

artículo original

Campos electromagnéticos pulsados y ozono en el tratamiento de la artrosis de rodilla en el adulto mayor

Pulsed electromagnetic fields and ozone in the treatment of the knee Arthrosis in elderly patients

Dra. Vivian Borroto Rodríguez

Instituto de Neurología y Neurocirugía, La Habana, Cuba

Dra. Yolanda Aguilera Martínez

Policlínico Universitario Rampa, La Habana, Cuba

Lic. Roosevelt Cambara Peña

Policlínico Universitario Rampa, La Habana, Cuba

Palabras clave

*Campos
electromagnéticos
pulsados,
artrosis de rodilla
ozonoterapia.*

Resumen

Objetivo: Evaluar el efecto de Campos electromagnéticos pulsados para el tratamiento de la artrosis de rodilla y la combinación de estos con infiltraciones intrarticulares de ozono en el adulto mayor.

Método: Se realizó un estudio, prospectivo, longitudinal en 90 pacientes mayores de 60 años de edad, con diagnóstico clínico y radiológico de artrosis de la rodilla grado II y III rebelde al tratamiento médico, que acudieron a la consulta de ozonoterapia del Policlínico Rampa en el periodo de enero a diciembre de 2014. Se dividió la muestra en tres grupos de 30 pacientes cada uno: 1) AINES, es el control, se les aplicó antiinflamatorios no esteroideos 2) Se les aplicó 10 sesiones de terapia con frecuencias electromagnéticas pulsadas (PEMF) tres veces por semana 3). Se les aplicó 10 sesiones de PEMF tres veces por semana igual que en el grupo 2 más 10 infiltraciones intrarticulares con ozono con una frecuencia de tres veces por semana. Todos los resultados se evaluaron antes y después del tratamiento. Se evaluó el dolor percibido mediante la escala visual analógica del dolor (EVA), la funcionalidad mediante la administración del cuestionario WOMAC (The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), el grado de mejoría clínica, la cantidad mínima de aplicaciones con las que se logra la mejoría y la incidencia de eventos adversos.

Resultados: El protocolo utilizado con terapia PEMF para la artrosis de rodilla fue muy superior a la aplicación de AINES con una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,00$) y los resultados fueron aún mejores cuando se combinaron con las infiltraciones intrarticulares con ozono. En los grupos tratados con ozono y con frecuencias electromagnéticas pulsadas no se reportaron eventos adversos, con la aplicación de AINES se presentaron eventos adversos gastrointestinales y tensión arterial alta.

Conclusiones: El tratamiento con campos electromagnéticos pulsados para la artrosis de rodilla grado II y III es un método seguro y efectivo y se potencializa su acción cuando se combina con infiltraciones intraarticulares con ozono..

Keywords

Pulsed electromagnetic fields

arthrosis of the knee

Ozone therapy,

Abstract

Objective: Evaluate the effect of pulsed electromagnetic fields as treatment for arthrosis of the knee and combination of these with intra-joint infiltration of ozone in elderly patients.

Method: A longitudinal and prospective study was performed in 90 patients older than 60 years of age, with clinical and radiological diagnosis of grade II and III knee arthrosis resistant to medical treatment, who attended ozone therapy consultation at the Polyclinic Ramp between January and December of 2014. The population was divided in three groups: 1) AINES, Control, Non Steroid Anti-Inflammatory was administered. 2) 10 sessions of pulsed electromagnetic fields (PEMF) with a frequency of three per week were administered. 3) 10 sessions of pulsed electromagnetic fields (PEMF) with a frequency of three times per week were administered and 10 intraarticular infiltrations with ozone with a frequency of three times per week. All the results were evaluated before and after the treatment the pain perceived by means of the visual analogical scale of the pain (EVA), the intervening functionality was evaluated the administration of the questionnaire WOMAC (The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index): the degree of clinical improvement, the minimal amount of therapy applications to achieve improvement and the incidence of side effects.

Results: The protocol used with PEMF therapy for arthrosis of the knee was very superior to the application of AINES with a statistically important difference ($p=0,00$) and the results were even better when they were combined with intra-joint infiltrations of ozone. In the groups treated with ozone and pulsed electromagnetic fields there were no side effects reported as for in the groups treated with AINES there were gastrointestinal and elevated high blood pressure side effects manifested.

Conclusion: Treatments with pulsed electromagnetic fields for arthrosis of the knee grade II and III are safe and effective methods, and potentiate when combined with ozone intra-joint infiltrations

Sugerencia sobre cómo citar este artículo:

Borroto, Vivian. (2016). Campos electromagnéticos pulsados y ozono en el tratamiento de la artrosis de rodilla en el adulto mayor. *Revista Española de Ozonoterapia*. Vol. 6, nº 1, pp 27-39

INTRODUCCIÓN

La artrosis de rodilla o también denominada osteoartritis localizada en la rodilla es una enfermedad muy frecuente cuya prevalencia aumenta con la edad¹, y afecta notablemente la calidad de vida de los pacientes que la padecen, es una enfermedad con grandes costos sociales y económicos asociados. Los conocimientos actuales indican que esta condición es multifactorial, abandonándose el concepto de enfermedad degenerativa pura y reconociéndose la importancia del componente inflamatorio.² Los antiinflamatorios no esteroideos (AINES), están indicados en artrosis sintomáticas grado moderado o severo, cuando no ha habido buena respuesta al paracetamol en los brotes inflamatorios³, pues su efecto analgésico es superior este en la artrosis de rodilla (grado A, nivel de evidencia Ia), aunque, su uso está limitado por sus efectos adversos⁴. Son eficaces en el alivio de los síntomas y mejoran la capacidad funcional pero no modifican el curso de la enfermedad.⁵

La utilización de antiinflamatorios requiere la monitorización de la función hepática y renal, así como un hemograma al comenzar su administración y después a intervalos regulares mientras dure el tratamiento para prevenir efectos indeseables.⁶ En ancianos con objeto de evitar acumulación, los AINES de elección son los de vida media plasmática corta, como el diclofenaco y el ibuprofeno, que están mejor documentados.⁷ Existen evidencias de que tanto la terapia con campos electromagnéticos pulsados (PEMF)^{8,9} y las infiltraciones con ozono¹⁰, tienen una acción beneficiosa y no ocasionan los eventos adversos que producen los AINES.

En estudios realizados se encontraron resultados a favor de los campos electromagnéticos pulsados (PEMF por sus siglas en inglés) para disminuir el dolor, rigidez y mejorar la calidad de vida en pacientes con artrosis de rodilla, sin embargo se encontró una correlación significativa inversa entre pacientes con más 65 años de edad.¹¹

Ha sido reportado que el ozono es un modulador de la respuesta biológica, lo que se manifiesta por la tendencia a la normalización de la glucosa y otros metabólicos sanguíneos en los pacientes sometidos a este tratamiento por vía sistémica.^{12, 13} Se ha postulado que el posible mecanismo de acción del ozono está relacionado con la generación de productos secundarios. Se ha planteado también que los compuestos formados 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 la mejoría de la oxigenación tisular, la modulación inmunológica y la liberación de autacoides, además de tener un efecto germicida de amplio espectro y de funcionar como regulador metabólico.¹⁴

Una de las propiedades más importantes que posee el ozono para su empleo en Medicina, es el efecto antioxidante que ejerce mediante la estimulación de las enzimas pertenecientes al sistema antioxidante del organismo.^{15, 16}

Con el objetivo de determinar los efectos de la terapia con frecuencias electromagnéticas pulsadas y su combinación con las infiltraciones intrarticulares con ozono en la evolución sintomática de pacientes con osteoartritis localizada en la rodilla grado II y III según la clasificación de American College of Rheumatology¹⁷, se realizó un estudio prospectivo longitudinal aleatorizado en el Departamento de Ozonoterapia del Policlínico Rampa, en el periodo comprendido desde enero a diciembre del 2014. Se seleccionó de forma aleatoria una muestra de 90 pacientes mayores de 60 años de edad con más de cinco años de tener diagnóstico de artrosis de rodilla, los cuales habían recibido diferentes tratamientos para esta afección obteniendo ninguna o una ligera o mediana mejoraría de sus síntomas clínicos.

CONSIDERACIONES ÉTICAS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN:

El estudio fue revisado y aprobado por un Comité de ética, cumplió con lo establecido en la Declaración de Helsinki, última versión correspondiente a la Asamblea General de Edimburgo, Escocia, de Octubre del 2000. Para realizar el estudio se les pidió a los pacientes el consentimiento informado por escrito y oral por parte del investigador según establecen las Normas de Buenas Prácticas Clínicas, después de haber sido informados sobre lo que se le realizaría durante la investigación, se garantizó no divulgar los datos personales de los pacientes al informar o publicar los resultados de esta.

El personal médico que participó en el estudio tiene experiencia clínica en el manejo de la ozonoterapia y fue entrenado en el manejo y evaluación de los pacientes y la aplicación del tratamiento. La información relacionada con la identidad de los sujetos del estudio fue tratada confidencialmente, empleándose códigos para identificarlos, esta fue manejada sólo por el personal especializado que participó en la investigación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se dividió la muestra en tres grupos de 30 pacientes cada uno:

1) AINES, es el grupo Control, se les aplicó antiinflamatorios no esteroideos, (ibuprofeno 400 mg) cada ocho horas por 15 días.

2) PEMF, Se utilizó un equipo PEMF-100 de EUA, se les aplicó 10 sesiones de magnetoterapia en la rodilla afectada a razón de tres veces por semana del siguiente modo: el paciente sentado con la pierna flexionada alrededor de 90°; se le colocó la cuerda en forma de asa orientada al área más dolorosa, y se estimuló por tres minutos, se descansó cinco minutos y se repitió tres minutos a 30 kHz y 1000 Gauss.

3) OZONO-PEMF, a este grupo se le aplicó campos electromagnéticos pulsados igual que al grupo 2 y simultáneamente se les realizó infiltraciones intrarticulares con ozono a una concentración de 20µg/ ml y un volumen de 20 ml, con una frecuencia de tres veces por semana, hasta completar 10 sesiones. El ozono medicinal se obtuvo de un equipo Ozomed 400 (CNIC, La Habana, Cuba), a partir de oxígeno médico.

Para la inyección intrarticular se utilizó la vía anterointerna. La técnica empleada fue la siguiente:

Paciente sentado con la pierna flexionada alrededor de 90°; el punto de inyección se sitúa a 1,5 o 2 cm según el plicón adiposo, hacia dentro de la punta de la rótula empleando agujas de 27 G por una y media pulgada, cumpliendo con las medidas de asepsia establecidas para este proceder; se realizó la punción en dirección ligeramente oblicua hacia atrás y adentro hasta sentir una sensación de vacío que posibilita la penetración fácil de la mezcla Ozono-Oxígeno sin ofrecer resistencia; se aspiró previamente para verificar que el espacio articular no estuviera ocupado y en caso de que no se estuviera como se espera en el espacio intrarticular, verificar que no estuviera la punta de la aguja en un vaso sanguíneo.

Todos los grupos se evaluaron antes y después del tratamiento, las variables estudiadas fueron: el grado de mejoría clínica (dolor y movilidad articular) y la cantidad mínima de aplicaciones con las que se logra la mejoría.

Criterios de inclusión: 1) Pacientes de más de 60 años y de ambos géneros. 2) Pacientes que dieron su consentimiento para ser incluidos en el estudio. 3) Diagnóstico de osteoartritis localizada de rodilla en fase crónica de la enfermedad grado II y III. Dolor articular de rodilla la mayor parte de los días en el último mes, más osteofitos radiológicos femorotibiales, rigidez matutina menor o igual de 30 minutos y crepitación con la movilización activa de la rodilla

Criterios de exclusión: 1) Edades inferiores a los 60 años. 2) No dar su consentimiento para ser incluidos en el estudio. 2) Pacientes con implantes electrónicos 3) Déficit mental o neurológico del paciente. 4) Presencia de traumatismos recientes de la articulación. 5) Sospecha de otra lesión articular asociada. 6) Afecciones de la articulación coxofemoral o tibioastragalina que repercutan sobre la mecánica articular. 7) Fase aguda de la enfermedad. 8) Antecedentes de enfermedad ulcerosa previa. 9) Hepatopatía. 10) Etilismo crónico activo. 11) Tratamiento con anticoagulantes y/o corticoides. 12) Enfermedad debilitante asociada.

Criterios de salida: 1) Salida voluntaria del estudio. 2) Ausencia en más de 2 sesiones consecutivas de tratamiento. 3) Presentar irregularidad en el tratamiento.

En el interrogatorio y el examen físico se obtuvieron datos de interés como edad, género, factores predisponentes, tiempo de evolución, tratamiento anterior, movilidad articular y reacciones adversas, entre otros.

En el interrogatorio y el examen físico se obtuvieron datos de interés como edad, género, factores predisponentes, tiempo de evolución, tratamiento anterior, movilidad articular y reacciones adversas, entre otros.

Se le informó correctamente al paciente sobre su enfermedad, se le recomendó evitar la sobrecarga articular (usar bastones si es necesario), reposo de la articulación cuando había dolor y exacerbación de síntomas y ejercicios fortalecedores del cuádriceps femoral

Instrumentos de medida

Se valoró el dolor percibido mediante la escala visual analógica del dolor (EVA) y la funcionalidad fue evaluada mediante la administración del cuestionario WOMAC (The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index).¹⁸, esta escala recogió tres aspectos fundamentales entre los que se encuentran el dolor con cinco ítems, rigidez dos ítems y función física 17 ítems, clasifica como una variable Cuantitativa discreta (puntuación alcanzada).

Intensidad de Dolor: 5 ítems puntuación máxima posible 20

De la rigidez articular: 2 ítems puntuación máxima posible 8

La capacidad funcional: 17 ítems puntuación máxima posible 68

Su puntuación oscila entre 0-96 puntos, entendiéndose que cuantos menos puntos se obtenga, mayor funcionalidad presenta el paciente.

Para medir la intensidad del dolor se usó la escala visual analógica (EVA), consiste en una recta de valores de 0 al 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 del 1 al 9 en un orden creciente. El paciente una vez explicado el procedimiento marcó en cada sesión, la intensidad del dolor en la escala. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

También se realizó una evaluación considerando las siguientes categorías:

0: No dolor; 1-2: Muy leve; 3-4: Leve; 5-6: Moderado; 7-8: Intenso; 9-10: Muy Intenso

Los criterios de evaluación fueron los siguientes:

Muy bueno: el dolor baja tres niveles en relación a la primera evaluación.

Bueno: el dolor baja dos niveles en relación a la primera evaluación.

Regular: el dolor baja un nivel en relación a la primera evaluación.

Malo: el dolor se mantiene igual en relación a la primera evaluación.

Muy malo: el dolor empeora la intensidad en relación a la primera evaluación.

Se considera el comienzo de mejoría a partir de la sesión en que hay un cambio mínimo de dos cifras en la escala de EVA

Además se realizó una evaluación de la media del valor para el dolor medido por el cuestionario WOMAC por grupo de tratamiento considerándose para la evaluación la respuesta: 0 = Ninguno 1= Poco 2 = Bastante 3 = Mucho 4 = Muchísimo

En cuanto a la movilidad articular Movilidad:

■ Amplitud de los movimientos:

- Flexión: activa 0°-130°, pasiva 0°-145°.
- Extensión: activa 0°, pasiva -10°.
- Rotaciones: 10°.

También se evaluó la incidencia de eventos adversos en los tres grupos durante el estudio.

Procesamiento estadístico.

Se realizó un análisis estadístico en una escala de respuesta de tres valores por el Método de regresión logística ordinal, aplicando Intervalo de Confianza de un 95 % para una proporción considerando los mejorados y no mejorados (binomial) en los tres grupos.

RESULTADOS

Caracterización de la muestra según edad y género:

En la población estudiada se observó un predominio de las edades comprendidas entre 66 y 70 años con 31 pacientes (34,5%) y de 60 a 65 años con 28 pacientes (31,1%), seguido del grupo de 71 a 75 años con 15 (16,7%). En cuanto al género 59 pacientes (65,5 %) eran del género femenino y 31 (34,5 %) del masculino, siendo la media de edad para las mujeres de 69,05 años y para los hombres de 69,7 años y de 69,2 para ambos generos.

En cuanto al sexo y edad por grupo de tratamiento, la población se comportó de forma homogénea en los tres grupos, no se detectó discrepancia con la hipótesis de riesgos proporciones ($p > 0.05$) por lo que se consideró adecuada cualquier conclusión extraída del ajuste de la regresión de Cox.

Mediante la administración del cuestionario WOMAC se evaluó la intensidad del dolor ($p=0,605$), la rigidez articular ($p=0,223$) y la capacidad funcional ($p=0,982$), al aplicar el análisis de covarianza para comparación de las medias (ANOVA) se pudo constatar que no habían diferencia entre los grupos antes del tratamiento comportándose de forma homogénea en los tres grupos (tabla 1).

El dolor también fue evaluado por la escala visual análoga de dolor EVA donde al aplicar ANOVA no se encontraron diferencias entre los grupos antes de comenzar el tratamiento ($p=0,910$). Se pudo observar que al iniciar el tratamiento el grupo tratado con AINES tenía el 63,3% con dolor muy intenso (9 y 10 en la escala del dolor) y el 36,7% con dolor intenso (7 y 8 en la escala del dolor), pasando después del tratamiento a 66,7% moderado (5 y 6 en la escala del dolor) y un 30% a leve (3 y 4 en la escala del dolor) no se logró que ningún paciente llegara a un dolor muy leve (1 y 2 en la escala del dolor) ni a no tener dolor. (Tabla 2)

En el grupo tratado con PEMF antes del tratamiento se encontraba un 60,0% de los pacientes en la escala de dolor muy intenso y un 40,0% intenso; al concluir el tratamiento el 56,7% estaban en no dolor, un 26,7% en dolor muy leve y el 16,6% en dolor leve.

En el caso del grupo 3 tratado con OZONO y PEMF, antes del tratamiento el 56,7% tenían dolor muy intenso y el 43,3% era intenso pasando después del tratamiento a no tener dolor en un 66,7%, a dolor muy leve un 20% y leve un 13,3%.

Se modeló la cantidad de sesiones requeridas por cada paciente para obtener una mejoría usando técnicas de análisis de supervivencia. En este caso la variable tiempo es el número de sesiones, el evento en cuestión es si mejora o no y la variable predictiva es el grupo de estudio (comparando en este caso el grupo 2 que solo recibió tratamiento con PEMF con el grupo 3 que recibió PEMF y OZONO). Se consideró que se iniciaba la mejoría cuando existía un cambio mínimo de 2 unidades en la escala de EVA. (Tabla 3)

La mediana del número de sesiones necesarias por pacientes para alcanzar una mejoría para el grupo 2 fue de 3 ([1; 4] IC del 95%) y en el grupo 3 fue de 2 ([1; 3] IC del 95%) En este caso no se tuvo en cuenta el grupo 1 porque nos es comparable por sesiones de tratamiento. En todos los parámetros evaluados por el cuestionario de WOMAC (dolor, rigidez articular y capacidad funcional) en los grupos PEMF y OZONO-PEMF el éxito del esquema terapéutico excede el 50% de mejoría, no así en el grupo tratado con AINES. En el análisis de la intensidad del dolor se alcanzó una disminución de un 55,3% para el PEMF y un 69,4% en el grupo combinado OZONO-PEMF (tabla 4)

En la tabla 5 se muestran los eventos adversos que se presentaron en este estudio. En los grupos tratados con PEMF y en los tratados con OZONO-PEMF no se reportó ningún evento adverso. En el grupo tratado con AINES se presentaron tres eventos adversos, dos de ellos fueron hipertensión arterial ligera y un caso que presentó náuseas también de poca intensidad, todos de causalidad posible porque ocurrió en un tiempo plausible en relación con la administración del ibuprofeno, el mismo puede ser explicado por otras causas siendo la respuesta clínica adecuada a la supresión transitoria del medicamento con rápida recuperación, los criterios de causalidad fueron según la clasificación de Uppsala Monitoring Center¹⁹, y los de intensidad según los criterios de Claudio Naranjo.²⁰

DISCUSIÓN

La artrosis de rodilla es una condición cuyo diagnóstico es eminentemente clínico en función de los signos y síntomas del paciente, los factores de riesgo y las alteraciones presentes en el examen físico. La presentación clásica de esta condición es en pacientes sobre los 50 años de edad con dolor crónico de características mecánicas, que es mayor al iniciar los movimientos, pudiendo disminuir posteriormente asociado a rigidez articular mayor a 30 min y a deformidad articular con pérdida de rangos articulares, crepitación y derrame. En la actualidad se reconoce como una enfermedad multifactorial que va dañando el cartílago articular, con la posterior respuesta de la membrana sinovial y del hueso subcondral²¹, de esta forma, cuando se compromete la matriz extracelular condral se genera una disminución en la capacidad de retención de agua perdiendo el tejido resistencia y elasticidad frente a la compresión^{22,23}, aumentando el daño del tejido circundante.

Debido a la baja tasa de recambio celular y a la pobre capacidad reparativa el cartílago, no logra compensar el daño sufrido, generándose la osteoartrosis independientemente de cuál sea la causa original del daño, los fibroblastos de la membrana sinovial responden secretando diversas citoquinas y factores inflamatorios (IL- 1, TNF-, TGF-, IL-8, GRO-, entre otras).^{24,25,26} La respuesta insuficiente del hueso subcondral reemplaza el cartílago hialino por fibrocartílago, lo que le confiere una inferior capacidad mecánica.^{27,28}

Cada célula del cuerpo funciona como un transmisor y un receptor de información electromagnética y son precisamente esas frecuencias las que preceden o corresponden con funciones bioquímicas. Las células normales oscilan con frecuencias diferentes a las células enfermas, por lo tanto, la actividad biológica es producto de la interacción energética. La respuesta celular a las radiaciones electromagnéticas se conoce como acoplamiento inductivo. Las fuerzas electromagnéticas actúan a nivel intracelular, produciendo respuestas bioquímicas caracterizadas por movilización de electrolitos a través de la membrana celular, excreción de productos tóxicos, síntesis proteica, estimulación del metabolismo celular y generación de enlaces de alta energía.²⁹

Los campos magnéticos producen efectos bioquímicos, celulares, tisulares y sistémicos. Inicialmente produce desviación de las partículas con carga eléctrica en movimiento, produciendo corrientes inducidas, intra y extracelulares lo que genera un estímulo del metabolismo celular, con normalización del potencial de membrana alterado que favorece un estímulo directo del trofismo celular, que se manifiesta por el estímulo en la síntesis de la energía que requiere el organismo para su función a nivel celular beneficiando de esta manera la multiplicación celular, la síntesis proteica y la producción de prostaglandinas que le confiere un efecto antiinflamatorio.³⁰

Si tenemos en cuenta que la magnetoterapia presenta diferentes efectos biológicos, a nivel bioquímico, subcelular, celular y tisular, así como la evaluación de los efectos terapéuticos que se derivan de estos efectos biológicos, entonces se puede tener una idea de todos los procesos en los que puede influirse a través de los campos magnéticos.^{11,31}

Los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de los EUA aceptan el tratamiento con campos electromagnéticos para las siguientes indicaciones: reparación ósea y de lesiones tendinosas crónicas, estimulación nerviosa, cicatrización de heridas y úlceras varicosas, osteoartritis, electropuntura, regeneración tisular, estimulación del sistema inmunológico y modulaciones neuroendocrinas.³² Otros autores han expandido esta lista agregando: control de dolor, traumatismos y lesiones, reducción de inflamación y mejoría de circulación sanguínea, fibromialgia, procesos infecciosos (efectos antimicrobianos), tratamiento específico de malaria, reducción de estrés, corrección de trastornos neurológicos, incremento de la energía física y del rendimiento atlético, etcétera.³³

Los campos electromagnéticos más utilizados para diagnósticos y tratamientos en medicina son los campos electromagnéticos pulsados, su aplicación se inicia en la década de los años 40 en Japón, pero no es hasta 1979 cuando que la Food and Drug Administration (FDA) avala su utilización en los Estados Unidos para estimular la reparación ósea en fracturas no consolidadas. Una década después, la FDA autorizó su uso para el tratamiento de dolor y edema en tejidos blandos superficiales.³⁴

Los buenos resultados obtenidos en este trabajo con la aplicación de la terapia PEMF puede deberse a que los campos electromagnéticos pulsados influyen el comportamiento de la célula, induciendo cambios en el potencial de membrana celular, aumentando la oxigenación tisular, activándose la regeneración celular, también porque aumenta el transporte de calcio que estimula la reparación y el crecimiento de cartílago y al mismo tiempo disminuye el dolor.³⁵

Además estudios de laboratorio han revelado que los campos electromagnéticos pueden estimular la nueva formación ósea, lo que indica una función potencial de la estimulación electromagnética en el tratamiento de las fracturas que no lograron consolidar.³⁶

Los resultados de este estudio se corresponden con lo reportados en la literatura donde se plantea que la terapia de campo electromagnético pulsátil produce una reducción rápida y sustancial del dolor en pacientes con artrosis de rodilla.³⁷

Por otra parte se plantea que el ozono tiene efecto antiinflamatorio explicado por su capacidad para oxidar compuestos que contienen enlaces dobles, entre ellos el ácido araquidónico y las prostaglandinas, sustancias biológicamente activas que se sintetizan a partir de dicho ácido y que participan en grandes concentraciones en el desarrollo y en el mantenimiento del proceso inflamatorio³⁸, ha sido referido también en otras investigaciones que la infiltraciones intrarticulares con ozono tienen un efecto beneficioso en el tratamiento de artrosis de rodilla.^{39,40}

Los mecanismos de acción del PEMF y del ozono médico producen un efecto antiinflamatorio que parece potenciarse cuando ambos se aplican conjuntamente, tal como se pudo constatar en los resultados de este estudio. En cuanto a la incidencia de eventos adversos solo se presentaron en el grupo al que se le aplicó Ibuprofeno. (Tabla 5) Este resultado se corresponde con otros reportados en la literatura donde se describen síntomas como náuseas, epigastralgia, cefalea, hipertensión con ibuprofeno.¹⁸

CONCLUSIONES

Después de todo lo antes expuesto se puede concluir que con el protocolo utilizado en este estudio el tratamiento con PEMF aplicado de manera independiente, así como combinado con infiltración intrarticular de ozono es efectivo y seguro para el tratamiento sintomático de la artrosis de rodilla de más de 5 años de evolución en pacientes mayores de 60 años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Comas M, Sala M, Román R, Hoffmeister L, Castells X, Variaciones en la estimación de la prevalencia de artrosis de rodilla según los criterios diagnósticos utilizados en los estudios poblacionales, *Gac. Sanit.* 2010;24(1):28–32
2. R. Martínez Figueroa et al. Osteoarthritis (artrosis) de rodilla *Rev Chil Ortop Traumatol.* 2015;56(3):45–51 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rchot.2015.10.005>
3. S. Giménez Basallote, A. Gimeno Marqués, P. Panero Hidalgo y J.L. Casals Sánchez. Recomendaciones de buena práctica clínica en artrosis. *SEMERGEN.* 2008;34(3):143-8
4. Cajigas J. C. y colaboradores. Guía de práctica clínica basada en la evidencia para el diagnóstico y tratamiento de la osteoarthritis *MedIntMex* 2011;27(6):552-572
5. Dieppe P, Cushnaghan J, Jasani MK y cols. A two years placebo controlled trial of non-steroidal anti-inflammatory therapy in osteoarthritis of the knee. *Br J Rheumatol* 1993; 35:595-600.
6. Bradley Jd, Brandt KD, Katz BP, Kalasinski LA, Ryan SI. Comparison of an antiinflammatory dose of ibuprofen , an analgesic dose of ibuprofen, and acetaminophen in the treatment of patients with osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med* 1991; 325:87-91
7. Quintana JM, Arostegui I, Escobar, A, et al. Prevalence of knee and hip osteoarthritis and the appropriateness of joint replacement in an older population. *ArchIntern Med.* 2008;168:1576–84.
8. Trock, D.H., A.J. Bollet, R.H. Dyer, Jr., L.P. Fielding, W.K. Miner, and R. Markoll. 1993. A double-blind trial of the clinical effects of pulsed electromagnetic fields in osteoarthritis. *J. Rheumatol.* 20:456-460.
9. O'Connor, M.E., R.H.C. Bentall, and J.C. Monahan, eds. 1990. *Emerging Electromagnetic Medicine conference proceedings.* Springer-Verlag, New York.
10. Sarzi-Puttini P, Cimmino MA, Scarpa R et al. Osteoarthritis: an overview of the disease and its treatment strategies. *Semin Arthritis Rheum* 2005;35:1–10.
11. López, O., Martín, B. (2006). Evaluación con una nueva escala de severidad de la eficiencia del tratamiento de la pseudoartrosis mediante campo magnético pulsados. *Rev Patologías del aparato locomotor*, 4 (3), 167-179
12. Schwartz A. y colaboradores. *Guía para el uso médico del ozono. Fundamentos terapéuticos e indicaciones.* Madrid, España .ISBN:988-84-615-2244-6. 2011
13. Bocci V. The paradoxical effect of ozone in orthopaedic diseases. The problem of back-ache. In: *Ozone. A new medical drug.* Dordrecht, The Netherlands, Springer 2005; 198-208
14. V. Bocci, I. Zanardi, D. Michaeli, V. Travagli. 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.
15. Menéndez S, González R, Ledea OE, Hernández F, León OS, Díaz M. Ozono. Aspectos básicos y aplicaciones clínicas. La Habana, Cuba: Editorial CENIC; 2008:10-320.
16. V. Travagli, I. Zanardi, P. Bernini, S. Nepi, L. Tenori, V. Bocci. Effects of ozone blood treatment on the metabolite profile of human blood. *International Journal of Toxicology* 2010, 29: 165-174.
17. American College of Rheumatology. Subcommittee on osteoarthritis Guidelines: Recommendations for the Medical Management of Osteoarthritis of the hip and knee. *Arthritis Rheuma.* 2000.
18. Ornetti P, Dougados M, Paternotte S, Logeart I, Gossec L. Validation of a numerical rating scale to assess functional impairment in hip and knee osteoarthritis: comparison with the WOMAC function scale. *Ann Rheum Dis.* 2011; 70(5):740-6

19. World Health Organization. The Uppsala Monitoring Centre. 2002. Safety monitoring of Medicinal products. Guidelines for Setting and Running a Pharmacovigilance Centre Uppsala. Sweden, 23(3):3.
20. Naranjo Claudio, Usoa EB. Reacciones adversas a medicamentos. En Métodos de farmacología clínica. Programa de desarrollo de servicios de salud OPS. Oficina regional de la OMS; 1992.p.331.
21. Yarishkin OV, Hwang EM, Kim D, Yoo JC, Kang SS, Kim DR, et al. diclofenac, a Non-steroidal Anti-inflammatory Drug, Inhibits L-type Ca Channels in neonatal Rat Ventricular Cardiomyocytes. Korean J PhysiolPharmacol. 2009;13 (6):437-42. doi:10.4196/kjpp.2009.13.6.437.
22. Bijlsma JW, Berenbaum F, Lafeber FP. Osteoarthritis: An update with relevance for clinical practice. Lancet. 2011;377:2115-26.
23. Poole AR, et al. Composition and structure of articular cartilage: A template for tissue repair. ClinOrthopRelat Res. 2001; 391 Suppl:S26-33.
24. Borrelli J Jr, Ricci WM. Acute effects of cartilage impact. ClinOrthopRelat Res. 2004;423:33-9.
25. Mishra R, Singh A, Chandra V, Negi MP, Tripathy BC, Prakash J, et al. A comparative analysis of serological parameters and oxidative stress in osteoarthritis and rheumatoid arthritis. Rheumatol Int. 2011;32:2377---82.
26. Bonnet CS, Walsh DA. Osteoarthritis, angiogenesis and inflammation. Rheumatology (Oxford). 2005;44:7-16
27. Coley HM, Shotton CF, Kokkinos MI, Thomas H. The effects of the CDK inhibitor seliciclib alone or in combination with cisplatin in human uterine sarcoma cell lines. Gynecol Oncol.2007;105:462-9.
28. Buckwalter JA. Articular cartilage injuries. ClinOrthopRelat Res. 2002;402:21-37.
29. Raghunath J, Salacinski HJ, Sales KM, Butler PE, Seifalian AM. Advancing cartilage tissue engineering: The application of stem cell technology. CurrOpinBiotechnol. 2005;16:503-9.
30. Sylver N. Healing with electromedicine and sound therapies (part one). Townsend Letter Feb-Mar 2008
31. Krouham AO y cols. Magnetismo en medicina: Ondamed An Med (Mex) 2011; 56 (2): 91-98
32. Medina, M. and Villanueva, J. Factors associated with musculoskeletal disability and chronic renal failure in clinically diagnosed primary gout. J Rheumatol., 2005; 32 (10), 1923-7.
33. Rubik B, Becker RO, Flower RG, Hazlewood CF, Liboff AR, Walleczek J. Aplicaciones del bioelectromagnetismo en medicina. Panel de Estudio de los Institutos Nacionales de Salud (NIH). [www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/ biomagnetismo.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/biomagnetismo.pdf)
34. Appelt C. Pulsed Electromagnetic Field Therapy (PEMF): New Perspectives in Therapy. Anti-Aging Medical News. Winter 2006: 2-4
35. Markov MS. Expanding Use of Pulsed Electromagnetic Field Therapies. ElecBiolMed 2007; 26: 257-274.
36. [Okada M](#), [Kim JH](#), [Hutton WC](#), [Yoon ST](#). Upregulation of intervertebral disc-cell matrix synthesis by pulsed electromagnetic field is mediated by bone morphogenetic proteins.[J Spinal Disord Tech](#). 2013 May;26(3):167-73
37. Lim K, Hexiu J, Kim J, Seonwoo H, Cho WJ, Choung P, et al. Effects of Electromagnetic Fields on Osteogenesis of Human Alveolar Bone-Derived Mesenchymal Stem Cells. 2013.
38. Nelson FR, Zvirbulis R, Pilla AA. Non-invasive electromagnetic field therapy produces rapid and substantial pain reduction in early knee osteoarthritis: a randomized double-blind pilot study. Rheumatol Int. 2013;33(8):2169-73. Citado en PubMed; PMID: 22451021.
39. Lamberto, R., Gregorio, M. and Nabil, M., Clinical evidence of ozone interaction with painmediators, Saudi Med J 2011, 32: 1363-1367.

40. Borroto V, Lima LB, Alvarado F, Lima S, Castellanos JC, Cambara R. Ozonopuntura en el tratamiento de la artrosis de rodilla. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*. 2013; 5(1)

ANEXOS

Tabla 1: Homogeneidad de los grupos antes del tratamiento mediante la administración del cuestionario WOMAC

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sign.
Dolor Antes	Entre grupos	4,822	2	2,411	0,505	0,605
	Dentro de grupos	415,667	87	4,778		
	Total	420,489	89			
Rigidez Articular Antes	Entre grupos	4,022	2	2,011	1,527	0,223
	Dentro de grupos	114,600	87	1,317		
	Total	118,622	89			
Capacidad Funcional Antes	Entre grupos	0,622	2	,311	0,018	0,982
	Dentro de grupos	1475,333	87	16,958		
	Total	1475,956	89			

Tabla 2: Evaluación de la intensidad del dolor antes y después del tratamiento

Categoría.	Grupo AINES		Grupo PEMF		Grupo OZONO-PEMF	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
No dolor	0%	0%	0%	56,7%	0%	66,7%
Muy leve	0%	3,3%	0%	26,7%	0%	20,0%
Leve	0%	30%	0%	16,6%	0%	13,3%
Moderado	0%	66,7%	0%	0%	0%	0%
Intenso	36,7%	0%	40,0%	0%	43,3%	0%
Muy intenso	63,3%	0%	60,0%	0%	56,7%	0%

Fuente: Historia clínica De una primaria N= 90 30 (por grupo)

($p=0,910$ entre grupos antes de comenzar tratamiento)

0: No dolor 1-2: Muy leve 3-4: Leve 5-6: Moderado 7-8: Intenso 9-10: Muy Intenso

Tabla 3: Comparación de los grupos 2 y 3 en cuanto al número de sesiones en que comienza la mejoría.

Sesiones	Grupo PEMF		Grupo OZONO PEMF	
	Número de Pacientes Mejorados	%	Número de Pacientes Mejorados	%
Sesión 1	12	40	14	46,7
Sesión 2	14	46,7	12	40
Sesión 3	3	10	4	13,3
Sesión 4	1	3,3	0	0
Sesión 5	0	0	0	0
Después de la sesión 5	0	0	0	0
Total de pacientes	30	100	30	100

Fuente: Historia clínica De una primaria n= 60 30 (por grupo)
En esta tabla solo se compararon los grupos 2 y 3.

Tabla 4: Porcentaje de reducción según escalas de medición de dolor, rigidez articular y capacidad funcional en los tres grupos

Parámetro	Grupo AINES	Grupo PEMF	Grupo OZONO-PEMF
Dolor	31,4%	55,3%	69,4%
Rigidez articular	26,3%	56,4%	85,9%
Capacidad funcional	11,2%	38,1%	56,4%

Fuente: Historia clínica De una primaria n= 90 30 (por grupo)
Es significativa la diferencia del dolor entre todos los grupos de tratamiento p=0.000 (ANOVA)

Tabla 5: Incidencia de eventos adversos por grupo de tratamiento.

Eventos adversos	Grupo AINES	Grupo PEMF	Grupo OZONO-PEMF
Aumento de la TA	2	0	0
Nauseas	1	0	0

Fuente: Historia clínica De una primaria n= 90 30 (por grupo)
TA= Tensión Arterial