

# ARTÍCULO DE REVISIÓN

DOLOR. 2007;22:187-94

## Tratamiento de la hernia discal mediante oxígeno-ozonoterapia

M. ORTIZ SOLER

### RESUMEN

El dolor lumbar constituye una de las consultas más frecuentes en las Unidades de Dolor. Los episodios de dolor representan una limitación en la capacidad funcional y laboral. Actualmente, el abordaje inicial de la hernia discal es conservador con tratamiento farmacológico (analgésicos, antiinflamatorios y relajantes musculares) acompañado de fisioterapia. Cuando el tratamiento conservador fracasa, se han desarrollado técnicas que intentan evitar la cirugía convencional, entre las que se encuentran la inyección percutánea con quimiopapaína, la coagulación con láser, discectomía percutánea endoscópica con láser, la nucleotomía aspirativa y la inyección intradiscal y/o paravertebral con ozono, entre otras. El abordaje quirúrgico convencional suele indicarse en casos en que se instaura una lesión neurológica. Se realiza mediante discectomía o microdiscectomía. El tratamiento con ozono representa un abordaje percutáneo del tratamiento de la hernia discal y en la artrosis interapofisaria cuando se aplica a nivel paravertebral. En algunos países como Italia y Alemania, con gran experiencia, se practica de forma sistemática como primera alternativa cuando fracasa el tratamiento conservador. En nuestro país va teniendo aceptación; su aplicación va en aumento. Se trata de

### ABSTRACT

Back pain is one of the most frequent reasons for consulting pain units. Episodes of pain represent a limitation in functional and work capacity. Currently, the initial approach to a slipped disc is preservative with pharmacological treatment (analgesics, anti-inflammatory drugs and muscular relaxants) accompanied by physiotherapy. When this treatment preservative fails, techniques have been developed to attempt to prevent conventional surgery, including the percutaneous injection of chymopapain, laser coagulation, percutaneous endoscopic laser discectomy, aspiration nucleotomy and the intradiscal and/or paravertebral injection of ozone. The conventional surgical approach is usually indicated in cases where there is neurological injury and usually involves discectomy or microdiscectomy. Treatment with ozone represents a percutaneous approach to the treatment of slipped disc and interapophysary arthrosis when applied at a paravertebral level. In some countries like Italy and Germany, with vast experience, this is applied systematically as the first alternative when preservative treatment fails. In our country it is slowly being accepted and its use is on the increase. The technique is easy to apply, minimally invasive, and may be effective in selected patients. Few studies have been

Especialista en Anestesiología y Tratamiento del Dolor  
Fundació-Hospital Comarcal Sant Antoni Abat  
Grup Mèdic Garraf  
Serveis Mèdics Penedès  
Vilanova i la Geltrú, Barcelona

### Dirección para correspondencia:

Montserrat Ortiz Soler  
Especialista en Anestesiología y Tratamiento del Dolor  
Fundació-Hospital Comarcal Sant Antoni Abat  
Grup Mèdic Garraf  
Serveis Mèdics Penedès  
Vilanova i la Geltrú, Barcelona  
E-mail: 20099mos@comb.es

una técnica de fácil aplicación, poco agresiva y que en pacientes seleccionados puede ser efectiva. Existen pocos trabajos publicados hasta el momento, aunque sí muchos artículos descriptivos en la técnica. Esta revisión representa una puesta al día de los conocimientos hasta el día de hoy y permite concluir que los estudios que conocemos hasta el momento son suficientes para considerar esta técnica como una alternativa válida en el complejo tratamiento del dolor lumbar. El tratamiento con ozono ya es una alternativa a los corticoides por sus mejores resultados a largo plazo, y es una primera elección cuando el disco es extruido, donde la radiofrecuencia intradiscal está contraindicada, antes de la microdiscectomía. Su aplicabilidad está clara.

**Palabras clave:** Ozonoterapia. Hernia discal. Dolor lumbar.

*Agradecimientos: doctores Mariano Corzo, Juan Manuel Cowalinsky y Carlos Algara, que me han introducido en la técnica.*

## INTRODUCCIÓN. ¿QUÉ ES EL OZONO?

Es una forma alotrópica de oxígeno. Se conoce por su existencia en la naturaleza, donde se localiza en la estratosfera a unos 20-30 km de la superficie de la tierra y es responsable del equilibrio ecológico de la tierra, impidiendo la absorción de radiaciones ultravioletas.

Químicamente, son tres moléculas de oxígeno ( $O = O-O$ ). Es un gas inestable, transparente y de olor picante. Con fines terapéuticos se utiliza desde el siglo XX, pero no tuvo un desarrollo importante hasta los años 60, cuando los generadores fueron fiables para controlar la producción y destrucción. El ozono ( $O_3$ ) se produce a partir del oxígeno cuando entra en contacto con una descarga eléctrica que genera diferentes concentraciones según la enfermedad a tratar<sup>1</sup>.

La ozonoterapia consiste en la administración controlada de ozono para inducir una respuesta terapéutica. En otras aplicaciones, existe el tratamiento de las aguas y también en la veterinaria. Su administración está regulada por la Ley de Sanidad 41/2002. En este Real Decreto se establece, entre otras cosas, que los generadores tienen que reunir una serie de condiciones para asegurar la correcta concentración

published to date, although there are many articles describing the technique. This revision represents an update of the knowledge available up to now and concludes that the studies carried out so far are sufficient to consider this technique as a valid alternative in the complex treatment of back pain. Treatment with ozone is already an alternative to corticoids because of its better long term results, and is of first choice when the disk is extruded, where intradiscal radiofrequency is contraindicated before microdiscectomy. Its applicability is clear. (DOLOR. 2007;22:187-94)

*Corresponding author: Montserrat Ortiz Soler, 20099mos@comb.es*

**Key words:** Ozone therapy. Slipped disc. Back pain.

y dosificación de la mezcla oxígeno-ozono. También que ha de ser administrado por personal médico cuando es para actividades terapéuticas, ya que un uso no correcto puede llevar a riesgos. En la ACEOOT (asociación española para la aplicación oxígeno-ozonoterapia), hay un comité de vigilancia de reacciones adversas.

## EFFECTOS TERAPÉUTICOS DEL OZONO

Cuando el ozono es administrado, genera reacciones bioquímicas. Es un oxidante y puede actuar como modulador de diferentes funciones celulares. Activa mecanismos antioxidantes endógenos y produce una metabolización de radicales libres, frenando el proceso oxidativo responsable de la destrucción celular. El estrés oxidativo está presente en diversos procesos como la inflamación, enfermedades degenerativas, deficiencias inmunitarias, enfermedades autoinmunes, etc. Su correcta utilización puede mejorar la función celular, aumentando la capacidad de frenar los procesos fisiológicos y patológicos de destrucción celular<sup>1</sup>.

La acción antioxidante a nivel intraarticular disminuye la inflamación y la futura degeneración. Inactiva e inhibe la liberación de enzimas proteolíticas. Estimula la producción de condrocitos y fibroblastos con la posibilidad de formación de nuevo cartílago.

Tiene un efecto antiinflamatorio y analgésico. Esta acción es consecuencia de una inhibición de la sín-

tesis de prostaglandinas<sup>2,4</sup> o la liberación de bradiquinina y otros mediadores de la inflamación. Aumenta la liberación de antagonistas que neutralizan proinflamatorios como citoquinas *like* como interleuquinas, interferón, factor  $\infty$  de necrosis tumoral y citoquinas inmunosupresoras *like*, todos con efecto inhibidor de la inflamación. Libera endorfinas. Todo, en conjunto, produce una disminución del edema, la inflamación y el dolor.

La degradación de los proteoglicanos que componen el disco pulposo resulta de gran beneficio para destruir el disco herniado. Estudios *in vitro* demuestran sobre disco humano resecado y también *in vitro* en ratas que la administración óptima intradiscal es de 27  $\mu\text{g/ml}$ . Con esta concentración el ozono actúa directamente sobre los proteoglicanos que forman el núcleo pulposo, liberando agua y degenerando la matriz, la cual es reparada en un espacio de cinco semanas con nueva formación celular. Todo este proceso conduce a una disminución del volumen celular<sup>2</sup>. Este efecto ha sido demostrado en cinco discos de pacientes sometidos a ozonoterapia intradiscal y que posteriormente se sometieron a microdiscectomía. Hallazgo totalmente distinto al que se observa en el disco no tratado, que permanece con una hiperplasia, proliferación y signos de nueva formación tisular con tejido inflamatorio y linfocitario<sup>3</sup>.

El objetivo de la administración de ozono intradiscal es la reducción del tamaño del disco y, secundariamente, reducción de la compresión nerviosa. La hernia discal produce éxtasis venosa por compresión de los vasos, empeorando el dolor, puesto que las raíces nerviosas son muy sensibles a la hipoxia. Otra razón de usar ozono es el efecto analgésico y antiinflamatorio<sup>2,4</sup>, que se correlaciona con la inhibición de la síntesis de prostaglandinas y la liberación de bradiquinina, así como aumento de antagonistas que neutralizan los proinflamatorios liberados: citoquinas *like* (interleuquinas, interferón, factor de necrosis tumoral, etc.)<sup>5,6</sup>.

Otras acciones del ozono, como la acción antibacteriana, se basan en la formación de moléculas tóxicas para los microorganismos anaeróbicos como el peróxido de hidrógeno y los radicales libres, debido a que no tienen sistemas enzimáticos endógenos capaces de descomponer estos productos y eliminarlos del organismo.

La disminución en la perfusión periférica en diferentes etiologías (diabetes, arteriosclerosis, tromboarteritis obliterante...) es responsable de la isquemia tisular y, en definitiva, de la muerte celular.

La mejoría en la oxigenación, de la microcirculación, el efecto antiagregante plaquetario y el aumento en el 2,3 DPG (difosfo-glicerato) facilita la liberación de oxígeno de los glóbulos rojos en los tejidos. En definitiva, una contribución a la oxigenación tisular.

Así podemos resumir todas estas propiedades del ozono como:

- Analgésico y antiinflamatorio.
- Regulador del estrés oxidativo celular.
- Incremento del metabolismo del  $\text{O}_2$ . Mejoría en la oxigenación.
- Modulación de la actividad autoinmune.
- Acción bactericida, antivírica y fungicida.
- Aumento de la circulación.

Contraindicaciones: favismo (deficiencia de la enzima glucosa-6 fosfato-deshidrogenasa); hipertiroidismo; embarazo; trombocitopenia; enfermedades cardiovasculares avanzadas. También hay interacciones farmacológicas, como con los inhibidores de la angiotensina que se han de tener en cuenta.

---

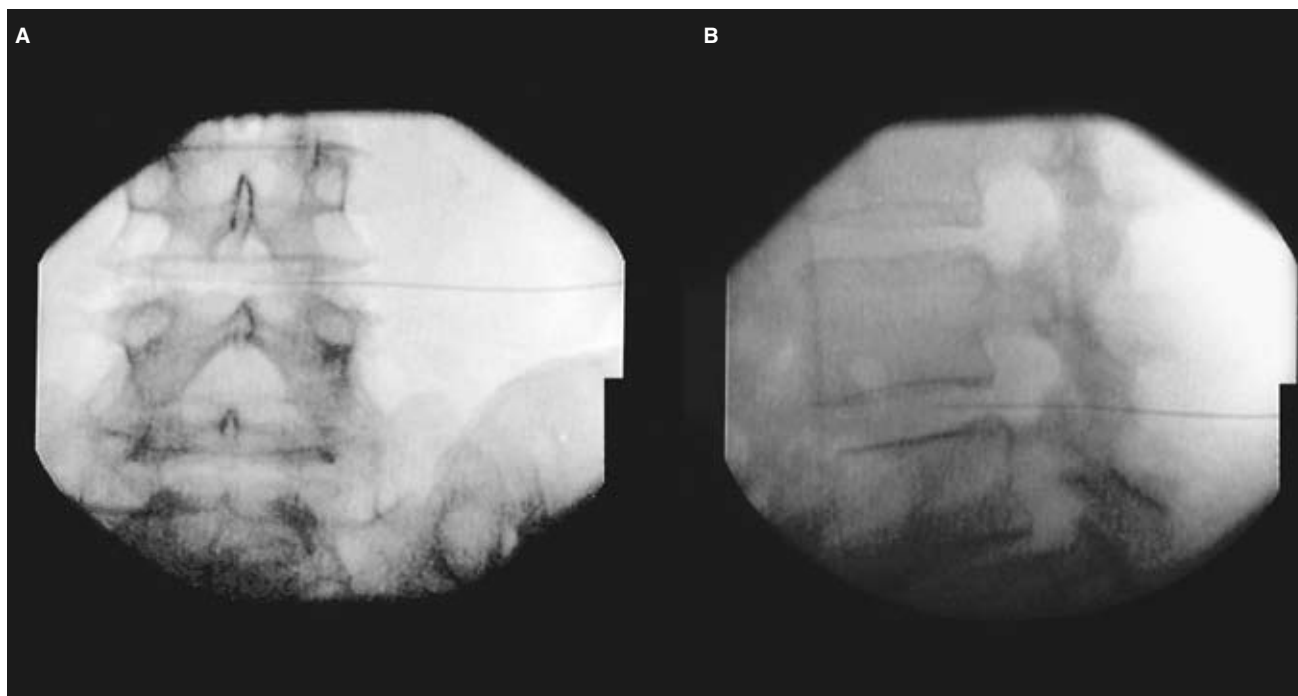
## VÍAS DE ADMINISTRACIÓN

---

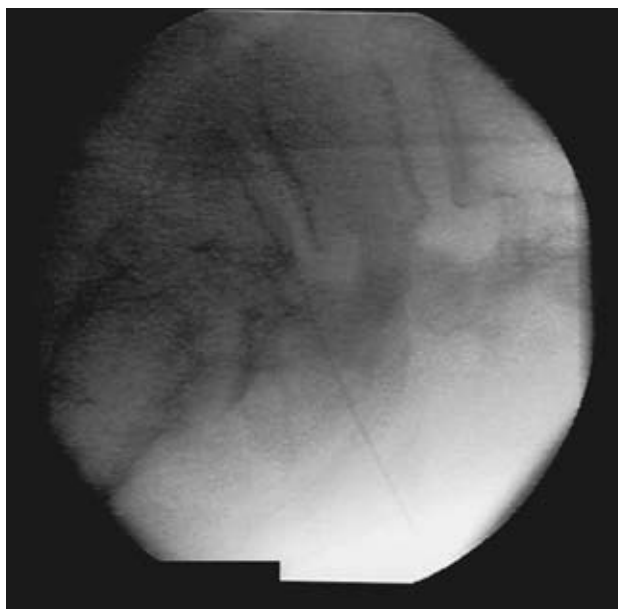
- Intraarticular
- Subcutánea
- Intramuscular
- Intradiscal
- Intraforaminal
- Paravertebral
- Intralesional
- Endovenosa (autotransfusión)
- Rectal
- Vaginal
- Tópica

Salvo para hernia discal, no existen estudios publicados accesibles por las bases de datos bibliográficas habituales de la ozonoterapia en el tratamiento del dolor, la artrosis o la fibromialgia.

Algunos ejemplos en la aplicación intradiscal y paravertebral (Figs. 1, 2 y 3).



**Figura 1.** Inyección intradiscal. L4-L5. La flecha señala la introducción en la dirección de la aguja. **A:** perfil en el momento de la inyección de ozono. La difusión del ozono se observa como un aumento de claridad que se desprende a partir de la aguja. **B:** visión anteroposterior antes de la inyección.



**Figura 2.** Inyección intradiscal. L4-L5.



**Figura 3.** Inyección paravertebral, en la región cervical.

## TRATAMIENTO CON OZONOTERAPIA EN LA HERNIA DISCAL

El tratamiento de la hernia discal con radiculopatía y el dolor discogénico ha sido motivo de debate en estos

últimos años. El tratamiento intervencionista es la última opción de tratamiento del dolor lumbar cuando los tratamientos conservadores han fracasado<sup>7</sup>.

La causa más frecuente de dolor lumbar con compresión radicular es de etiología discal. Habitualmente, los síntomas suelen desaparecer en un 50%

de los pacientes, pero no en todos los pacientes los síntomas mejoran<sup>7</sup>.

Sin embargo, la etiología del dolor lumbar puede responder a causas mecánicas o inflamatorias<sup>8</sup>. Entre las causas mecánicas se encuentra:

- Acción directa de la hernia sobre el ganglio espinal.
- Deformación de los ligamentos y *annulus*, con estimulación de los nociceptores de nervio de Luschka de la raíz posterior del nervio espinal.
- Isquemia producida por compresión de las arterias aferentes.
- Éxtasis venosa.

Entre las causas inflamatorias están:

- Respuesta inflamatoria celular a la protrusión discal (secundaria al contenido de disco que se desprende o protruye).
- Biohumoral factores *like* fosfolipasa A2 (inducen indirectamente mediadores del dolor), prostaglandina E2 (inductor de la inflamación a través de fosfolipasa A2), y matrix metaloproteinasas (MMP) (intensificadores de la inflamación).

Desde los años 80 y 90 han aparecido numerosas revisiones, y la tendencia es apostar por técnicas de microcirugía y técnicas percutáneas. El éxito del tratamiento quirúrgico en la hernia lumbar a corto plazo es del 95-98%, con un 2-6% de recurrencias de hernia. Pero, a largo plazo, el porcentaje positivo se reduce por la aparición de fibrosis (FBSS) en un 20% de pacientes<sup>9</sup>.

El objetivo de las técnicas percutáneas es la reducción del tamaño de disco que provoca la compresión radicular. Entre las técnicas percutáneas aceptadas, destaca la quimionucleolisis con quimiopapaína. La disminución del disco herniado se consigue por la hidrólisis enzimática de los proteoglicanos. El tipo de hernia debe de ser contenida, puesto que la quimiopapaína no debe de entrar en contacto con el saco dural, raíces nerviosas o médula espinal. Por otro lado, a pesar de que la enzima es purificada, no deja de ser posible un *shock* anafiláctico<sup>10</sup>.

La nucleoplastia aceptada por la FDA consigue una reducción de entre el 10-20% del volumen discal. La aplicación de la radiofrecuencia produce una rotura de las moléculas. Las bajas temperaturas (50-70 °C) consiguen los mismos resultados que las altas temperaturas (150-200 °C). Las indicaciones se refieren a discos protruidos con más

del 75% de altura. Se excluyen los discos con menos del 50% de altura<sup>11,12</sup>.

La discolisis con la mezcla O<sub>2</sub>-O<sub>3</sub> está basada en el tratamiento del dolor en el componente mecánico al mismo tiempo que con el componente inflamatorio radicular y ganglionar, producida por la reacción al disco herniado.

Los mecanismos mediante los cuales actúa el ozono los podemos especificar:

- Intra y transtisular oxigenación en el lugar de la lesión reduciendo la hipoxia y el éxtasis venoso.
- Reducción de los mediadores celulares inhibiendo la liberación de proteinasas y el aumento de citoquinas inmunosupresoras.
- Inhibición de inductores de la inflamación y mediadores de dolor.
- Efecto directo del ozono sobre los mucopolisacáridos del núcleo pulposo del disco intervertebral y reducción del tamaño por desecación del mismo.

La ventaja del ozono es que su administración puede aplicarse intradiscal, epidural y periganglionar, siendo así el abordaje más completo.

A nivel intradiscal se acepta una concentración de 27 µg/ml.

En los diferentes estudios y autores, la técnica varía en:

- El número de sesiones/inyecciones varía entre 1-12.
- La cantidad de mezcla por inyección varía entre 4 y 20 cc.
- La concentración de la mezcla de ozono varía entre 15 y 30 µg/ml.
- El punto de infiltración varía: intradiscal/musculatura paravertebral.

En la tabla 1 se resumen los diferentes estudios sobre tratamiento con ozono.

En todos los estudios, los resultados obtenidos son claramente favorables en términos de alivio del dolor y de recuperación de la funcionalidad. Aunque la mayoría se trata de estudios no aleatorizados, observacionales, entre ellos destacamos el de Andreula (2003)<sup>13</sup>, que ha intentado mejorar la eficacia de la administración de ozono con adición de corticoides y anestésicos en la misma sesión. Los autores trataron de forma aleatorizada 600 pacientes con sintomatología de compresión radicular y evidencia de hernia discal contenida con TC y RM. A 300 pacien-

Tabla 1.

Autor, año	Tipo de estudio	Nº pacientes	Tipo de intervención	Resultados
Alexandre <sup>14</sup> , 2005 Hernia discal cervical	Retrospectivo	252	1 inyección intradiscal de 20 µg/ml y 5 inyecciones paravertebrales de 10 µg/ml de 20 ml	Excelente 79,3%, mejoría 9,9%, pobre en 10,7%. Regresión del déficit motor en 61,9%
Andreula <sup>13</sup> , 2003 Hernia discal lumbar	Retrospectivo	<b>Total 600</b> 300 300	1 sesión de O <sub>2</sub> -O <sub>3</sub> intradiscal (4 ml + 8 ml a 27 µg/ml) = + inyección periganglionar de anestésico + corticoide	Excelente o bueno (1) en 70,3% grupo intervención y 78,3% en control (p < 0,05)
Andreula <sup>10</sup> , 2004 Protrusión, hernia, fibrosis a nivel lumbar	Retrospectivo	3.000	1 inyección, intradiscal, epidural y periradicular	Oscilan entre 65-80%, dependiendo disco único o peores en la fibrosis
Bonetti <sup>15</sup> , 2005 Hernia discal, protrusión-extruida, síndrome facetario, espondilolistesis, nivel lumbar	Prospectivo	306	1 inyección intraforaminal O <sub>2</sub> -O <sub>3</sub> 25 µg/ml 80 mg de acetato de metilprednisolona	A la semana no hay diferencias 80% excelente o bueno. A los seis meses resultados significativos en el grupo O <sub>2</sub> -O <sub>3</sub> en la enfermedad discal
Buric <sup>16</sup> , 2005 Hernia discal lumbar no contenida lumbar	Prospectivo	30	1 inyección 40 µg/ml de 10-15 ml	VAS: 90% mejoría, 3,3% igual, 6,6% empeora de los que un paciente fue intervenido
D'Erme <sup>17</sup> , 1988 Hernia discal	Retrospectivo	50	2-3 sesiones de O <sub>2</sub> -O <sub>3</sub> a 20-30 µg/ml intradiscal	68% resultados positivos (excelente o bueno)
Gjonovich <sup>18</sup> 2001 Hernia discal lumbar	Retrospectivo	20 20 20	8 inyecciones intramusculares paravertebrales en 21 días de 15-20 cc de O <sub>2</sub> -O <sub>3</sub> a 15 µg/ml 3 inyecciones de 10-15 ml solución salina + dexametasona 8 mg/6-7 días 1 inyección intramuscular paravertebral bilateral con 10 ml de bupivacaína 0,25% en = punto de ozono	Positivo = reducción de la EVA dolor > 50% a los 14 días. A: 75%; B: 55%; C: 70%
Muto <sup>19</sup> 2004 Hernia discal lumbar	Retrospectivo	2.200	1+ inyección intradiscal guiada por CT de O <sub>2</sub> -O <sub>3</sub> a 27-30 g/ml	75-80 % resultados favorables (xc-bueno MacNab) en 1.750 pacientes a 6 meses
Paradiso <sup>20</sup> , 2005 Hernia discal lumbar	Retrospectivo	300	1 inyección intradiscal microdiscectomía	Global resultado similar 98% 6 mes a 85,3% a los 3 años, en microdiscectomía. 92,6 a 79,3% a los 3 años para discolisis Extruida mejor micordiscectomía y discolisis mejor para hernia contenida
Torri <sup>21</sup> , 1999 Enfermedad discal lumbar	Retrospectivo	<b>Total 96</b> 66 30	12 inyecciones O <sub>2</sub> -O <sub>3</sub> (20 cc a 20 µg/ml) en músculos paravertebrales en 8 semanas 12 inyecciones O <sub>2</sub> en músculos paravertebrales	Mejoría en ambos grupos Reducción en tiempo, intensidad del dolor, ciática, dolor lumbar, parestesias, Lassegue, sobre EVA. Diferencias a favor de ozono entre 20-30% (no especifica más)

tes se les administró 4 ml intradiscal y 8 ml de inyección preganglionar de ozono a una concentración de 27 µg/ml. El segundo grupo de 300 pacientes con la misma concentración de ozono, una inyección de corticoides y anestésico local. El seguimiento fue hasta un período de seis meses después del tratamiento y fue valorado por método MacNab. En el primer grupo tratado con ozono el tratamiento fue efectivo en un 70,3% de los pacientes, mientras que un 29,7% precisó cirugía o se consideró un mal resultado. En el segundo grupo, en un 78,3% el tratamiento fue efectivo y se observó un 21,7% de fracasos.

En este mismo estudio se confirmó histológicamente que los restos de disco de pacientes que han sido tratados con ozono y después sometidos a microdiscectomía tenían una deshidratación de la matriz fibrilar del núcleo pulposo, con signos de regresión. En cambio, estos hallazgos no se encontraron en los discos sin tratar con ozono, sino que en el lugar de la lesión se encontraba una proliferación de células de nueva formación, con linfocitos y tejido inflamatorio.

La serie más numerosa la presenta Muto, et al.<sup>19</sup> con 22.000 pacientes. Los resultados demuestran un 80% de éxito y un 20% de fracaso en un seguimiento de seis meses, que continúa en un 75%, con un fracaso del 25% cuando el seguimiento es de 18 meses. Los resultados han sido objetivados con TC y demuestran una reducción del tamaño del disco herniado en un 63% de los pacientes. Los fracasos de la técnica se han relacionado con: calcificación del disco herniado, estenosis de canal y fibrosis epidural con recidiva de la hernia. La técnica utilizada fue intradiscal y intraforaminal. Los pacientes con radiculopatía e hiperalgnesia fueron excluidos.

Hay que destacar del estudio de Alexandre<sup>14</sup> en hernia discal cervical que, a pesar de que los resultados son imprevisibles, los resultados en cuanto a mejoría del dolor también se acompañan con mejoría de los síntomas motores (confirmado con EMG), y a pesar de que no hay correlación clínica con los síntomas se observa en un 39,6% una reducción de la hernia discal.

Paradiso R y Alexandre A<sup>20</sup> realizaron un seguimiento retrospectivo en 300 enfermos diagnosticados de hernia discal, de un total de 2.220 pacientes tratados. Se trata de un ensayo clínico controlado. En 150 pacientes se les practicó una microdiscectomía, y otros 150 pacientes fueron sometidos a tratamiento con discolisis con ozono. El seguimiento fue durante tres años. Los autores concluyen que las dos técnicas son equivalentes en cuanto a recuperación

del déficit neurológico motor, y apuntan que la discolisis con ozono tiene buenos resultados con las hernias discales contenidas, mientras que la microcirugía es mejor en las hernias con contenido fragmentado y emigrado.

Existen dos estudios prospectivos a tener en cuenta. Bonetti<sup>15</sup> es un estudio prospectivo y comparativo de 306 pacientes que divide en dos grupos según presenten discopatía (protrusión-extruida) o enfermedad no discal (síndrome facetario, espondilolistesis, osteofitosis). Cada grupo será dividido según tratamiento con ozono o corticoides. A corto plazo, los resultados fueron similares en ambos grupos, alrededor del 80%, pero a largo plazo (seis meses) las diferencias fueron significativas para la enfermedad discal, con mejor resultado en el grupo tratado con ozono (73%) que con corticoides (62%). No se encontró diferencias respecto a los tratamientos en el grupo con enfermedad no discal.

El de Buric<sup>16</sup> se trata de otro estudio prospectivo en 30 pacientes con un seguimiento entre 6 y 12 meses en pacientes con hernia no contenida, con discografía positiva. Se excluyeron los discos contenidos. Destaca el uso de una concentración elevada de ozono. Los pacientes fueron evaluados mediante VAS, RMDQ (*Ronald Morris Disability Questionnaire*) y OPSR (*Overall Patient Satisfaction Rating*). El volumen de disco herniado fue evaluado a los cinco meses por control RM. En ocho pacientes se comprobó una reducción de más del 50% en el volumen de la hernia, en dos una disminución de menos del 50%, y en cinco sin una sustancial variación del volumen herniado. En un 90% de los pacientes se objetivó estadísticamente una mejoría significativa en el dolor y función ( $p < 0,001$ , *Wilcoxon test* y  $p < 0,001$ , *Wilcoxon test*, respectivamente) en la escala de EVA y cuestionario RMDQ. La mediana de satisfacción con el tratamiento valorado en la escala OPSR fue del 79,3%, con 24 pacientes que manifestaron una satisfacción igual o superior al 80%.

Ambos son los primeros estudios prospectivos y aleatorizados sobre la eficacia del tratamiento con ozono.

---

## TOXICIDAD

---

La inyección puede resultar dolorosa y, secundariamente al dolor, provocar una respuesta inotrópica y cronotrópica negativa responsable de la bradicardia

y la hipotensión en algunos casos. La manifestación puede ser desde una lipotimia a un síncope.

El ozono tiene una ventaja terapéutica. Las bajas concentraciones son prácticamente neutralizadas por el sistema antioxidante sin producir ningún efecto terapéutico. Las dosis altas pueden ser tóxicas a nivel sistémico, con producción de hemólisis.

El ozono nunca debe de ser inspirado. Es tóxico por vía pulmonar a partir de ciertas concentraciones; por lo tanto, es importante que las concentraciones sean estrictamente dosificadas y que no existan pérdidas del gas durante su manipulación. Además de su toxicidad en la mucosa bronquial, también es un tóxico para la epidermis, por oxidación y disminución de las vitaminas C y E.

También como los fármacos citotóxicos, el efecto mutágeno del ozono es deducible por el efecto oxidativo en el DNA y las acciones en las membranas. A pesar de ello, este efecto citogénico no se ha podido demostrar en espermatozoide ni en los linfáticos humanos.

A pesar de lo poco frecuente, se han descrito en algún caso hemorragias retinianas, secundariamente a la inyección intradiscal<sup>22</sup>, con lo cual es importante la información al paciente.

## CONCLUSIÓN

Este artículo ha intentado hacer una revisión actualizada con la que, a la luz de los últimos estudios prospectivos, podemos afirmar que la discosis con ozono es al menos igual de efectiva que otras técnicas infiltrativas, y que por los pocos efectos secundarios y por su aplicabilidad intradiscal o paravertebral la hacen más atractiva y a tener en cuenta, como una opción terapéutica más en el tratamiento de la hernia discal. En algunos países como Italia, con gran experiencia, se practica de forma sistemática como primera alternativa cuando fracasa el tratamiento conservador. Falta aún la estandarización en la técnica. Pero estos resultados aportados durante el 2005, a diferencia del 2003<sup>23</sup>, abogan por que el tratamiento con ozono ya sea una alternativa a los corticoides por sus mejores resultados a largo plazo, y es una primera elección cuando el disco es extruido, donde la radiofrecuencia intradiscal está contraindicada<sup>24,25</sup>, antes de la microdissectomía. Su aplicabilidad está clara.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bocci V. Oxygen-ozone therapy. Países Bajos, Kluwer Academic Publishers, 2002.
2. Iliakis E, Valadakis V, Vynios DH, Tisiganos CP, Agapitos E. Rationalization of the activity of medical ozone on intervertebral disc: a histological and biochemical study. *Riv Neuroradiol* 2001;14(Suppl 1):23-30.
3. Simonetti L, Barbara C. Effetti dell'ozono sul nucleo polposo: reperti anatomo-patologici su un caso operato. *Riv Neuroradiol* 2001;14(Suppl 1):57-9.
4. Bocci V, Luzzi E, Corradeschi F, et al. Studies on the biological effects of ozone: III, an attempt to define conditions for optimal induction of cytokines. *Lymphokine Cytokine Res* 1993;12:121-6.
5. Simonetti L, Agati R, Cenni P, de Santis F, Leonardi M. Mechanism of pain in disc disease. *Riv Neuroradiol* 2001;14:171-4.
6. Siddal PJ, Cousins MJ. Spine update spinal pain mechanism. *Spine* 1997;22:98-104.
7. Bordas JM, Forcada J, García JA, et al. Patología de la columna lumbar en l'adult en Direcció clínica en l'atenció primària. Guies de pràctica clínica i material docent. Ed. Institut Català de la Salut, març de 2004.
8. Saal J. The role of inflammation in lumbar spine. *Spine* 1995; 20:1821-7.
9. Gangi A, Diemann JL, Mortazavi R, Pflieger D, Kauff C, Roy C. CT-guided interventional procedures for pain management in the lumbosacral spine. *RadioGraphics* 1998;18:621-33.
10. Andreula C, Muto M, Leonardi M. Interventional spinal procedures. Review. *Eur J Radiol* 2004;50(2):112-9.
11. Vijay Singh MD, et al. Percutaneous Disc Decompression Using Coblation® (Nucleoplasty™) in the Treatment of Chronic Discogenic Pain. *Pain Physician* 2002;5(3):250-9.
12. Sharps L. Percutaneous Disc Decompression Using Nucleoplasty. *Pain Physician* 2002;5(2):121-6.
13. Andreula CF, Simonetti L, De Santis F, Agati R, Ricci R, Leonardi M. Minimally invasive oxygen-ozone therapy for lumbar disk herniation. *Am J Neuroradiol* 2003;24(5):996-1000.
14. Alexandre A, Coro L, Azuelos A, et al. Intradiscal injection of oxygen-ozone gas mixture for the treatment of cervical disc herniations. *Acta Neurochir* 2005;92(Suppl):79-82.
15. Bonetti M, Fontana A, Cotticelli B, Volta GD, Guindani M, Leonardi M. Intraforaminal O(2)-O(3) versus periradicular steroidal infiltrations in lower back pain: randomized controlled study. *Am J Neuroradiol* 2005;26(5):996-1000.
16. Buric J, Molino Lova R. Ozone chemonucleolysis in non-contained lumbar disc herniations: a pilot study with 12 months follow-up. *Acta Neurochir* 2005;92(Suppl):93-7.
17. D'Erme, Scarcilli A, Artale AM, Pasquali Lasagni M. Ozone therapy in lumbar sciatic pain *Radiol Med (Torino)*. 1998;95(1-2):21-4.
18. Gjonovich A, Sattin GF, Giroto L, et al. Resistant lumbar pain: oxygen-ozone therapy compared with other methods. *Rivista di Neuroradiologia* 2001;14(Suppl 1):35-8.
19. Muto M, Andreula C, Leonardi M. Treatment of herniated lumbar disc by intradiscal and intraforaminal oxygen-ozone (O2-O3) injection. *J Neuroradiol* 2004;31(3):183-9.
20. Paradiso R, Alexandre A. The different outcomes of patients with disc herniation treated either by microdissectomy, or by intradiscal ozone injection. *Acta Neurochir* 2005;92(Suppl):139-42.
21. Torri, et al. Clinical experience in the treatment of lumbar disc disease, with a cycle of lumbar muscle injection of an oxygen + ozone mixture. *Int J Med Biol Env* 1999;27(2):177-83.
22. Lo Guidice G, Valdi F, Gismondi M, Prosdócimo G, de Belvis V. Acute bilateral vitreo-retinal hemorrhages following oxygen-ozone therapy for lumbar disk herniation. *Am J Ophthalmol* 2004;138(1):175-7.
23. Hermosilla Gago T, Briones Pérez de la Blanca E. Eficacia y efectividad de la ozonoterapia en la hernia discal Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía. AETSA 2003-Ozonoterapia en la hernia discal. 10 de julio de 2003.
24. Robaina FJ, Clavo B. Ozonoterapia vertebral. Nueva alternativa en el manejo del dolor discal lumbar. De la microcirugía a las técnicas percutáneas. *Dolor* 2005;20:11-112.
25. Rodríguez MJ, Camba MA, González-Escalada JR, Barutell C. Controversias en técnicas intervencionistas para el tratamiento del dolor lumbar. Ed. 2005.