, IL-1 α , IL-1 β , IL-6, IL-8, IL-12, IL-18, IL-23, IL-27, TNF α y BMP-2. Se asocian a clínica de dolor y déficit sensorio - motor. Los macrófagos M2 producen citoquinas antiinflamatorias como IL-1Ra, IL-10, IL-4 y el TGF β , que conducen a la fagocitosis del núcleo herniado, reducen el dolor, y reparan y remodelan el tejido. Además, disminuyen la fibrosis y cicatrización residual²¹.

En la mayoría de los estudios de seguimiento, las hernias extruidas tienden a su reabsorción espontánea en el plazo de un año, y la mejoría clínica va paralela a la reducción del volumen del núcleo herniado ²². Pasado un año del inicio de los síntomas, el 37% al 54% de las hernias extruidas todavía pueden dar manifestaciones clínicas. ⁵¹. Sea como fuere, esos plazos siguen siendo largos para un dolor neuropático, que es un cuadro difícil de sobrellevar y disminuye mucha la calidad de vida ⁷¹, lo que justifica la intervención.

Hay que señalar que la porción no herniada de núcleo pulposo, al permanecer en su lugar de origen, sigue amparada por la “barrera hemato-pulposa” y no sufre el ataque autoinmune ²³.

Tratamiento conservador vs quirúrgico de las hernias de disco lumbar extruidas

En el tratamiento de la hernia extruida de disco lumbar existe un amplio solape entre abordajes conservadores y quirúrgicos ²⁴. La única indicación absoluta e inmediata de cirugía es el síndrome de cauda equina, considerado una emergencia médica por el riesgo de paresia irreversible y precoz ²⁵⁻²⁶. Algunos autores también consideran como indicación quirúrgica absoluta el déficit neurológico grave de los grupos musculares esenciales del miembro inferior (abductores de la cadera, extensores o flexores del tobillo)²⁷. Sin embargo, hay otros autores que, en este mismo caso, consideran que, mientras la paresia no progrese, puede intentarse tratamiento conservador durante 6 semanas. Si en este lapso el déficit neurológico progresara, o transcurrido este margen de tiempo no hubiera mejoría, sería una indicación absoluta de descompresión quirúrgica de la raíz ²⁸. Las indicaciones relativas de cirugía de hernia extruida de disco lumbar son dolor que no mejora con los analgésicos y antiinflamatorios habituales y, en general, el fracaso del tratamiento conservador ²⁴⁻²⁸.

Efectos generales del tratamiento con ozono

El ozono de uso médico consiste en una mezcla gaseosa de oxígeno/ozono que se aplica en el organismo por diferentes vías ²⁹⁻³⁰. Es un potente oxidante cuyo mecanismo de acción es hormético, es decir, a dosis bajas tiene efectos terapéuticos y a dosis altas provoca inflamación y apoptosis ³¹⁻³².

Existe mucha evidencia científica en cuanto a los efectos del ozono. Por un lado, oxida directamente citoquinas del dolor e inflamación, así como los microorganismos con los que contacta. Por el otro, tiene una acción indirecta mediada por especies reactivas al oxígeno (ERO). Los ERO se forman por la reacción del ozono con toda molécula orgánica, principalmente con los ácidos grasos poliinsaturados de membrana, generando ozónidos (productos derivados del ozono), principalmente aldehídos (sobre todo 4-HNE, 4-HHE y Malonil Di aldehído) así como peróxido de hidrógeno (H₂O₂) entre otros. Estas moléculas se hallan en el citoplasma y actúan como señalizadores intracelulares o segundo mensajero de diversas reacciones que afectan al proteoma y al genoma. Como consecuencia se disparan mecanismos analgésicos, antiinflamatorios, inmunomoduladores y regenerativos. A saber, hay un aumento de la actividad mitocondrial y del ATP disponible; se incrementa la oxigenación tisular al mejorar la reología del eritrocito y la actividad del 2-3 DPG; se produce vasodilatación mediada por óxido nítrico (NO) y aparece un efecto antiagregante al disminuir el tromboxano A y aumentar las prostaciclina ³³⁻⁴¹. Así mismo, los ERO estimulan la síntesis y secreción de factores de crecimiento plaquetario y endotelial, como el Factor Básico de Crecimiento de Fibroblastos (bFGF), Factor de Crecimiento Transformante Beta (TGF-β), Factor de Crecimiento Endotelial Vascular factor (VEGF), y Factor de Crecimiento Derivado de Plaquetas (PDGF), que favorecen la diferenciación de las células madre locales, regeneran el tejido y atenúan la fibrosis ⁴²⁻⁴⁷.

Los efectos genómicos de la ozonoterapia suceden cuando el ozono se usa a dosis bajas y repetidas, generando un preconditionamiento que induce mecanismos de respuesta celular dirigidos a contrarrestar el estrés oxidativo. Los mediadores intracelulares del ozono provocan la activación del Nrf2 (Factor Nuclear Eritroide 2). El Nrf2 es un factor de transcripción que actúa en el núcleo celular y activa la respuesta de genes (HO-1, ERCC4, CDKN1A). Estos van a sintetizar enzimas antioxidantes y diversas moléculas que promueven rutas inmunomoduladoras, antiinflamatorias y anticoagulantes

Hay que insistir que, debido a la respuesta hormética del organismo ante el ozono, cuando éste se administra a dosis muy altas, se activa la ruta del NF-kB, que es la opuesta al Nrf2, y entonces suceden los efectos contrarios ⁴⁸⁻⁵⁰.

Efectos del ozono en la hernia de disco extruida.

La ozonoterapia lleva años utilizándose con éxito como tratamiento complementario o alternativo en hernia de disco lumbar ⁵¹⁻⁵² y se ha demostrado seguro y efectivo. Mejora el dolor y disminuye el consumo de medicación ⁵³.

Su uso está respaldado por numerosos estudios clínicos, aunque pocos son de alto nivel, lo que resta evidencia para demostrar su superioridad sobre otros tratamientos ⁵⁴⁻⁵⁷.

En patología discal, el ozono puede inyectarse en la musculatura paravertebral (lo cual es técnicamente sencillo), o apoyarse de radioscopia o ecografía para infiltrarlo en facetas, foramen, espacio epidural o intradiscalmente. La dosis recomendada en infiltraciones paravertebrales, facetarias o foraminales es 5-10 ml por punto a 10 – 20 µg/mL de concentración. En discolisis percutánea se infiltran 10mL a 25µg/mL; y en epidurales, de 10 - 20 mL a 20 – 30µg/mL, ^{2,29,30, 58,59}. El ozono en el disco herniado produce fragmentación de las cadenas de proteoglicanos y neutraliza las cargas negativas en los grupos sulfato, lo que reduce la capacidad del núcleo de retener agua y, como consecuencia, sobreviene su deshidratación. Cuando el volumen herniado se reduce, disminuye la presión sobre la raíz ^{60,61}. También oxida directamente citoquinas mediadoras del dolor, como la TNF α , IL-6, and IL-1 β , lo que disminuye la inflamación y alivia el dolor en la radiculitis crónica ⁶². Induce la inhibición de la prostaglandina E2 y la fosfolipasa A2 (como hacen los esteroides) ^{29,54,57}. Transforma los ácidos grasos insaturados en hidrófilos, lo que facilita su eliminación y que se reduzca el volumen del tejido graso ²⁹.

Por otro lado, el ozono favorece la expresión de las poblaciones de macrófagos M2 sobre los M1 promoviendo la fagocitosis del disco, disminuyendo el tejido cicatricial y favoreciendo la reparación y remodelación del tejido ^{2,15, 63}.

La porción no herniada del núcleo pulposo permanece en su entorno privilegiado, queda conservada y el ozono no la deshidrata ni degrada ^{2, 64-66}.

Exposición del caso

Se presentó a consulta una mujer de 55 años con lumbociática aguda derecha y paresia tipo L5 de cinco días de evolución. El dolor era muy intenso, empeoraba al sentarse y al estar en la cama. No le dejaba conciliar el sueño. Tenía pérdida de fuerza en la extensión del tobillo y del dedo gordo, de una intensidad 3 sobre 5; Lasegue positivo a 45 grados; Bragard positivo, apofisalgia L4-5, dolor a la palpación del glúteo medio y del cuadrado femoral derechos. La resonancia mostraba una hernia de disco L4-5 posterolateral derecha, extruida, ligeramente migrada caudalmente, que ocupaba el receso derecho y comprimía la raíz L5 (Figura 1, A, B y C).

Su neurocirujano prescribió liberación quirúrgica mediante laminectomía, discectomía, y artrodesis. La paciente se negó y solicitó tratamiento conservador. Fue informada que, si bien su caso tenía una clara indicación quirúrgica, todavía quedaba un pequeño margen para el tratamiento conservador, siempre que el dolor mejorara pronto (no más tarde de un mes) y que la pérdida de fuerza no aumentase en ningún momento. Se propuso ozonoterapia por vía caudal y periforaminal asistida por ecografía para evitar los fallos de las técnicas a ciegas y minimizar complicaciones ⁶⁷. La paciente no presentaba contraindicaciones ²⁹⁻³⁰, quedó advertida de los riesgos, aceptó el tratamiento y firmó el consentimiento informado.

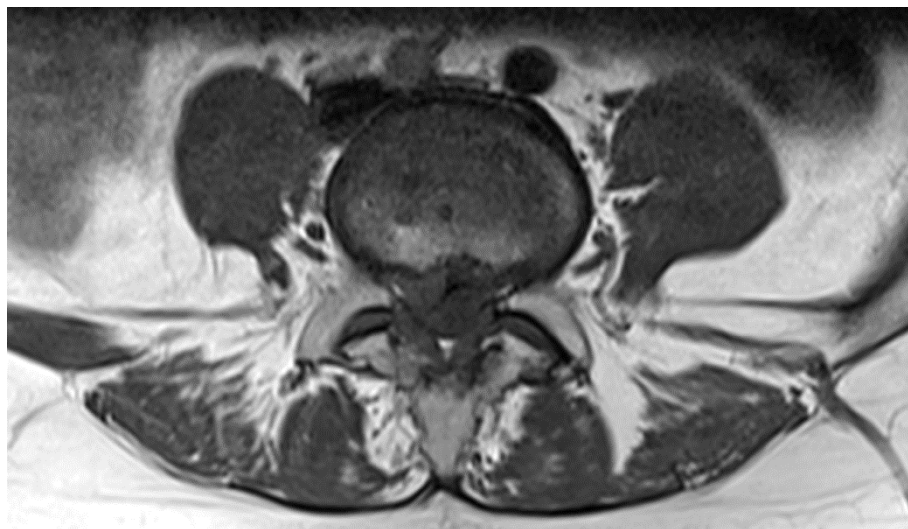
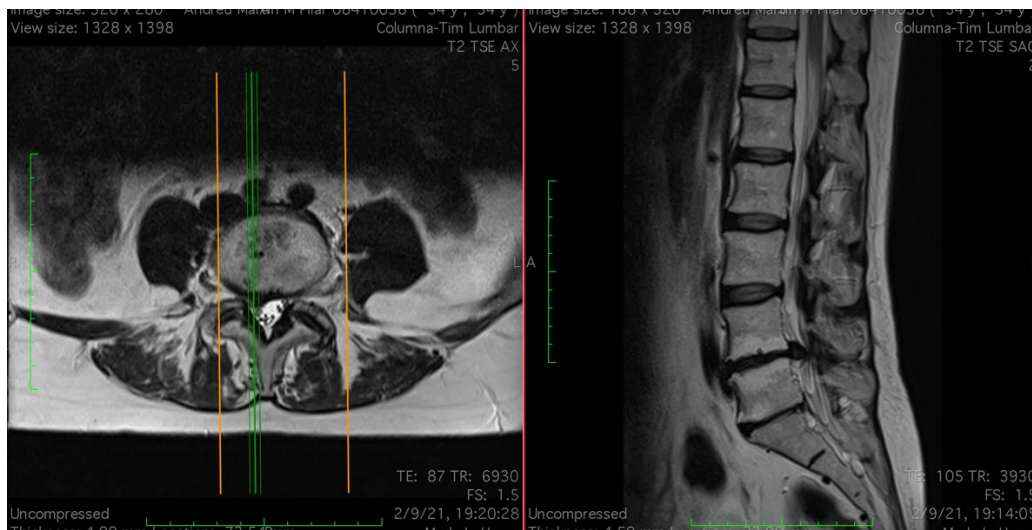


Figura 1. Imágenes de Resonancia Magnética del Paciente. A Plano sagital: se aprecia hernia de disco L4-L5 extruida con disminución de la altura discal y cambios tipo Modic en los platillos. y B Detalle de la hernia extruida en el receso derecho L4-5.

Material y métodos

La paciente no presentaba contraindicaciones para el tratamiento. Quedó advertida de los posibles efectos secundarios y firmó el consentimiento informado.

Se utilizó oxígeno medicinal y un generador de ozono “OZONOBARIC P”, de Sedecal. El ecógrafo empleado fue un SONOSITE PX, de Fujifilm. Se decidió poner dos sesiones a la semana de ozonoterapia por tres vías: Caudal (20mL de ozono a 20µg/ml); Periforaminal derecha entre los espacios L4 y L5 (10 ml de ozono a 20 µg/ml) y Paravertebral a la izquierda de L4 (10 ml de ozono a 20 µg/ml).

Para la infiltración caudal se usó una sonda lineal del 15-4 MHz. La paciente se colocó en decúbito supino, con un rollo de gomaespuma en el abdomen para elevar la pelvis; los muslos en rotación interna y los pies en varo para abrir espacio entre las nalgas. La piel se desinfectó con povidona yodada al 10% y después con alcohol al 70°. Se preparó un campo estéril. La sonda fue convenientemente desinfectada y cubierta por Tegaderm estéril. Se usó clorhexidina acuosa al 2% en vez de gel ecográfico estéril, lo cual es una opción válida para visualizar los ecos y además refuerza la antisepsia. El hiato sacro fue localizado con la sonda en plano transversal (viendo la típica imagen de las astas o cuernos del sacro) y luego se giró al plano longitudinal para identificar la membrana sacrococcígea y el espacio epidural. La infiltración se hizo en plano, con una aguja Sterican Braun de 0,60 x 80 mm, aunque es posible usarlas más cortas. Primero se puso un habón subcutáneo de anestesia local (procaína al 1%, un anestésico muy seguro y a la mínima concentración). Es importante purgar la jeringa de aire para no generar interferencias en la visión ecográfica. La procaína se infiltró hasta llegar a la superficie de la membrana sacrococcígea, pero no más allá. La razón de no introducir anestésico en el espacio epidural es evitar su oxidación por el ozono. Además, la intención no es hacer anestesia locorregional. Con la aguja ya posicionada antes de entrar en el hiato sacro, se esperó un minuto a procaína hiciera efecto mientras se montaba la jeringa con ozono. Se perforó la membrana sacrococcígea notándose la típica sensación de “caída al vacío”. Siempre hay que aspirar tras la perforación para sentir la presión negativa del espacio epidural y asegurarse que no sale sangre o líquido cefalorraquídeo hacia la jeringa. El gas se inyectó lentamente y con el ecógrafo se monitorizó el típico brillo ocupando el espacio epidural. En la infiltración con ozono no es necesario avanzar proximalmente la aguja hacia el interior del canal del sacro. Hay que asegurarse de colocar el bisel de la aguja mirando arriba (hacia la cara posterior) para infiltrar con la menor presión posible.

Es importante comprobar que las líneas hiperecoicas, brillantes que aparecen al infiltrar ozono se circunscriban al espacio epidural y no se extiendan por el tejido bando circundante. Eso indicaría un fallo en la posición de la aguja. Además, los artefactos de gas en el tejido blando dificultan la visión ecográfica del hiato sacro si se requiere un segundo intento de canalización.

Para la infiltración foraminal derecha, la desinfección del campo y la preparación de la sonda fue similar. Se utilizó una convex de 5-1 MHz y el programa “perfil de aguja” del ecógrafo. Igualmente se usó una aguja Sterican Braun de 0,60 x 80 mm. Tras una somera exploración ecográfica para estudiar las referencias, la sonda se posicionó transversal sobre L4. Una vez identificada la sombra de la espinosa, la lámina, la faceta y la transversa (imagen en escalera), la sonda se desplazó ligeramente en sentido distal hasta el espacio intertransverso. El punto a infiltrar fue el extremo de la lámina, que coincide con el inicio del foramen, pero no se fue más allá por seguridad. Es por ello que se prefiere llamar a esta infiltración “periforaminal o extraforaminal”²⁹. Respecto la anestesia, sólo se precisó un habón subcutáneo de procaína al 1% pues la progresión de la aguja resulta indolora.

En el lado izquierdo de L4-5 se puso una infiltración paravertebral simple de ozono a dos centímetros por fuera de la espinosa (ésta se reconoce por palpación) y utilizando una aguja Sterican Braun de 0,4 x 40 mm. No hace falta anestesia para esta infiltración, aunque en este caso se puso un habón subcutáneo (no en plano muscular).

Tras el procedimiento la paciente se mantuvo 20 minutos en decúbito, comprobando que se encontraba bien, sin cefalea ni otros signos o síntomas de alarma.

Resultados

Se pusieron en total 20 sesiones de ozonoterapia. Las primeras 10 sesiones consistieron en ozono caudal, foraminal y paravertebral con una frecuencia de dos a la semana. Las otras 10 sesiones se colocaron por vía caudal y paravertebral bilateral, excluyendo la extraforaminal, una por semana.

Tras la 1ª sesión, la paciente notó mejoría. Tras la 2ª pudo dormir más seguido y aguantar más tiempo sentada, aunque el dolor era fuerte y las parestesias intensas. Tras la 3ª sesión, desapareció la neuritis ciática y mejoró mucho su lumbalgia regional, quejándose más bien de una sensación de rigidez lumbar. Por otro lado, la paresia L5 no mostraba mejoría, pero tampoco empeoraba. Tras la 8ª sesión (esto es, al mes), la paresia L5 empezó a mejorar claramente y

pasó de una pérdida de fuerza de 3/5 a una de 4/5. La paciente podía caminar largo tiempo sin molestias. Tras la 10ª sesión dormía bien y ya no tomaba analgésicos. Se decidió suspender el abordaje foraminal al no haber síntomas de neuritis ciática y se pautó una sola sesión semanal de ozonoterapia caudal y paravertebral bilateral a nivel L4.

Tras la 18ª sesión hacía vida normal, trabajaba y conducía; Al terminar la 20ª sesión se suspendió la ozonoterapia caudal.

Las visitas pasaron a ser cada 15 días para seguir evolución y poner ozono exclusivamente paravertebral durante un par de meses más.

A los 6 meses del inicio de la ciática, estando ya asintomática, se repitió la RM y se demostró que la hernia se había reabsorbido en su totalidad (Figura 2, A, B y C).

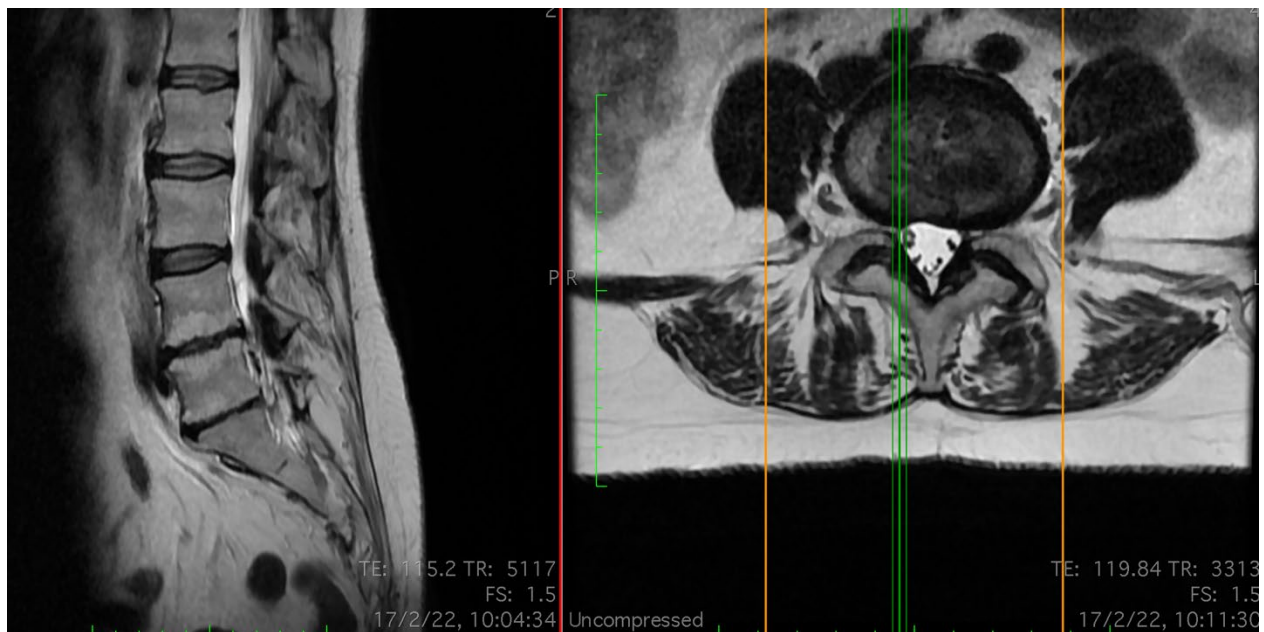


Figura 2. A y B. Obsérvese la completa reabsorción de la hernia en el receso L4-5 derecho

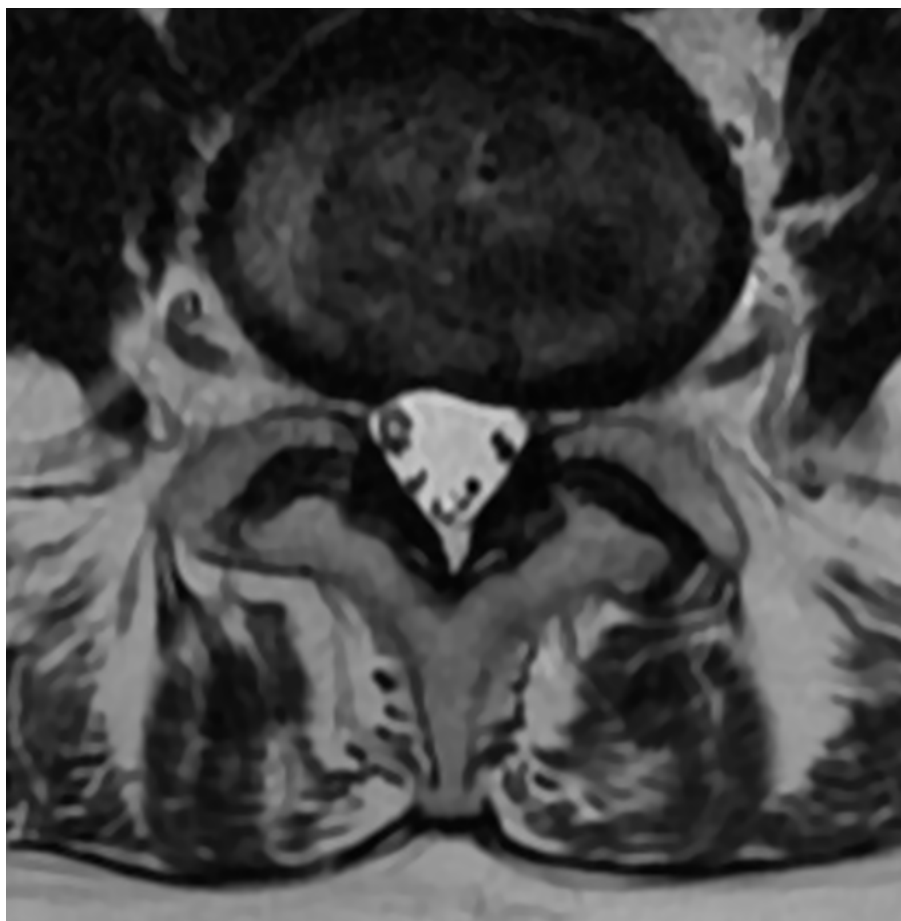


Fig. B

Discusión

Hay pocos estudios en la literatura donde se utilice ozono por vía epidural en el tratamiento de la hernia de disco (sin combinarlo con discolisis percutánea o con infiltraciones de corticoide). En un estudio de ozonoterapia caudal y paravertebral en 30 casos de cirugía fallida de columna lumbar, Hernández Guinea no encontró ventajas al uso del ozono, pero realizó una sola sesión de ozonoterapia caudal, y sólo cuatro de paravertebral, cantidad claramente insuficiente para el pre acondicionamiento requerido. No refirió complicaciones medicas de interés salvo un caso de cefalea leve ⁶⁸. En cambio, González Salgado, en un estudio de ozonoterapia epidural en 17 pacientes con estenosis del canal mediante catéter introducido por el hiato sacro hasta el nivel estenosado, encontró mejoría en el 94,11 % de los casos, y ninguna complicación ⁶⁹.

La ozonoterapia por vía caudal resulta barata, sencilla, segura y efectiva. Es un procedimiento ambulatorio y al día siguiente el paciente se puede incorporar a su vida habitual. Se evita la cirugía y sus posibles complicaciones (como la fibrosis residual). Puede ser una alternativa para los pacientes que no desean una discolisis percutánea. Para su realización exitosa se recomienda canalizar el espacio epidural con ayuda ecográfica o radioscópica y así evitar fallos en la canalización del hiato sacro. La técnica, aunque escrupulosa, resulta sencilla de aprender y los materiales que se utilizan son asequibles.

La ozonoterapia por vía caudal coloca el ozono en íntimo contacto con las estructuras alteradas y su efectividad es mayor y más rápida que si se infiltra en la musculatura paravertebral. Es una técnica útil para hernias de disco (contenidas, extruidas o migradas) y estenosis de canal, sobre todo cuando son multinivel ^{29,69}. También es útil en neuropatía post-radioterapia y en las lumbalgias con fracaso quirúrgico ^{1,70}.

Las contraindicaciones para la infiltración de ozono caudal, además de las propias de ozonoterapia en general, son: sepsis, hipovolemia, ACV hemorrágico, hipertensión intracraneal, quistes de Tarlov con erosión ósea (altas probabilidades de fístula de LCR) e infección local²⁹.

No hubo complicaciones en las 20 sesiones que recibió la paciente en este estudio. Ello coincide con literatura existente, que refiere casos aislados de dolor al infiltrar el ozono o más escasos todavía de cefaleas por neumoencéfalo, que se resuelven espontáneamente en 48 horas. La baja incidencia de complicaciones se consigue cuando la técnica es correcta. Hay que respetar las normas de esterilización, asepsia y antisepsia para minimizar la posibilidad de abscesos epidurales. Las dosis de ozono deben ser las apropiadas ²⁹⁻³⁰, pues dosis altas, (o colocar por error el ozono fuera del espacio epidural) provocan dolor. La infiltración debe ser lenta para evitar un síncope vaso-vagal. Los volúmenes en un adulto no deben superar los 20 ml para minimizar la posibilidad de neumoencéfalo. Además, tras el procedimiento, el paciente se relaja 20 minutos en decúbito por evitar que el gas suba por la columna hacia el encéfalo (cosa que podría ocurrir si se incorporara inmediatamente después del procedimiento). Para infiltrar ozono por vía caudal no es necesario avanzar la aguja por el canal del sacro, lo que reduce al mínimo la posibilidad de pinchar vasos sanguíneos (riesgo de hematoma epidural) o de perforar la duramadre (en cuyo caso aparecería respectivamente sangre o líquido cefalorraquídeo en la jeringa al aspirado previo a infiltrar). El hecho de poner exclusivamente ozono en el espacio epidural, y no otros productos, como anestésicos o corticoides, ahorra complicaciones.

Conclusiones

La ozonoterapia por vía caudal y extra-foraminal es un buen tratamiento para las hernias de disco extruidas con dolor radicular agudo que no sean una emergencia quirúrgica. Se necesitan estudios clínico más completos que confirmen esta posibilidad.

Agradecimientos

A la Dra. Adriana Schwartz, al Dr. Gregorio Martínez Sánchez, al Dr. Esteban González Sánchez y a los demás profesores del 8º Diplomado de Ozonoterapia AEPRMO 2021-22 por su esfuerzo y entrega.

Bibliografía

1. Costa Barbosa D. Effects of ozone on the pain and disability in patients with failed back surgery syndrome. *Rev Assoc Med Bras* 2017; 63(4):355-360
2. Erario, M.d.I.A. Ozone as Modulator of Resorption and Inflammatory Response in Extruded Nucleus Pulposus Herniation. Revising Concepts. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 9946.
3. Fardon, D.F. Lumbar disc nomenclature: Version 2.0, Recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine Radiology and the American Society of Neuroradiology. *Spine J. Off. J. N. Am. Spine Soc.* 2014, 14, 2525–2545.
4. Kang JD. Toward a biochemical understanding of human intervertebral disc degeneration and herniation: contributions of nitric oxide, interleukins, prostaglandin E2, and matrix metalloproteinases. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997;22:1065–1073.
5. Van Boxem K. Pulsed radiofrequency: a review of the basic science as applied to the pathophysiology of radicular pain: a call for clinical translation. *Reg Anesth Pain Med* 2014;39:149–159.
6. Sun, Z. The Immune Privilege of the Intervertebral Disc: Implications for Intervertebral Disc Degeneration Treatment. *Int. J. Med. Sci.* 2020, 17, 685–692.
7. Kaneyama, S. Fas ligand expression on human nucleus pulposus cells decreases with disc degeneration processes. *J. Orthop. Sci.* 2008, 13, 130–135.
8. Sun, Z. FasL on human nucleus pulposus cells prevents angiogenesis in the disc by inducing Fas-mediated apoptosis of vascular endothelial cells. *Int. J. Clin. Exp. Path.* 2013, 6, 2376–2385
9. Liu, Z. FasL Expression on Human Nucleus Pulposus Cells Contributes to the Immune Privilege of Intervertebral Disc by Interacting with Immunocytes. *Int. J. Med. Sci.* 2013, 10, 1053–1060.
10. Doita, M. Influence of macrophage infiltration of herniated disc tissue on the production of matrix metalloproteinases leading to disc resorption. *Spine* 2001, 26, 1522–1527.
11. Grönblad, M. A controlled immunohistochemical study of inflammatory cells in disc herniation tissue. *Spine* 1994, 19, 2744–2751.
12. O'Donnell, J.L.; O'Donnell, A.L. Prostaglandin E2 content in herniated lumbar disc disease. *Spine* 1996, 21, 1653–1655.
13. Park, J.B.; Chang, H.; Kim, Y.S. The pattern of interleukin-12 and T-helper types 1 and 2 cytokine expression in herniated lumbar disc tissue. *Spine* 2002, 27, 2125–2128.
14. Shamji, M.F. Proinflammatory cytokine expression profile in degenerated and herniated human intervertebral disc tissues. *Arthritis Rheum.* 2010, 62, 1974–1982.
15. Djuric, N. Lumbar disc extrusions reduce faster than bulging discs due to an active role of macrophages in sciatica. *Acta Neurochir.* 2020, 162, 79–85.
16. Bobechko, W.P.; Hirsch, C. Auto-immune response to nucleus pulposus in the rabbit. *J. Bone Jt. Surg. Br.* 1965, 47, 574–580.
17. Habtemariam, A. Immunocytochemical localization of immunoglobulins in disc herniations. *Spine* 1996, 21, 1864–1869.
18. Satoh, K. Presence and distribution of antigen-antibody complexes in the herniated nucleus pulposus. *Spine* 1999, 24, 1980–1984.
19. Grönblad, M. Complement membrane attack complexes in pathologic disc tissues. *Spine* 2003, 28, 114–118.
20. Shamji MF, Allen KD, So S. Gait abnormalities and inflammatory cytokines in an autologous nucleus pulposus model of radiculopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(7):648-654.
21. Djuric, N. The contradictory effect of macrophage-related cytokine expression in lumbar disc herniations: A systematic review. *Eur. Spine J.* 2020, 29, 1649–1659
22. Autio, R.A. Determinants of spontaneous resorption of intervertebral disc herniations. *Spine* 2006, 31, 1247–1252.

23. Nygaard, O.P. The inflammatory properties of contained and noncontained lumbar disc herniation. *Spine* 1997, 22, 2484–2488.
24. Kim C.H, Nonsurgical treatment outcomes for surgical candidates with lumbar disc herniation: a comprehensive cohort study *Scientific Reports* | (2021) 11:3931
25. Sapriza S. Síndrome de cola de caballo secundario a hernia discal. *Rev Méd Urug* 2020; 36(4):374-381
26. Gleave JRW, Macfarlane R. Cauda equina syndrome: what is the relationship between timing of surgery and outcome? *Brit J Neurosurg* 2002; 16(4):325-8.
27. Sabnis AB, Diwan AD. The timing of surgery in lumbar disc prolapse: A systematic review. *Indian J Orthop* 2014;48:127-35.
28. Yoon WW, Koch J. Herniated discs: when is surgery necessary? *EFORT Open Rev* 2021;6:526-530.
29. Schwartz A.. *Manual de Ozonoterapia Clínica*. Medizeus. S.M. ISBM:2017:978-84-617-9394-5
30. International Scientific Committee of Ozono Therapy. *Madrid Declaration on Ozone Therapy*. 3th ed. Madrid:ISCO3; ISBM 978-84-09-20009-2;2020
31. Bocci V A. Ozone acting on human blood yields a hermetic dose-response relationship *Journal of Translational Medicine* 2011, 9:66
32. Martínez Sánchez, G. Hormesis: Antecedentes e Implicaciones en los Sistemas Biológicos. (2009) *Lat. Am. J. Pharm.* 28 (6): 954-60
33. Bocci, V.; Di Paolo, N. Oxygen-ozone therapy in medicine: An update. *Blood Purif.* 2009, 28, 373–376.
34. Bocci, V. *Oxygen-Ozone Therapy: A Critical Evaluation*; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, 2002.
35. Bocci, V.; Valacchi, G. Free radicals and antioxidants: How to reestablish redox homeostasis in chronic diseases? *Curr. Med. Chem.* 2013, 20, 3397–3415.
36. Bocci, V.A. Scientific and medical aspects of ozone therapy. *State Art. Arch. Med. Res.* 2006, 37, 425–435.
37. Bocci, V.; Borrelli, E.; Travagli, V.; Zanardi, I. The ozone paradox: Ozone is a strong oxidant as well as a medical drug. *Med. Res. Rev.* 2009, 29, 646–682.
38. Bocci, V. How a calculated oxidative stress can yield multiple therapeutic effects. *Free Radic. Res.* 2012, 46, 1068–1075.
39. de Sire, A. Oxygen–Ozone Therapy in the Rehabilitation Field: State of the Art on Mechanisms of Action, Safety and Effectiveness in Patients with Musculoskeletal Disorders. *Biomolecules* 2021, 11, 356.
40. Smith, N.L. Ozone therapy: An overview of pharmacodynamics, current research, and clinical utility. *Med. Gas Res.* 2017, 7, 212–219.
41. Sagai, M.; Bocci, V. Mechanisms of Action Involved in Ozone Therapy: Is healing induced via a mild oxidative stress? *Med. Gas Res.* 2011, 1, 29.
42. Schwartz A, Martínez-Sánchez G, Re L. Factores de crecimiento derivados de plaquetas y sus aplicaciones en medicina regenerativa. *Potencialidades del uso del ozono como activador*. *Ozone Therapy Global Journal*; Vol 1, No 1 (2011): *Revista Española de Ozonoterapia*
43. Re L, Martínez Sánchez G, Pérez-Davison G. Role of Ozone/Oxygen in Fibroblast Growth Factor Activation. *Discovering the Facts*. *International Journal of Ozone Therapy* 9: 55-58, 2010
44. Shaoyi H. Effects of ozone autohemotherapy on blood VEGF, TGF- β and PDGF levels after finger replantation. *Ann Palliat Med* 2020;9(5):3332-3339
45. Valacchi G, Bocci V. Studies on the biological effects of ozone: 10. Release of factors from ozonated human platelets *Mediators of Inflammation*, 8, 205–209 (1999).
46. Valacchi G, Bocci V. Studies on the biological effects of ozone: 11. Release of factors from human endothelial cells *Mediators of Inflammation*, 9, 271–276 (2000)
47. Ruhi Cakir. Ozone Therapy and Combined PRP Applications *Oncothermia Journal* 10:35-39 (2014)

48. León O S. [Ozone oxidative preconditioning: a protection against cellular damage by free radicals](#). Mediators Inflamm. 1998; 7(4): 289–294.
49. Re, L.; Martínez-Sánchez, G. Is ozone pre-conditioning effect linked to Nrf2/EpRE activation pathway in vivo? A preliminary result. Eur. J. Pharmacol. 2014, 742,
50. Galiè, M.; Costanzo, M.; Nodari, A.; Boschi, F.; Calderan, L.; Mannucci, S.; Covi, V.; Tabaracci, G.; Malatesta, M. Mild ozonisation activates antioxidant cell response by the Keap1/Nrf2 dependent pathway. Free Radic. Biol. Med. 2018, 124, 114–121.
51. Magalhaes FNO. Ozone Therapy as a Treatment for Low Back Pain Secondary to Herniated Disc: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Pain Physician 2012; 15:E115-E129 • ISSN 2150-1149
52. Migliorini F. Ozone injection therapy for intervertebral disc herniation. British Medical Bulletin, Volume 136, Issue 1, December 2020, Pages 88–106
53. Jim Steppan. A Metaanalysis of the Effectiveness and Safety of Ozone Treatments for Herniated Lumbar Discs. J Vasc Interv Radiol 2010; 21:534–548
54. Bocci, V. The usefulness of ozone treatment in spinal pain. Drug Des. Dev. Ther. 2015, 9, 2677–2685.
55. Paoloni, M. Intramuscular oxygen-ozone therapy in the treatment of acute back pain with lumbar disc herniation: A multicenter, randomized, double-blind, clinical trial of active and simulated lumbar paravertebral injection. Spine 2009, 34, 1337–1344.
56. Pellicanò, G. The Italian Oxygen-Ozone Therapy Federation (FIO) study on oxygen-ozone treatment of herniated disc. Int. J. Ozone Ther. 2006, 6, 7–15.
57. de Sire, A. Oxygen–Ozone Therapy in the Rehabilitation Field: State of the Art on Mechanisms of Action, Safety and Effectiveness in Patients with Musculoskeletal Disorders. Biomolecules 2021, 11, 356.
58. Manchikanti L,Hirsch J. An update on the management of chronic lumbar discogenic pain. Pain Mangement. 2015;5(5):373-86. DOI:10.2217/pmt.15.33.
59. Ozcan, S. Intradiscal ozone therapy for lumbar disc herniation. Cell Mol. Biol. 2018, 64 (5),52–55
60. Soltes L.Degradative Action of Reactive Oxygen Species on Hyaluronan. Biomacromolecules 2006; 7:659-668.
61. Murphy K. Percutaneous Treatment of Herniated Lumbar Discs with Ozone: Investigation of the Mechanisms of Action. J. Vasc. Interv. Radiol. 2016, 27, 1242–1250.e3.
62. Wang J. Low-Concentration Oxygen/Ozone Treatment Attenuated Radiculitis and Mechanical Allodynia via PDE2A-cAMP/cGMP-NF- B/p65 Signaling in Chronic Radiculitis Rats. Pain Res. Manag. 2018, 5192814.
63. Lenhert T. Analysis of disk volume before and after CT-guided intradiscal and periganglionic ozone-oxygen injection for the treatment of lumbar disc herniation. J Vasc Interv Radiol 2012; 23(11):1430-1436.
64. Buric, J. Five and Ten Year Follow-up on Intradiscal Ozone Injection for Disc Herniation. Int J Spine Surg 2014, 8
65. Grangeat, A.M. Inflammatory Mechanisms Involved in the Lumbar Disc Herniation with Hydrated Nucleus Pulposus. In Proceedings of the III Congress of the Mexican Association of Ozone Therapy, Cancun, Mexico, 10–12 November 2011.
66. Grangeat, A.M.; Erario, M.A. Inflammatory Mechanisms Involved in the lumbar disc herniation with hydrated nucleus pulposus (acute herniated disc) and oxygen ozone therapy. A different viewpoint. Int. J. Ozone Ther. 2012, 11, 9–14.
67. Cortinas Saenz M. Bloqueo caudal en dolor crónico lumbar: ¿Es necesario el apoyo radiológico para disminuir los fallos de la técnica?. Rev. Soc. Esp. Dolor [online]. 2012, vol.19,(4) 174-180
68. Hernández Guinea B. D. Eficacia de la aplicación de ozono epidural y paravertebral a una concentración de 30 µg/ml para el manejo de dolor crónico en pacientes con síndrome de cirugía fallida de espalda. Rev. Soc. Esp. Dolor (2012) vol.19 no.1
69. González Salgado O. Ozonolisis Epidural lumbar por cateterismo, presentación de una casuística. Revista Española de Ozonoterapia vol. 5, nº 1. pp 75-87, 2015

70. Magalhães FNO. Effects of ozone applied by spinal endoscopy in patients with chronic pain related to failed back surgery syndrome: a pilot study. *Neuropsychiatric Disease and Treatment* 2013;9 1759–1766
71. Freynhagen R. A new screening questionnaire to detect neuropathic components in patients with back pain. *Curr Med Res Opin* 22: 1911-1920
72. Duffo Olvera M. Criterios de tratamiento de la hernia discal aislada y de hernias discales múltiples. *Ortho-tips* Vol. 1 No. 2 2005