

## artículo original

# Aplicación de microdosis de ozono en pacientes portadores de dolor o daños neurológicos. Reporte de 67 casos Application of ozone microdoses in patients with pain or neurological damage. Report of 67 cases

**Froylan Alvarado Güémez**

Consultorio Médico: Rosales. Sinaloa, México

**Luisa Batilde Lima Hernández**

Hospital "Julio Díaz", Ciudad Habana, Cuba,

**Carla Núñez Lima**

Universidad Autónoma de Sinaloa, México

**Gastón Mora de la Cruz**

Ministerio de Educación Superior, Habana, Cuba

## Palabras clave

*Microdosis de ozono, dolor, nociceptivo, neuroceptivo, discartrosis lumbar, estenosis lumbar*

## Resumen

El dolor es una experiencia sensorial y emocional desagradable relacionada con un daño tisular real o potencial, que motiva la mayor cantidad de consultas médicas de la población mundial. El objetivo del presente estudio fue valorar la utilidad terapéutica del ozono administrado en microdosis para el tratamiento de diversas entidades dolorosas. Se realizó un estudio de intervención, longitudinal y prospectivo con 67 pacientes portadores de 7 diferentes tipos de patologías que producían dolor o pacientes con discartrosis y canal estrecho que acudieron al consultorio, en Culiacán, Sinaloa, México, entre enero de 2012 y marzo de 2015. Se estudiaron dos grupos de 36 y 31 pacientes respectivamente: a) Microdosis con O<sub>3</sub> Simple: solamente se aplicó microdosis de ozono b) Microdosis con O<sub>3</sub> Combinada: se aplicó microdosis de ozono y además alguna otra terapia con O<sub>3</sub> o con acupuntura, terapia neural, magnetoterapia o dietoterapia. Las concentraciones de ozono empleadas fueron entre 8 y 15 µg/mL, los volúmenes por punto entre (0,2 y 1) mL, las aplicaciones fueron semanales y después cada (10 o 15) días. Se aplicó la Escala Visual Análoga (EVA), el Criterio de Macnab Modificado y ajustado y se midió el nivel de satisfacción de los pacientes antes y después del tratamiento. Como medidas resumen se emplearon medias, medianas, desviaciones estándar y porcentajes. Para comparar los resultados se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la prueba no paramétrica de Mann-Whitney y la prueba t (Student). El promedio de sesiones por paciente fue 4. Los valores de EVA obtenidos después del tratamiento fueron significativamente menores que los obtenidos antes del tratamiento, tanto con Microdosis Simple como Combinada y entre dichos tratamientos no hubo diferencia significativa (p>0,05). Como reacción adversa el 84% de los pacientes refirió sentir dolor cuando les aplicaban las microdosis de ozono. Se obtuvo una mejoría clínica considerable. Al evaluar la eficacia del tratamiento: para el 32,8% fue Excelente y para el 52,2% Buena. Esta modalidad terapéutica parece ser una buena y segura opción para el tratamiento del dolor nociceptivo y neuroceptivo sin riesgos para el paciente..

..

---

## Keywords

Ozone therapy  
microdoses, pain,  
nociceptive,  
neuroceptive,  
discartrosis, lumbar  
spinal stenosis

---

## Abstract

Pain is an unpleasant sensory and emotional experience related to potential or tissue damage, which is the main cause for medical visits of the world's population. The objective of the present study was to assess the therapeutic use of ozone injections applied in microdoses for the treatment of pain. An interventional, longitudinal and prospective study was made with 67 patients who suffered 7 different types of pathologies which produced pain or with discartrosis and lumbar stenosis. The patients went to the private medical office of this investigation's main author in Culiacan, Sinaloa, Mexico between January 2012 and March 2015. Two groups of 36 and 31 patients respectively were studied: a) Ozone Microdoses Simple: Only microdoses of ozone were applied b) Ozone Microdoses Combined: microdoses of ozone along with some other modalities of ozone therapy or with acupuncture, neural therapy, magneto therapy or diet therapy were applied. The concentrations of ozone used were between (8 and 15)  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , the volume per injection was between 0,2 and 1mL, the applications were weekly and from (10-15) days afterwards. The Analog Visual Scale, the Modified and adjusted Macnab Criteria were applied, and the level of satisfaction among the patients was measured before and after the treatment. As summarizing measurements, mean, standard deviation and percentages were used. In order to compare the results, the Kolmogorov-Smirnov test, the Mann-Whitney's nonparametric test and the t test (Student) were applied. The average of treatment sessions per patient was 4. The EVA values obtained after the treatment were significantly less than the ones obtained before the treatment, as well as with Microdoses Simple and combined and among such treatments there was no significant difference. As adverse reaction 84% of patients mentioned pain during the ozone microdosis application. A significant ( $p>0.05$ ) medical improvement was obtained. Treatment's efficacy were also evaluated: for 32 patient, (8%) was Excellent, for 52, (2%) was Good. This therapeutic modality seems to be an efficient, economic and safe option for the treatment of nociceptive and neuroceptive pain without any risk for the patient.

### Sugerencia sobre cómo citar este artículo:

Alvarado, Froylán. (2016). Aplicación de microdosis de ozono en pacientes portadores de dolor o daños neurológicos. Reporte de 67 casos. *Revista Española de Ozonoterapia*. Vol. 6, nº 1, pp 89-110

---

Autor para correspondencia.: Dr. Froylan Alvarado Güémez. E-mail: froylan.alvarado@mail.com / [canuli76@yahoo.com](mailto:canuli76@yahoo.com).

Teléfono: 52 667 7169566 Celular: 52 667 1510595

## 1. INTRODUCCIÓN

El dolor es una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con una lesión tisular real o potencial, o descrita como la ocasionada por dicha lesión (1). Diversos autores han considerado al dolor crónico como un problema de salud pública. Se ha sugerido que este problema de salud afecta del (25 al 29) % de la población general a nivel internacional; sin embargo, diversos reportes han documentado una prevalencia entre el (8 y el 80)%. Esto se debe a las controversias metodológicas que existen respecto a la definición de cronicidad (2). No obstante al menos un miembro de cada familia padece de algún dolor crónico debido a una enfermedad específica o condición médica.

En EE.UU. el costo por padecimientos relacionados con el dolor, derivados de consultas médicas y pérdidas en productividad asciende a más de 100 billones de dólares cada año. En Europa 95 millones de personas sufren de dolor crónico, lo cual obviamente supone una carga importante a la economía y a la sociedad. Se plantea que 1 de cada 5 personas padecen de algún dolor crónico y, de éstos, el 80% considera que el dolor es inherente a su condición médica, por lo que prácticamente se resignan a padecerlo (3). Alrededor de dos tercios de la población adulta sufre un dolor de espalda a lo largo de su vida (4), siendo ésta la segunda causa de visitas médicas en todo el mundo.

La lumbalgia o dolor localizado en la región lumbar es una patología frecuente y una causa importante de utilización de los servicios de atención sanitaria y de limitación de la actividad laboral y personal. La lumbalgia inespecífica representa más del 95% de los casos que se consultan por dolor lumbar en atención primaria (5). Existen otras zonas del cuerpo muy vulnerables a los dolores, como son articulaciones y, de forma general, el sistema osteomioarticular.

Estadísticas recientes de los Institutos Nacionales de Salud (National Institutes of Health) de Estados Unidos constatan que resolver este problema de salud es uno de los retos más grandes a los que se tiene que enfrentar cualquier profesional médico en la actualidad. Por su parte, es importante conocer la neurofisiología del dolor como base para entender su manejo y para guiar la aplicación de modalidades de tratamiento. El dolor originado en receptores de la piel o del sistema músculo-esquelético inicia acciones que protegen el cuerpo de eventos dañinos, pero su exacerbación produce molestias que el ser humano reconoce como situaciones negativas y limitantes, al punto que en múltiples ocasiones le limitan las actividades de la vida diaria y también le impiden ir a trabajar.

Las probadas propiedades analgésicas y antiinflamatorias del ozono médico, lo hacen hoy día una de las herramientas terapéuticas más eficientes para el control de los dolores crónicos y agudos al ser aplicado por diversas vías, bien estudiadas en diferentes investigaciones (6-8) y debidamente establecidas en la Declaración de Madrid sobre Ozonoterapia (9).

El objetivo del presente estudio fue valorar la utilidad terapéutica del ozono administrado en microdosis para el tratamiento de entidades dolorosas u otras relacionadas, que a su vez pueden provocar daños neurológicos.

## 2. MÉTODOS

Se realizó un estudio de intervención, longitudinal y prospectivo con 67 pacientes portadores de diferentes patologías que producían dolor o con discartrosis y canal estrecho que habían recibido diferentes tratamientos para su afección, con ninguna o ligera mejoría y que acudieron al consultorio particular del autor principal de esta investigación, en Culiacán, Sinaloa, México en el período comprendido entre enero de 2012 y marzo de 2015.

Se siguieron los siguientes criterios:

*Criterios de Inclusión:* Pacientes de ambos sexos mayores de 20 años y menores de 90 años. Con consentimiento informado. Pacientes con diagnóstico de dolor osteomioarticular, neurálgico o vascular, de al menos 5 puntos en la Escala Visual Análoga (EVA). Pacientes con discartrosis y canal estrecho con o sin dolor añadido

*Criterios de exclusión:* Pacientes menores de 20 años y mayores de 90 años. No consentimiento. Pacientes con déficit mental. Pacientes con cáncer, enfermedades crónicas descompensadas, hepatopatía o sepsis severa. Pacientes bajo tratamiento con AINES o corticoides. Etilismo crónico activo

*Criterios de salida:* Salida voluntaria del estudio. Por cambio de localidad. Presentar irregularidad en el tratamiento

### **Materiales y Métodos**

El protocolo clínico fue evaluado y aprobado por el comité de ética de la institución, el cual constató su apego a las regulaciones internacionales para la experimentación con seres humanos, definido en la declaración de la asamblea médica mundial (Declaración de Helsinki). Todos los pacientes fueron evaluados clínicamente y los diagnósticos fueron confirmados a través de estudios radiológicos, de Resonancia Magnética Nuclear, Tomografía Axial Computarizada u otros que se requiriesen. En el interrogatorio y durante el examen físico se obtuvieron datos de interés como son: edad, género, talla, peso, factores predisponentes, tiempo de evolución, tratamiento anterior, movilidad y limitaciones de la actividad de la vida diaria y reacciones adversas, todo lo cual quedó registrado en la Historia Clínica.

De inicio cada participante fue informado del tratamiento que iba a recibir, la forma de aplicación, los beneficios que le proporcionaría, los cuidados a tener en cuenta, las molestias que le podía ocasionar el tratamiento, para lo cual cada uno dio su consentimiento informado. Antes y después del tratamiento se les aplicó la Escala Visual Análoga del Dolor (EVA) (10) y se valoró la satisfacción individual de cada paciente mediante el Criterio de Macnab Modificado, o adaptado cuando por las características del paciente así se requiriese (11). Se evaluó la incidencia de eventos adversos en todos los pacientes y se aplicaron los criterios y términos establecidos al efecto por las entidades internacionales correspondientes (12).

### *Diseño de la investigación*

Modalidad de tratamiento con las microdosis de ozono: a) **Simple:** Sólo se aplicaba microdosis de ozono b) **Combinada:** Se aplicaba la microdosis de ozono y además otra terapia, ya fuera con O<sub>3</sub> por otra vía de aplicación o se empleara acupuntura, terapia neural, magnetoterapia, dietoterapia u otra.

Todas las terapias con ozono fueron aplicadas siguiendo lo establecido en la Declaración de Madrid sobre Ozonoterapia (9). La mezcla de O<sub>2</sub>-O<sub>3</sub> fue obtenida a partir de oxígeno médico usando una descarga eléctrica por arco en corona a partir de un generador canadiense OzoneLab OL80A/DLS con analizador integrado.

El resto de las terapias se aplicaron según estos criterios o métodos: para la acupuntura se tomaron en cuenta los principios de la acupuntura tradicional china para practicantes clínicos (13); la terapia neural según el Atlas de Terapia Neural de Mathias Dosch mediante la inyección de procaína al 0,3% en puntos gatillos, ápices dentales, cicatrices, segmentos neurales y ganglios simpáticos (14); la magnetoterapia utilizando un equipo Magnetron Elecsytem, con una inducción magnética entre (1 y 10) mT, una frecuencia entre (20 y 60) Hz y un tiempo entre (10 y 30) min según el padecimiento del paciente (15). Las dietas aplicadas fueron básicamente para reducir peso corporal, para lo cual se emplearon regímenes hipocalóricos con una restricción entre (300 y 500) kcal/día por debajo de los requerimientos del paciente (16), a la vez que se daban consejos nutricionales de forma general para lograr mejores resultados en el tratamiento.

*Formas de aplicación de las microdosis de ozono:* En puntos gatillo del área afectada. En puntos acupunturales locales del área afectada. En segmentos neurales o mapeo, poniendo en puntos a 3 cm. de distancia entre una y otra aplicación (Esto se hizo cuando el dolor era difuso y el área afectada era grande). En zonas paravertebrales.

*Tipo de infiltración:* Intradérmica. Volúmenes de ozono aplicados y medios utilizados: a) En casos agudos: 1mL por punto, subcutáneo. Se emplearon jeringas de 10mL con agujas 30G x 1/2 pulgada. b) En casos crónicos: (0,2 -0,5) mL en pápulas intradérmicas. Se emplearon jeringas de (3 o 5) mL con agujas 30G x 4mm. En ambas aplicaciones la aguja se inclinó con un ángulo entre (10 y 15) grados.

*Concentraciones de ozono médico empleadas:* De (8 a 15) µg/mL con escalonamiento progresivo en las concentraciones sin pasar de 15µg/mL y aumentando de 2 en 2µg/mL cada 3 sesiones, en pacientes que necesitaron más de 10 aplicaciones. *Frecuencias de tratamiento:* Semanal y al mejorar clínicamente se fue espaciando, primero cada 10 días y luego cada 2 semanas hasta controlar los síntomas de la enfermedad de base.

*Para migrañas y cefaleas: Fase aguda:* Las aplicaciones fueron paravertebrales bilaterales en la zona cervical a 1,5 cm de la línea media a nivel de los espacios entre C2-C3 y hasta C6-C7. Se inyectaron de (0,2 a 0,3) mL por punto. **Fase crónica con reagudizaciones recurrentes:** Las aplicaciones fueron iguales que en la fase aguda y se agregó acupuntura o terapia neural. En casos de pacientes complicados con disfunción odontológica se hizo desbloqueo de algunos molares (18,28,38,48) y también se aplicó acupuntura. Se inyectaron de (0,2 a 0,3) mL por punto. La frecuencia de tratamiento fue similar a la referida anteriormente.

Para evaluar los resultados se emplearon diferentes escalas o criterios:

*EVA del dolor:* Para medir la intensidad del dolor se usó la escala visual análoga (EVA) como método subjetivo de medición del dolor, que consiste en una recta de valores de 0 a 10. El 0 a la izquierda significa ausencia del dolor, y el 10 en el extremo derecho, máximo dolor tolerable. Entre ambos extremos existen valores intermedios en un orden creciente del 1 al 9. Una vez explicado el procedimiento, el paciente marca la intensidad del dolor en la escala (10). Donde: Ningún dolor 0, Dolor ligero: 1-3, Dolor moderado: 4-6, Dolor severo: 7-9, Dolor máximo: 10.

*Valoración de la satisfacción del paciente. a) Criterio de Macnab Modificado* (11) para los casos de dolores de espalda y piernas: **Excelente:** No dolor, no restricción al movimiento, retorno al trabajo y a la actividad normal. **Bueno:** Dolor no radicular ocasional. Alivio de síntomas. Capacidad de retornar al trabajo con ciertas modificaciones. **Regular:** Alguna mejoría de la capacidad funcional. Todavía discapacitado y muy limitado para trabajar. **Malo:** Ninguna mejoría. Continúan los síntomas objetivos involucrados con la columna. Va a requerir intervención quirúrgica independientemente del tiempo de rehabilitación y el tiempo post operatorio que conlleve.

*Para valorar la satisfacción del paciente cuando el Criterio de Macnab Modificado no aplicaba.* Se usó una escala similar a esta, pero sin tener en cuenta aquellos aspectos involucrados específicamente con la patología de espalda baja. En los casos de migraña sólo se valoró la satisfacción con el tratamiento y se calificó de Excelente, Buena, Regular y Mala; los datos fueron incluidos como tal.

*Valoración de la eficacia del tratamiento clínico aplicado.* Para esta valoración se consideraron los siguientes parámetros: **Excelente:** Paciente asintomático. EVA=0. Criterio Macnab Modificado o ajustado: Excelente. Ninguna discapacidad funcional según entrevista realizada al paciente en los casos que este último criterio no aplique. Muy satisfecho con los resultados. **Bueno:** Paciente con alivio de síntomas. EVA: 1-2. Criterio de Macnab Modificado o ajustado: Bueno. Capacidad funcional mejorada según entrevista realizada al paciente en los casos que este último criterio no aplique. Satisfecho con los resultados. **Regular:** Paciente con poco alivio de síntomas. EVA: 3-4. Criterio de Macnab Modificado o ajustado: Regular. Capacidad funcional con ligera mejoría, pero aun discapacitado y sin poder realizar las actividades cotidianas, según entrevista realizada al paciente en los casos que este último criterio no aplique. Paciente poco satisfecho con los resultados. **Mal:** Paciente con EVA $\geq$  que la inicial. Criterio de Macnab Modificado o ajustado: Malo. Capacidad funcional igual o peor que antes, incapacitado totalmente para realizar sus actividades cotidianas, según entrevista realizada al paciente en los casos que este último criterio no aplique. Insatisfecho con los resultados.

### *Procesamiento estadístico*

El procesamiento previo de los datos se hizo con el programa Microsoft Excel 2013 y los cálculos se realizaron con el Paquete de Programas MiniTab Versión 15.0. Se hizo un análisis cualitativo de los datos por métodos descriptivos y se determinaron las medias, las medianas, las desviaciones estándar y los porcentajes.

Con el propósito de demostrar la existencia de diferencias significativas entre los valores de EVA antes y después del tratamiento, tanto para los pacientes que recibieron Microdosis con Ozono Simple, como para los que recibieron Microdosis con Ozono Combinada se realizaron las siguientes pruebas estadísticas:

Se investigó si los valores de EVA se distribuyeron de acuerdo a una distribución normal, mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. En ambos casos se obtuvieron valores de  $p$  inferiores a 0,05, por lo que se rechazó la hipótesis de normalidad. De acuerdo a lo anterior, se empleó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney (comparación de medianas) en ambos casos.

Se efectuó también la comparación entre las diferencias de los valores de EVA (EVA antes – EVA después) para ambos grupos (Microdosis Simple y Microdosis combinada). En este caso se obtuvo el valor de  $p = 0,26$  en la prueba de Kolmogorov-Smirnov, por lo que se aceptó la hipótesis de normalidad para  $\alpha=0,01$  (pero no para  $\alpha= 0,05$ ). De acuerdo con lo anterior, se empleó la prueba  $t$  (Student) para juzgar sobre la existencia de diferencias significativas entre los valores medios de ambos grupos.

### 3. RESULTADOS

La **Tabla 1** muestra el predominio de las mujeres (61,2%) sobre los hombres (38,8%), con una moda para las edades comprendidas entre 80 y 89 años para hombres y entre 50 y 59 años para mujeres, mientras que entre 40 y 69 años se encontraba el 61,2 % de la población estudiada. La edad promedio de los pacientes fue de 56,7 años y el rango estuvo entre 24 y 86 años.

**Tabla 1:** Distribución según edad y género de los pacientes de la población estudiada.

| EDAD \ SEXO    | FEMENINO  |              | MASCULINO |              | TOTAL     |               |
|----------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|---------------|
|                | n         | %            | n         | %            | n         | %             |
| 20-29          | 3         | 4.48         | 4         | 5.97         | 7         | 10.45         |
| 30-39          | 2         | 2.99         | 2         | 2.99         | 4         | 5.97          |
| 40-49          | 8         | 11.94        | 5         | 7.46         | 13        | 19.40         |
| 50-59          | 11        | 16.42        | 3         | 4.48         | 14        | 20.90         |
| 60-69          | 10        | 14.93        | 4         | 5.97         | 14        | 20.90         |
| 70-79          | 5         | 7.46         | 2         | 2.99         | 7         | 10.45         |
| 80-89          | 2         | 2.99         | 6         | 8.96         | 8         | 11.94         |
| <b>TOTALES</b> | <b>41</b> | <b>61.19</b> | <b>26</b> | <b>38.81</b> | <b>67</b> | <b>100.00</b> |

Fuente: Historia Clínica // n= Número de pacientes // Edad (X) para hombres y mujeres: 56 años // Edad (X) mujeres: 56,1. Edad (X) hombres: 57,3 // Mediana: 57 años

En la **Tabla 2** se muestra la distribución de los pacientes de acuerdo a las patologías dolorosas que presentaban. La afecciones lumbosacras fueron las más abundantes con 21 casos, seguidas por la cervicales con 16, que entre ambas se correspondían con el 56,3% del total; las osteoarticulares con 9 y las migrañas con 8. Los restantes 13 casos, tenían secuelas de traumas o cirugías y canal estrecho. Del total de 67 pacientes 55 presentaron dolores de tipo nociceptivo o crónico, mientras que 9 eran portadores de dolor neuropático.

En esta misma Tabla aparecen las zonas y el tipo de aplicación más común en cada una de las patologías evaluadas. Se constata que una buena parte de las aplicaciones son paravertebrales, en puntos gatillo, en puntos acupunturales y en áreas álgidas en general. Se señalan también las terapias que fueron empleadas de forma combinada con las microdosis de ozono. Varias aplicaciones de ozono que cotidianamente se emplean en el tratamiento del dolor fueron utilizadas en estos pacientes, entre ellas las aplicaciones epidurales, el Photox (irradiación sanguínea UV + ozono), ozono paravertebral profundo y la ozonopuntura. Del mismo modo y siempre que el caso así lo requería se aplicó terapia neural, acupuntura, magnetoterapia y dietoterapia.

**Tabla 2:** Distribución de los pacientes según patología dolorosa, tipo de dolor, zona de aplicación y terapias aplicadas en los tratamientos con Microdosis de Ozono Combinada

| PATOLOGÍA DOLOROSA              | PACIENTES |      | TIPO DE DOLOR |              | ZONA DE APLICACIÓN  | OTRAS TERAPIAS APLICADAS EN LOS CASOS DE MICRODOSIS COMBINADA   |
|---------------------------------|-----------|------|---------------|--------------|---|---|
|                                 | n         | %    | Nocicepción   | Neurocepción |   |   |
| Lumbosacra                      | 21        | 31,3 | 18            | 3            | Paravertebral lumbosacra, puntos gatillo                        | O <sub>3</sub> Epidural, O <sub>3</sub> intrarticular, O <sub>3</sub> Acupuntura, Dietoterapia, O <sub>3</sub> MiAHT, TN, |
| Cervical                        | 16        | 25,0 | 12            | 4            | Paravertebral cervical, puntos gatillo y acupunturales          | O <sub>3</sub> MiAHT, Pothox UV; Acupuntura, TN, TN odontológica, Magnetoterapia  |
| Osteomio-articular              | 9         | 14,4 | 9             | 0            | Zonas dolorosas en mapeo, puntos gatillo                        | Photox UV, Acupuntura   |
| Traumática Crónica              | 6         | 8,9  | 6             | 0            | Zonas dolorosas en mapeo, puntos gatillo                        | O <sub>3</sub> Paravertebral profundo   |
| Secuela de cirugías Ortopédicas | 2         | 3,0  | 2             | 0            | Perilesional, puntos gatillo y cicatrices                       | O <sub>3</sub> MiAHT, Photox UV   |
| Canal Estrecho                  | 5         | 7,5  | *             | 2            | Paravertebral cervical y lumbar, puntos gatillo y acupunturales | O <sub>3</sub> MiAHT, Photox UV   |
| Migraña                         | 8         | 11,9 | 8             | 0            | Paravertebral cervical, puntos de dolor, puntos gatillo         | Acupuntura, Desbloqueo Odontológico Molares 18, 28, 38, 48  |
| Total                           | 67        | 100  | 55 (82 %)     | 9 (18%)      | —   | —   |

**Leyenda:** n = Número de pacientes // \* 3 Pacientes de este grupo no tenían dolor // Nocicep = Nociceptivo Neuroc = Neuroceptivo // O<sub>3</sub> MiAHT= Autohemoterapia menor con O<sub>3</sub> // TN=Terapia neural  
Photox UV= Irradiación sanguínea con luz Ultravioleta.

Los resultados al aplicar la Escala Visual Análoga del Dolor (EVA), en aquellos pacientes que solamente recibieron tratamiento con microdosis de ozono, se muestran en la Tabla 3. Antes de aplicar el tratamiento con microdosis de ozono, 31 de los pacientes (88,6%) manifestaron tener un dolor severo (entre 7 y 9) y 4 un dolor moderado. Después del tratamiento, 10 pacientes manifestaron no sentir dolor alguno (28,6%) y 22 presentaron dolor ligero, siendo el grupo mayoritario con un 62,8% del total. Hubo 3 pacientes que manifestaron sentir un dolor moderado (4-6 en la escala).

Los valores de p resultaron inferiores a 0,01, por lo que se demostró que los valores de EVA obtenidos después del tratamiento son significativamente menores que los obtenidos antes del tratamiento.

**Tabla 3:** Aplicación de la Escala Visual Análoga del Dolor (EVA) en los pacientes tratados con Microdosis de Ozono Simple.

| EVA   | Antes del tratamiento* |      | Después del tratamiento* |      |
|-------|------------------------|------|--------------------------|------|
|       | n                      | %    | n                        | %    |
| 0     | 0                      | 0    | 10                       | 28,6 |
| 1-3   | 0                      | 0    | 22                       | 62,8 |
| 4-6   | 4                      | 11,4 | 3                        | 8,6  |
| 7-9   | 31                     | 88,6 | 0                        | 0    |
| 10    | 0                      | 0    | 0                        | 0    |
| TOTAL | 35                     | 100  | 0                        | 100  |

n= Número de pacientes

\* Prueba no paramétrica de Mann-Whitney (comparación de medianas)  $p < 0,01$  con diferencias significativas

Los resultados al aplicar la EVA a los pacientes tratados con Microdosis de Ozono Combinada con otras terapias se muestran en la **Tabla 4**. Antes de comenzar el tratamiento los valores de EVA del 93,1% de los pacientes estaban en dolor severo. El otro 6,9% (2 pacientes) clasificaron en dolor moderado. Al concluir el tratamiento con la microdosis combinada la mejoría del dolor fue muy notable y 10 pacientes se evaluaron sin dolor (0 en la escala) para un 34,5% del total. La mayoría estaban con dolor ligero (51,7%) y los 4 restantes presentaban dolor moderado. Al igual que en el grupo anterior, los valores de la EVA antes y después del tratamiento resultaron estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ).

**TABLA 4:** Aplicación de la Escala Visual Análoga del Dolor (EVA) en los pacientes tratados con Microdosis de Ozono Combinada

| EVA          | Antes del tratamiento* |            | Después del tratamiento* |            |
|--------------|------------------------|------------|--------------------------|------------|
|              | n                      | %          | n                        | %          |
| 0            | 0                      | 0          | 10                       | 34,5       |
| 1-3          | 0                      | 0          | 15                       | 51,7       |
| 4-6          | 2                      | 6,9        | 4                        | 13,8       |
| 7-9          | 27                     | 93,1       | 0                        | 0          |
| 10           | 0                      | 0          | 0                        | 0          |
| <b>TOTAL</b> | <b>29**</b>            | <b>100</b> | <b>29</b>                | <b>100</b> |

Leyenda: n= Número de pacientes. \*Prueba no paramétrica de Mann-Whitney (comparación de medianas)  $p < 0,01$  con diferencias significativas.\*\*Hubo 3 pacientes de este grupo que no presentaban dolor.

Con los datos de la EVA de los pacientes se efectuó también la comparación entre las diferencias de los valores de EVA (EVA antes – EVA después) para ambos grupos (Microdosis Simple y Microdosis combinada).

Tal como se expresó en el acápite de procesamiento estadístico, luego de aceptar la hipótesis de normalidad para  $\alpha=0,01$  (pero no para  $\alpha= 0,05$ ) de esta data y aplicar la prueba t (Student) para juzgar sobre la existencia de diferencias significativas entre los valores medios de ambos grupos, se obtuvo el valor de  $p= 0,46$ , por lo que no fue posible rechazar la hipótesis de igualdad entre los valores medios de ambos grupos (esto es juzgando el promedio de las diferencias de EVA de los que se hicieron Microdosis Simple, con los que se hicieron Microdosis Combinada).

Una conclusión que puede extraerse de esta evaluación estadística es que las microdosis con ozono son igualmente efectivas si se aplican solas o si se combinan con otros tratamientos. De todas formas, es necesario realizar estudios posteriores que aporten más información para poder obtener conclusiones aún más fundamentadas sobre este tema.

Al aplicar el Criterio de Macnab modificado o ajustado a los pacientes tratados con Microdosis de Ozono Simple (**Tabla 5**) antes del tratamiento, el 8,6% presentaban limitaciones muy severas a causa de sus afecciones y estaban muy impedidos para la realización de sus actividades de la vida diaria y laboral, 30 pacientes (85,7%) clasificaron en la categoría de Regular y 2 en la de Bueno. Luego de concluido el tratamiento, 10 pacientes (28,6%) estaban en evaluación de Excelente, 62,8% en Bueno y 8,6% en Regular, de modo que sus discapacidades disminuyeron considerablemente, al igual que sus limitaciones físicas y laborales.

**TABLA 5:** Aplicación del Criterio de Macnab modificado o ajustado a los pacientes tratados con Microdosis de Ozono Simple.

| CRITERIO DE MACNAB MODIFICADO AJUSTADO | Antes del tratamiento |            | Después del tratamiento |            |
|--|-----------------------|------------|-------------------------|------------|
|  | n                     | %          | n                       | %          |
| Excelente                              | 0                     | 0          | 10                      | 28,6       |
| Bueno                                  | 2                     | 5,7        | 22                      | 62,8       |
| Regular                                | 30                    | 85,7       | 3                       | 8,6        |
| Malo                                   | 3                     | 8,6        | 0                       | 0          |
| <b>Total</b>                           | <b>35</b>             | <b>100</b> | <b>35</b>               | <b>100</b> |

Leyenda: n= Número de pacientes.

En los los pacientes tratados con Microdosis de Ozono Combinada (**Tabla 6**) antes del tratamiento, según el Criterio de Macnab modificado o ajustado, 6 de ellos presentaban limitaciones muy severas a causa de sus afecciones de modo que clasificaron en la categoría de Malo; 25 pacientes (78,1%) clasificaron en la categoría de Regular y 1 en la de Bueno. Luego de concluido el tratamiento 13 pacientes (40,6%) clasificaron como Excelente, 46,9% Bueno, 3 pacientes Regular, y 1 Malo; de modo que una gran mayoría (87,5%) mejoraron mucho su estado físico, así como las limitaciones que padecían. Los 3 pacientes que no tenían dolor al inicio no se consideraron en esta evaluación.

**TABLA 6:** Aplicación del Criterio de Macnab modificado o ajustado a los pacientes tratados con Microdosis de Ozono Combinado con otras terapias con o sin ozono

| CRITERIO DE MACNAB MODIFICADO AJUSTADO | Antes del tratamiento |            | Después del tratamiento |            |
|--|-----------------------|------------|-------------------------|------------|
|  | n                     | %          | n                       | %          |
| Excelente                              | 0                     | 0          | 13                      | 40,6       |
| Bueno                                  | 1                     | 3,2        | 15                      | 46,9       |
| Regular                                | 25                    | 78,1       | 3                       | 9,4        |
| Malo                                   | 6                     | 18,8       | 1                       | 3,1        |
| <b>Total</b>                           | <b>32</b>             | <b>100</b> | <b>32</b>               | <b>100</b> |

Leyenda: n= Número de pacientes.

La **Tabla 7** muestra el número de sesiones de tratamiento recibidas por cada paciente según la patología dolorosa tratada. Se tomaron en cuenta ambos tratamientos, Microdosis Simple y Microdosis Combinada, de modo que incluye la totalidad de los pacientes y tratamientos aplicados.

**TABLA 7:** No. de sesiones por Grupos de Patologías Dolorosas usando ambos tratamientos (Microdosis Simple y Microdosis Combinada).

| Patologías         | No de sesiones | n         | Promedio de sesiones paciente (a) |
|--------------------|----------------|-----------|-----------------------------------|
| Lumbosacra         | 72             | 21        | 3                                 |
| Cervical           | 46             | 16        | 3                                 |
| Osteomioarticular  | 33             | 9         | 4                                 |
| Traumática crónica | 13             | 6         | 2                                 |
| Cirugía Ortopédica | 4              | 2         | 2                                 |
| Canal Estrecho     | 50             | 5         | <b>10</b>                         |
| Migraña            | 19             | 8         | 2                                 |
| <b>TOTAL</b>       | <b>237</b>     | <b>67</b> | <b>4</b>                          |

Leyenda: n= Número de pacientes. (a) Los números fraccionarios se aproximaron al valor entero más cercano

De acuerdo a estos resultados se evidencia que la patología que más sesiones de tratamiento requirió por paciente fue el canal estrecho (10 promedio por paciente), correspondiéndose esta cifra con la compleja fisiopatología de esta enfermedad y su difícil rehabilitación. Resulta interesante constatar que la mayoría de los bloques de padecimientos requieren entre 2 y 4 sesiones de tratamiento, lo que hace de las microdosis de ozono un tratamiento de elección para el abordaje del dolor en estos casos.

La **Tabla 8** incluye los mismos datos anteriores pero separados según el tipo de tratamiento recibido ya fuera Microdosis Simple o Microdosis Combinada.

**Tabla 8:** No. de sesiones por Grupos de Patologías Dolorosas usando los 2 tratamientos de manera individual (Microdosis Simple y Microdosis Combinada)

| Patologías         | No de sesiones    |                      | n                 |                      | No. sesiones paciente(a) / |                      |
|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
|                    | Microdosis Simple | Microdosis Combinada | Microdosis Simple | Microdosis Combinada | Microdosis Simple          | Microdosis Combinada |
| Lumbosacra         | 18                | 54                   | 9                 | 12                   | <b>2</b>                   | <b>5</b>             |
| Cervical           | 13                | 33                   | 6                 | 10                   | <b>2</b>                   | <b>3</b>             |
| Osteomioarticular  | 29                | 4                    | 7                 | 2                    | <b>4</b>                   | <b>2</b>             |
| Traumática crónica | 8                 | 5                    | 5                 | 1                    | <b>2</b>                   | <b>5</b>             |
| Cirugía Ortopédica | 2                 | 2                    | 1                 | 1                    | <b>2</b>                   | <b>2</b>             |
| Canal Estrecho     | 2                 | <b>48</b>            | 1                 | 4                    | <b>2</b>                   | <b>12</b>            |
| Migraña            | 12                | 7                    | 6                 | 2                    | <b>2</b>                   | <b>3</b>             |
| <b>TOTAL</b>       | <b>84</b>         | <b>153</b>           | <b>35</b>         | <b>32</b>            | <b>16</b>                  | <b>32</b>            |

Leyenda: n= Número de pacientes. (a) Los números fraccionarios se aproximaron al valor entero más cercano

Con la data de la **Tabla 8** se constata que aplicando Microdosis Simple, en 5 de los 7 grupos de patologías tratadas, se requirieron menos sesiones de tratamiento para obtener resultados semejantes a su similar, empleando Microdosis Combinada. En esta última se aplicaron otras terapias con ozono o de otro tipo, pero siempre complementarias y favorables para el éxito del tratamiento. Lo más llamativo de esta Tabla se corresponde con lo relativo al canal estrecho, donde se incluyen los dos casos más relevantes de esta investigación, que fueron dos pacientes portadores de canal cervical estrecho con datos clínicos e imagenológicos de mielopatía compresiva bilateral; uno de ellos, paciente de 70 años de edad, detonado después de un accidente; ambos con pérdida del equilibrio, de la sensibilidad y de la motricidad de las 4 extremidades, quienes lograron salir de la condición de disfuncionalidad severa en la que se encontraban y pudieron retornar a la vida laboral normal, con un incremento muy evidente de su calidad de vida.

Podría inferirse también que un promedio de 12 sesiones de tratamiento de Microdosis de Ozono Combinada, donde se apliquen otros tipos de terapias complementarias, son suficientes para lograr los resultados referidos en la **Tabla 4**, para el grupo de patología con canal estrecho.

Los grupos con patología dolorosa lumbosacra y cervical, donde se ubican la mayoría de los casos tratados en este estudio, parecen resolver su afección dolorosa en menor tiempo cuando se tratan con Microdosis de Ozono Simple, que al administrarle tratamiento de Microdosis Combinada con otras terapias. Estos resultados necesitan ser corroborados con un mayor número de casos, dada su heterogeneidad y estableciendo otros juicios más rigurosos en los criterios de inclusión de los pacientes para el estudio, lo cual puede ser objeto de otra investigación sobre este tema.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la **Tabla 8** se relacionó el número de sesiones por paciente en cada grupo de patologías dolorosas evaluadas, con las patologías asociadas que tenían individualmente los sujetos objeto de estudio, con el objetivo de valorar una posible explicación a los resultados obtenidos, según se muestra en la **Tabla 9**.

**Tabla 9:** Relación del Número de sesiones de tratamiento por paciente según Grupo de Patologías Dolorosas y Patologías Asociadas.

| Patologías Dolorosas | No. sesiones / n  |                      | Total de Patologías Asociadas |                    |                      |                    |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
|                      | Microdosis Simple | Microdosis Combinada | Simple                        |                    | Combinada            |                    |
|                      |                   |                      | Patologías asociadas          | Sin otra patología | Patologías asociadas | Sin otra patología |
| Lumbosacra           | 2                 | 5                    | 4                             | 7                  | 8                    | 4                  |
| Cervical             | 2                 | 3                    | 5                             | 3                  | 4                    | 6                  |
| Osteomioarticular    | 4                 | 2                    | 1                             | 5                  | 1                    | 1                  |
| Traumática crónica   | 2                 | 5                    | 2                             | 3                  | 1                    | 0                  |
| Cirugía Ortopédica   | 2                 | 2                    | 0                             | 1                  | 1                    | 0                  |
| Canal Estrecho       | 2                 | 12                   | 2                             | 0                  | 10                   | 0                  |
| Migraña              | 2                 | 4                    | 7                             | 2                  | 1                    | 1                  |
| <b>TOTAL</b>         | <b>16</b>         | <b>33</b>            | <b>21</b>                     | <b>21</b>          | <b>26</b>            | <b>12</b>          |

Los resultados en el grupo de pacientes con patología lumbosacra, que es el más representativo de la muestra total por tener el mayor número de casos, parece estar directamente relacionado con la hipótesis de que las patologías asociadas al padecimiento doloroso, conllevan a requerir de un tratamiento alternativo a la microdosis simple con ozono, así como a un número mayor de sesiones.

Lo mismo sucede en el grupo de canal estrecho, de particular importancia por la presencia de patologías asociadas como obesidad (100% de los casos), hipertensión (80% de los casos) y diabetes (40% de los casos), donde ninguno de los pacientes tratados estaba en el subgrupo de Sin otra Patología Asociada. Esta agravante hace de este grupo el más tardado en la obtención de resultados positivos.

De manera general se puede apreciar que los pacientes del grupo que recibieron Microdosis Simple tuvieron mejoría en prácticamente la mitad del tiempo del grupo con Microdosis Combinada, lo cual coincidió con el número de patologías asociadas en el subgrupo de Microdosis Combinada.

En la Tabla 10 se muestra la evaluación final de la eficacia del protocolo de tratamiento aplicado en este trabajo, según el diseño de la investigación originalmente propuesto. Para 22 pacientes (32,8%) fue Excelente; para 35 pacientes (52,2%) Buena; para 9 (13,5%) Regular y para 1 (1,5%) Mala, resultados que pueden considerarse muy satisfactorios teniendo en cuenta el gran número de patologías dolorosas objeto de estudio y la complejidad de algunas de ellas para su recuperación.

**Tabla 10:** Evaluación Final de la eficacia del tratamiento aplicado a pacientes con Patologías Dolorosas usando Microdosis Simple o Microdosis Combinada).

| Evaluación Final | No de pacientes | %          |
|------------------|-----------------|------------|
| Excelente        | 22              | 32,8       |
| Buena            | 35              | 52.2       |
| Regular          | 9               | 13,5       |
| Mala             | 1               | 1,5        |
| <b>TOTAL</b>     | <b>67</b>       | <b>100</b> |

**Reacciones o efectos adversos referidos por los pacientes.**

Un 84% de los pacientes consideró que las microdosis con ozono les causaban un dolor ardoroso, de breve duración, en el lugar de aplicación, que cedía rápidamente (entre 1 y 3 minutos después del proceder). También se produjo eritema en el área infiltrada, pero esto no afectó a los pacientes, quienes no refirieron ninguna inconformidad por este efecto. No se registró ninguna otra reacción adversa.

**4. DISCUSIÓN**

Diversos autores han considerado al dolor crónico como un problema de salud pública. Se ha sugerido que este problema de salud afecta del (25 al 29)% de la población general a nivel internacional; sin embargo, diferentes reportes han documentado una prevalencia entre el (8 y el 80)%. Esto se debe a las controversias metodológicas que existen respecto a la definición de cronicidad (2).

Estudios realizados en clínicas mexicanas del dolor, sugieren que la población atendida con dolor crónico presenta una edad promedio de 58 años (17,18), cifra muy cercana a la media para hombres y mujeres obtenida en el presente estudio que fue de 56 años. Los valores medios para la edad en hombres y mujeres por separado estuvieron muy cercanos a esa cifra y fueron respectivamente 57,3 y 56,1 años. Se pudo constatar igualmente que el 44.3% de los participantes eran mayores de 60 años, aunque la moda de la población para mujeres estuvo en la década entre (50 y 59) años, no así para los hombres que tuvieron una distribución más homogénea con respecto a las edades y la moda estuvo entre 80 y 89 años con 6 pacientes en total.

A nivel internacional se ha identificado que la prevalencia del dolor en el adulto mayor se encuentra entre el (32,9 y 50,2)% (19). En México, un estudio nacional de corte epidemiológico (n = 12 459), documentó que la prevalencia del dolor crónico en ese grupo de edad es del 41,5%; siendo las mujeres las más afectadas (48,3%) (20).

Estos elementos y otros estudiados por otros autores sugieren que la prevalencia del dolor crónico en México, se incrementa en los grupos de mayor edad. Diversas investigaciones internacionales han evidenciado una mayor prevalencia de este tipo de dolor en dicho grupo etario (21), lo cual es obvio debido a problemas que se presentan en las articulaciones y otros sitios del sistema osteomioarticular por disminución de la actividad física, así como por el deterioro propio por el paso de los años, y que su intensidad se incrementa con la edad (22).

El tratamiento del dolor y enfermedades de tipo inflamatorio con ozono ha revolucionado los tratamientos de radiculopatías y enfermedades articulares particularmente en los ancianos, por ser además compatible con otros procedimientos terapéuticos (3). En los ancianos o personas de la 3ra edad las enfermedades concomitantes son a menudo un factor limitante para la administración de drogas analgésicas y antiinflamatorias cuando padecen de dolores producidos por enfermedades del sistema osteomioarticular o de otro origen. De ahí la importancia de la administración de ozono para aliviar estos problemas y mejorar la calidad de vida (23).

Re y colaboradores (24) estudiaron el efecto de la ozonoterapia en 168 pacientes diagnosticados con traumas de tipo deportivo, luego de aplicar ozono por vía percutánea y en pequeñas dosis, a concentraciones entre (8 y 10)  $\mu\text{g/mL}$ , de 12 a 15 sesiones consecutivas, dos veces por semana en las áreas lesionadas, donde obtuvieron resultados muy favorables, sobre todo en pubalgia, dolencia básicamente propia de individuos que hacen mucha actividad física y también en tendinitis y otras afecciones dolorosas.

En el presente estudio se aplicó el ozono en microdosis en concentraciones semejantes a las utilizadas por Re y colaboradores, (24) pero la mayor parte de las aplicaciones fueron subcutáneas y en volúmenes muy pequeños, generalmente iguales o menores a 1mL. Al mismo tiempo, estas microdosis de ozono se aplicaron solas o combinadas con otras terapias con ozono o con terapias complementarias como la acupuntura, la terapia neural y la magnetoterapia, o la dietoterapia, siempre que el caso lo requiriese.

En cuanto a la acupuntura, la punción por sí sola, cuando se introduce la aguja en el punto acupuntural, tiene un efecto determinado, en dependencia del estado energético del paciente, pero además, al infiltrar el ozono en estos puntos, este parece sumarse o potenciar algunas acciones por sus características y efectos demostrados, como son: actuar directamente sobre las prostaglandinas y las peroxidases (25).

También la inyección con ozono parece inducir una fuerte inhibición de los nociceptores modulados por peróxido de hidrógeno. Se sabe que una estimulación de la piel y los músculos puede reducir el dolor a través de los mecanismos de control inhibitorio de daños difusos; por ello Bocci describe la interacción aguja más peróxido de hidrógeno, más la presión del oxígeno, como acupuntura química (26).

Se postula que el posible mecanismo de acción del ozono está relacionado con la generación de productos secundarios. Se plantea también que los compuestos que se forman por su acción como los peróxidos orgánicos y los ozónidos son los que en cantidades adecuadas y controladas ejercen diferentes acciones biológicas que le brindan al ozono un conjunto de propiedades terapéuticas como son: mejoramiento de la oxigenación tisular, modulación del sistema inmunológico, modulación de la liberación de ciertos autacoides, ser un germicida de amplio espectro y actuar como regulador del metabolismo (27).

En estudios realizados por Borroto y colaboradores (28) se obtuvieron resultados muy satisfactorios combinando la ozonoterapia y la acupuntura en artrosis de rodilla. Los resultados obtenidos en el grupo tratado sólo con infiltraciones intrarticulares de ozono, al compararse con el tratado con infiltraciones con ozono intrarticulares y además con aplicaciones en puntos acupunturales, fueron estadísticamente superiores a los del grupo tratado con antiinflamatorios no esteroideos, sin diferencia entre los dos primeros grupos, pero con la ventaja de que con infiltración intrarticular y ozonopuntura, se obtuvo la mejoría con menos sesiones de tratamiento que cuando sólo se aplicó ozono por la vía intrarticular. No se reportaron eventos adversos en los grupos tratados con ozono.

Por su parte el mecanismo de acción de la terapia neural con procaína se debe al efecto de la inhibición de señales de los campos de interferencia neural en el sistema nervioso para el restablecimiento de los potenciales de membrana locales en el sitio desencadenante y a distancia en la zona de manifestación sintomática, efecto que coadyuva al mejoramiento del dolor y al restablecimiento de los campos interferentes que se encuentran alejados del sitio de dolor (29). La magnetoterapia parece complementarse muy bien con los tratamientos de ozonoterapia, razón por la cual también fue aplicada en esta investigación. En lo referente a las áreas de aplicación se sabe que los puntos gatillos son zonas específicas de dolor exquisito, donde el ozono ejerce acciones analgésicas inmediatas; también en el mapeo de puntos álgidos para ser inyectados donde da resultados muy buenos, sobre todo cuando son dolores difusos. La aplicación de ozono en cicatrices es muy útil, pues desbloquea estas áreas que generan campos de interferencia neural que pueden provocar dolor in situ o a distancia.

Otro estudio realizado con 52 pacientes aquejados de dolor crónico y neuropático, donde aplicaron ozono subcutáneo en el área dolorosa y también en el área sin dolor contralateral del otro hemicuerpo, evidenció que en la zona con dolor se formaba un eritema cuya área era significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) que la otra, dando una prueba objetiva de la interacción del ozono con los mediadores del dolor. Luego de  $16 \pm 7$  minutos el eritema desaparecía y la sensación de dolor también. Este hecho puede ser explicado al menos en parte, por la interacción del ozono con los mediadores del dolor (30).

En un estudio con modelos de ratas neuropáticas a las cuales se les extirpó el nervio ciático que les provocó una sobreexpresión de los genes proinflamatorios y proapoptóticos en la corteza orbito frontal, junto con alodinia e hiperalgesia, se pudo probar que una simple aplicación de ozono subcutáneo 12 h después de la cirugía, decrece la alodinia y normaliza la expresión de las caspasas 1, 8 y 12 en la corteza cerebral, a la vez que decrece el dolor neuropático. Por tanto, la neuropatía periférica provoca una sobreexpresión de las caspasas proinflamatorias y proapoptóticas en la corteza órbito-frontal del cerebro, mientras que el ozono por mecanismos muy complejos y aun no bien esclarecidos, regula la expresión de los genes que intervienen en este proceso y mejora el dolor neuropático (31).

Estos ensayos y otros estudios preclínicos permiten corroborar en animales de experimentación los mecanismos por los cuales el ozono actúa como analgésico en el dolor neuropático. Los resultados experimentales en animales y en humanos muestran numerosos indicios de que en el caso de la lumbociatalgia, los mecanismos de aparición del dolor nociceptivo puro, ejercen efecto sobre mecanismos que originan dolores neuropáticos persistentes. En las formas neuropáticas producidas por brotes de nociceptores en el disco intervertebral inducidos por los cambios degenerativos, se parte de la base fisiopatológica de una combinación de cambios fisiológicos, bioquímicos y estructurales en el sistema nervioso central y periférico, que condicionan el cuadro clínico de la lumbociatalgia crónica (dolor mixto) en la etapa terminal conjunta (32).

Hasta hace unos años los dolores localizados en la región dorso lumbar se consideraban como nociceptivos. En cambio se supone que la proyección de los dolores hacia las extremidades sugiere que existe participación de estructuras neuronales (dolor *neuropático*) a ese nivel (33).

Algunos de los pacientes tratados en este trabajo refirieron la presencia de dolores irradiados de la zona lumbar hacia las piernas, las cuales fueron disminuyendo paulatinamente a medida que iba aumentando el número de aplicaciones con microdosis de ozono. Algo similar sucedió con algunos afectados de las vértebras cervicales, cuyos dolores irradiaban a los miembros superiores, produciéndoles también dificultades con la sensibilidad o la fuerza muscular.

Los receptores del dolor están localizados en muchos de los sistemas mayores del cuerpo. Hay numerosos receptores en la piel y el sistema músculo-esquelético, los cuales pueden ser activados aún por mínimos estímulos (34).

Muchas sustancias activadoras del nociceptor han sido identificadas, incluyendo: bradiquinina, serotonina, iones de potasio, prostaglandinas, leucotrienos, neuropéptido Y, interleuquina-1 (IL-1), factores de crecimiento neuronal y la sustancia P. Estas sustancias son irritantes químicos y activadores de nociceptores. La sustancia P también funciona como neurotransmisor en las células del ganglio de la raíz dorsal. Esta y otras sustancias pueden ser transportadas hasta terminaciones nerviosas periféricas vía axonal y son liberadas en las terminaciones nerviosas, produciendo un incremento en la microcirculación local y extravasación del plasma (34). El ozono parece intervenir en contraposición a esos activadores del dolor provocando una inmediata sensación de analgesia. Se sugiere que los efectos del ozono inhiben la acción de las prostaglandinas proinflamatorias, la serotonina, la bradiquinina y la sustancia P, justificando así su efecto analgésico, antiinflamatorio y remielinizante (35).

En cuanto a la discapacidad se puede decir que el dolor provoca limitaciones muy severas en este sentido, haciendo que muchas veces las personas pierdan sus facultades motoras normales y también tengan daños neurológicos y sensoriales. En esta investigación se aplicó el Criterio de Macnab Modificado y también se hicieron entrevistas a los pacientes para conocer y valorar su disfuncionalidad; esto último en aquellos casos que dicho criterio no aplicaba, como por ejemplo en los pacientes con migraña. La aplicación de microdosis de ozono, ya fuera de forma simple o combinada, produjo mucha mejoría en la capacidad de los pacientes, toda vez que les disminuyó el dolor a la totalidad de ellos.

En el caso de los trabajadores cuanto más se prolongue la baja laboral, mayor es el riesgo de que las actividades cotidianas queden limitadas de manera definitiva. Es conveniente acelerar tanto como sea posible el retorno al trabajo, aun sin esperar a que haya desaparecido completamente el dolor y procurando adaptar transitoriamente las condiciones o las características ergonómicas de los puestos de trabajo (36).

Por esta razón es muy importante lograr que los tratamientos para los dolores, sobre todo los crónicos, se traten con eficiencia y rapidez para evitar los problemas que se derivan de los largos períodos de inactividad motora que sólo causan pérdidas económicas por razones de gastos en medicamentos, consultas clínicas y ausencias al trabajo.

El objetivo principal de cualquier tratamiento para el dolor está relacionado con: Decrecer la frecuencia o severidad del dolor. Incrementar la sensación de bienestar. Incrementar el nivel de actividad del individuo. Reincorporar al paciente a su trabajo. Disminuir gastos por atención médica. Eliminar o reducir medicamentos.

Esta investigación logró cumplimentar la mayoría de estos aspectos, ya que la satisfacción de los pacientes involucrados en la misma así lo evidenció. El alivio del dolor es uno de los derechos de los seres humanos, y en México, se ha recorrido un largo camino para que dicho derecho sea reconocido a nivel gubernamental, pero aún queda mucho por hacer.

Por otro lado, la Asociación Mexicana para el Estudio y Tratamiento del Dolor, estima que existen más de 600 especialistas en Algología en el país; sin embargo, este número de profesionales es insuficiente para cubrir las necesidades de todos los pacientes. Tomando en cuenta que un porcentaje importante de las personas que padece dolor crónico es atendido por médicos de primer contacto, la educación de estos profesionales de la salud es indispensable para que la atención a la población sea más eficiente (2), hecho que puede lograrse en gran medida capacitando a los médicos en una buena praxis de la Ozonoterapia y, específicamente, en la aplicación de microdosis de ozono, que resultan eficaces, económicas y prácticamente no presentan efectos adversos.

En lo referente a las reacciones adversas provocadas por la aplicación de las microdosis, los pacientes sólo refirieron dolor ardoroso en el lugar de aplicación, sobre todo cuando las concentraciones del ozono eran superiores a 10µg/mL. También se evidenció la presencia de eritema ligero y reversible, que se eliminaba en unos (15 o 20) min, básicamente cuando el ozono se ponía en zonas más extensas donde había dolor difuso y el proceder terapéutico era en forma de mapeo. Este efecto fue referido por Re y colaboradores (26), quienes consideraron que el eritema observado durante la intervención con ozono puede ser explicado en parte como la interacción de este gas con los mediadores del dolor, que puede involucrar también a receptores del dolor. La mayoría de los mediadores del dolor que rodean los nociceptores en condiciones de dolor, juegan un rol en los mecanismos de vasodilatación y vasoconstricción, lo que puede explicar el enrojecimiento que se produce.

## **5. CONCLUSIONES**

La aplicación de microdosis de ozono, parece ser una forma sencilla, eficaz, económica e inocua para el tratamiento de entidades dolorosas de diversa índole u otras relacionadas, que a su vez pueden provocar daños neurológicos. Dicho tratamiento puede combinarse también con otras terapias con ozono e incluso con acupuntura, terapia neural, magnetoterapia y dietoterapia si el caso así lo requiriese y con resultados igualmente positivos. Se necesitan más estudios sobre este tema para establecer protocolos de tratamiento que puedan ser aplicados con seguridad y eficiencia en enfermedades que causen dolor agudo o crónico de diverso tipo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morgan, GE., Mikhail, MS. y Murray, MJ. "Clinical anesthesiology". Editorial Mc GrawHill. Cuarta edición. 2006. EEUU.
2. Covarrubias-Gómez, A., Guevara-López U., Gutiérrez-Salmerón, C., Betancourt-Sandoval, J A., Córdova-Domínguez, J A. Epidemiología del dolor crónico en México. Revista Mexicana de Anestesiología. Artículo de revisión Vol. 33. No. 4 Octubre-Diciembre 2010 pp 207-213.
3. Re, L y Martínez-Sánchez, G. Clinical evidences of ozone interaction with pain mediators. European Cooperation of Medical Ozone Societies. "Ozone in Medicine". Viena, 8-10 October, 2010.
4. Deyo, RA, Weinstein, JN. Low back pain. N Engl J Med. 2001; 344:363-70.
5. Guía de Práctica Clínica: Lumbalgia Inespecífica. Versión adaptada a la Comunidad Autónoma de les Illes Balears de la Guía de Práctica Clínica del Programa Europeo COST B13. [http://www.kovacs.org/descargas/GuiadePracticaClinica\\_LUMBALGIAINESPECIFICA\\_Baleares.pdf](http://www.kovacs.org/descargas/GuiadePracticaClinica_LUMBALGIAINESPECIFICA_Baleares.pdf) [Rev. 02 mar 2016]
6. Fahmy, Z. The Application of Ozone Therapy in Pain Management, Rheumatic and Orthopaedic Diseases. German Medical association of Ozone Application in Prevention and therapy. (2008). ISBN 978-3-00-023777-5.
7. Borrelli, E. Mechanism of action of oxygen ozone therapy in the treatment of disc herniation and low back pain, Acta Neurochir Suppl, 2011, 108: 123-125.
8. De Oliveira Magalhaes, FN., Dotta, L., Sasse, A., Teixera, MJ. and Fonoff, ET. 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: E115-129.
9. Declaración de Madrid sobre la Ozonoterapia, 2da. Edición. Documento oficial del ISCO3. International Scientific Committee of Ozone Therapy. ISBN: 978-84-608-1833-5. 12de junio de 2015. España.
10. Acute Pain Management: Operative or Medical Procedures and Trauma, Clinical Practice Guideline No.1. AHCPR Publication No. 92-0032; February & Quality, Rockville, MD; 116-117.
11. Macnab criteria. MacNab's outcome assessment of patient satisfaction. <http://www.scientificspine.com/spine-scores/macnab-criteria.html> [Rev. 24 may 2013]
12. Common Terminology Criteria for Adverse Events (CTCAE) Version 4.0 Published: May 28, 2009 (v4.03: June 14, 2010) U.S. Department of Health and Human Services. National Institutes of Health. National Cancer Institute. [http://evs.nci.nih.gov/ftp1/CTCAE/CTCAE\\_4.03\\_2010-06-14\\_QuickReference\\_5x7.pdf](http://evs.nci.nih.gov/ftp1/CTCAE/CTCAE_4.03_2010-06-14_QuickReference_5x7.pdf) [Rev. 24 may 2013]
13. Sun Xue Quan. Applied Chinese Acupuncture for Clinical Practicioners Shandong Science and Technology Press, 1985.
14. Dosch, Mathias P. M.D. Atlas of Neural Therapy Second Edition 2003. Editorial Thieme. ISBN 3-13-130572-X (GTV) ISBN1-58890-105-X (TNY).
15. Fichtner Manfred. La Terapia con Campos Magnéticos (en la práctica). Instrucciones para la Terapia con Elecsystem. 4ta. Edición. Revisada en Agosto 1993. Elecsystem GMF Corp. A.G. Uttwill, Suiza.
16. Pérez Vázquez, C y colaboradores. Dietas Hipocalóricas para bajar peso. Obesidad: consejos y recomendaciones para bajar peso. Unidad de Nutrición Clínica y Dietética. Hospital Ramón y Cajal. Madrid, España. [http://www.fisterra.com/Salud/2dietas/obesidad\\_consejos.asp](http://www.fisterra.com/Salud/2dietas/obesidad_consejos.asp) [Rev 10 may 2014]
17. Covarrubias-Gómez A, Guevara-López U, Lara-Solares A, Tamayo Valenzuela AC, Salinas-Cruz J, Torres-González R. Características de los enfermos que acuden a clínicas del dolor por primera vez. Rev Med IMSS 2008; 46:467-472.

18. Gordillo-Álvarez V, Ramírez-Bermejo A, Solís-Valadez GP, Bautista-Sánchez SG. Causas del dolor crónico en la clínica del dolor del Hospital General de México. *Dol Clin Ter* 2004;2:15-23
19. Covarrubias-Gomez A. Manejo del dolor perioperatorio en el paciente anciano. *Rev Mex Anest* 2006;29 (Supl 1):S207-S209.
20. Barragán-Berlanga AJ, Mejía-Arango S, Gutiérrez-Robledo LM. Dolor en adultos mayores de 50 años: Prevalencia y factores asociados. *Salud Pública Mex* 2007;49 (Supl 4):S488-S494.
21. Rustøen, T, Wahl, AK, Hanestad, BR, Lerdal, A., Paul S, Miaskowski C. Age and the experience of chronic pain: differences in health and quality of life among younger, middle-aged, and older adults. *Clin J Pain* 2005; 21:513-523.
22. Edwards, RR. Age differences in the correlates of physical functioning in patients with chronic pain. *J Aging Health* 2006; 18:56-69.
23. Bonetti, M, Fontana A, Mardighian. Oxygen-ozone therapy for degenerative spine disease in the elderly. *Rivista Italiana di Ossigeno-Ozonoterapia*. 2006; 5:25-32.
24. Re, L. Malcangi, G., Mercanti, A., Labate, V and M. Sánchez, G. Ozone Therapy: A Clinical Study on the Pain Management, *Int Journal of Ozone Therapy*, 7, 1, 37-44, 2008.
25. Rokitansky, O. Clinical considerations and biochemistry of ozone therapy. *Hospitalis* 2009; 52:643.
26. Bocci, V. (2002). *Oxygen-Ozone Therapy. A Critical Evaluation*. Kluwer Academic Publishers. Pag 323.
27. Bocci, V., Zanardi, I., Michaeli, D., Travagli, V. Mechanisms of action and chemical-biological interactions between ozone and body compartments: a critical appraisal of the different administration routes. *Current Drug Therapy* 2009, 4: 159-173.
28. [Borroto Rodríguez, V.](#), [Lima Hernández, L B.](#), [Alvarado Güémez, F.](#), [Lima González, S.](#), [Castellanos Soberts, J C.](#), [Cambara Peña, R.](#) Ozonopuntura en el tratamiento de la artrosis de rodilla. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación* 2013; 5 (1).
29. Cruz Y. y Fayad, R. Microtúbulos y terapia neural: propuesta de una investigación promisoría. *Rev Med* 19. 1:82-92, 2011.
30. Re, L., Martínez-Sánchez, G., Mawsouf, N. Clinical evidence of ozone interaction with pain mediators. *Saudi Med J* Martínez-Sánchez, G. *Saudi Med J*. 2010; Vol.31(12):1363-1367).
31. Fuccio, C. et al. A single subcutaneous injection of ozone prevents allodynia and decrease the over-expression of pro-inflammatory caspases in the orbito-frontal cortex of neuropathic mice. *European Journal of Pharmacology* 2009, 603, 42-49.
32. Guevara-López, U. Dolor Mixto. Cambiando Paradigmas. *Anestesia en México*, Vol.17, Suplemento 1, 2005. <http://www.anestesiaenmexico.org/RAM5/17Sup12005/004.pdf> [Rev. 10 ene 2016]
33. Menses J. Pathophysiology of low back pain and the transition to thee chronic state-experimental data and new concepts. *Schmerz* 2001;15: 413-417.
34. Gustavo Corredor, R. Dolor en neurología. *Acnweb.org*. Pub. 04 May 2016 09:11:00 GMT. <http://aexy.club/pdf/cap-4-dolor-en-neurologia-acnweb-org> [Rev. 08 may 2016]
35. Hidalgo-Tallón F. J. y Torres L. M. Ozonoterapia en medicina del dolor. Revisión. *Rev. Soc. Esp. Dolor* vol.20 no.6 Madrid Nov.-Dec. 2013 [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1134-80462013000600003&script=sci\\_arttext&tlng=enDirectory](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1134-80462013000600003&script=sci_arttext&tlng=enDirectory) [Rev. 24 mar 2015]
36. Guía de Práctica Clínica: Lumbalgia Inespecífica Versión adaptada a la Comunidad Autónoma de les Illes Balears de la Guía de Práctica Clínica del Programa Europeo COST B13. [http://www.kovacs.org/descargas/GuiadePracticaClinica\\_LUMBALGIAINESPECIFICA\\_Baleares.pdf](http://www.kovacs.org/descargas/GuiadePracticaClinica_LUMBALGIAINESPECIFICA_Baleares.pdf) [Rev. 24 may 2015]