

Revista Mexicana de
Medicina Física y Rehabilitación

Volumen
Volume **14**

Número
Number **1**

Enero-Marzo
January-March **2002**

Artículo:

Tratamiento de las fracturas no-unión
y en el retardo de la consolidación con
aplicación de la magnetoterapia

Derechos reservados, Copyright © 2002:
Sociedad Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación, AC

Otras secciones de
este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Medigraphic.com

Tratamiento de las fracturas no-unión y en el retardo de la consolidación con aplicación de la magnetoterapia

Miguel Ángel Cano Sánchez,* Dra. Ma. Del Pilar Diez García,** Dr. Saúl Renan León Hernández,***
Dr. Enrique Estrada Lobato,**** Dr. Iván Fabricio Vega González***** Dra. Juana Zavala Ramírez*****

RESUMEN

Objetivo: Determinar el grado de consolidación que se obtiene en la no-unión y retardo de la consolidación en fracturas de huesos largos, durante la aplicación de magnetoterapia. **Material y método:** Se estudiaron 10 pacientes adultos, ambos sexos, 5 con tratamiento magnetoterapia a 20 Hz con 50% de intensidad por 20 minutos en foco de fractura y 5 con tratamiento compresa húmedo caliente. Equipo magnetoterapia de baja frecuencia, tipo cilindro, Biotesia 2000, modelo ASA M1. Se determinó, la consolidación radiográficamente y con gammagrafía ósea, al momento de su ingreso y al término de su tratamiento. Se realizaron 30 sesiones de tratamiento en cada caso. **Resultados:** La gammagrafía ósea reportó cambios estadísticamente significativos con t de Student para muestras independientes entre los valores iniciales y los finales en ambos grupos de estudio. En un análisis de varianza univariante entre los grupos tomando los valores iniciales de la gammagrafía ósea como covariable, reporta una $p = 0.045$ para la diferencia entre los tratamientos a favor del grupo con magnetoterapia. **Conclusiones:** Los valores de la consolidación ósea con magnetoterapia obtenidos no difieren de los valores por otros autores de la literatura mundial. La magnetoterapia influye positivamente en la evolución de la consolidación ósea en fracturas con retardo de la consolidación o pseudoartrosis.

Palabras clave: Magnetoterapia, no-unión, retardo de la consolidación, consolidación ósea, gammagrafía ósea.

ABSTRACT

Objective: Report the consolidation in the non-union and delayed consolidation in fractures of long bones, during magnetic therapy application. **Method:** 10 adults were studied, both genders, 5 were treated with 20 Hz magnetic therapy, 50% of intensity for 20 minutes over the fracture focus and 5 with treatment of hot and wet packs. The magnetic therapy equipment was of low frequency, cylinder type, Biotesia 2000, model ASA M1. Consolidation was determined with X-rays and bone gammagraphic evaluations in the beginning and ending of the study. Thirty sessions of treatment were performed in each case. **Results:** The bone gammagraphy reported significative and statistical changes calculated with Student's t test for independent samples between the initials and final values in both groups and univariate-variation analysis. Initials values of the gammagraphic osseus as covariation reported $p = 0.045$ with difference between both treatments in favor of magnetic therapy group. **Conclusions:** Values of bone consolidation with magnetic therapy is not different of other researches. Magnetic therapy influences positively in bone consolidation evolution with delay of consolidation or non-union fractures.

Key words: Magnetotherapy, non-union, delayed consolidation, bone consolidation, gammagraphy.

INTRODUCCIÓN

En una sociedad tan activa, las fracturas han ido en incremento continuo, dejando múltiples secuelas, el tratamiento puede ser con reducción abierta y fijación interna o de tipo

conservador con reducción cerrada e inmovilización, sin embargo, este último tratamiento no siempre tiene una buena evolución, llegando a presentarse algunas complicaciones de las cuales las más graves son: la no-unión y el retardo de la consolidación.

Considerándose como no-unión en donde la fractura no ha consolidado y existen cambios radiológicos que indican que esta situación se continuará a menos que se produzca una modificación en la línea de tratamiento, los extremos pueden presentar esclerosis y estar ensanchados, la línea de fractura se ve claramente.

El retardo de la consolidación, es cuando la consolidación no se produce dentro del tiempo previsto. Puede mostrar cambios óseos anormales. Típicamente existe absorción de hueso

* Rehabilitación Osteoarticular.
** Jefe de Serv. de Rehabilitación Trauma.
*** Jefe del Serv. de Invs. y Enseñanza.
**** Jefe de Serv. Medicina Nuclear.
***** Médico adscrito en Medicina Nuclear.
***** Jefe de División de Tratamientos.

Centro Nacional de Rehabilitación. Servicio de Rehabilitación Osteoarticular.

a la altura de la fractura, con formación de una brecha entre los extremos óseos. El puente de callo externo puede limitarse a una zona localizada, pudiendo ser de mala calidad. Sin embargo, no existe esclerosis de los extremos óseos.

Son pocos los pacientes que son tratados en forma conservadora que presentan este tipo de complicaciones, sin embargo, dejan importantes secuelas, buscándose un tratamiento adecuado para este tipo de paciente en las últimas décadas.

En 1970 los pulsos electromagnéticos fueron propuestos como una alternativa del tratamiento conservador¹⁻⁴. La inducción de las ondas eléctricas en el hueso es medida por el pulso electromagnético usado frecuentemente en el tratamiento del retardo de la consolidación y en no-uniones⁵⁻⁷ y más recientemente en osteonecrosis. Esta inducción de pulsos, muestra una significativa curación en muchos pacientes^{2,8,9}.

Basset et al clínicamente demostraron la efectividad de los pulsos electromagnéticos en el tratamiento de la no-unión de tibia y fémur en perros con fracturas estables. La eficacia en la terapia para fracturas fue de un 75% a un 90% dependiendo de la anormalidad^{1,10,11}. En 1979, la FDA aprueba el uso de la magnetoterapia¹².

Dentro de las consideraciones del efecto de la magnetoterapia se sugiere que la efectividad de los impulsos, semeja una función activa, como la tensión dinámica de la actividad muscular, induce la modulación de la actividad de la célula ósea en la síntesis de DNA^{2,8}, tiene efecto en la síntesis de proteínas, vascularización, síntesis y calcificación de la matriz ósea¹³, supresión inicial de la proliferación de panus^{14,16,17}.

Los mecanismos biológicos de los efectos de los pulsos magnéticos son:

- a. La teoría de la función celular: El cual interacciona en los niveles atómicos y subatómicas, tales interacciones pueden conducir a cambios enzimáticos, potenciales celulares, velocidad de conducción y así sucesivamente.
- b. La teoría biológica de circuito eléctrico cerrado: El cual induce eléctricamente los elementos vasculares en la región del cuerpo afectado.
- c. Asociación e inducción: Sensibiliza las moléculas y pueden ser mejor recibidas en los receptores convencionales.
- d. La teoría de la resonancia del ion ciclotrón: Fue postulada por los efectos de los pulsos electromagnéticos que son específicos en iones como Ca++, K+, y Mg+ (tanto estática como alterna)^{16,17}.

La influencia de las ondas es dependiente de su frecuencia, ya que a bajas frecuencias 1.5 a 76.6 Hz, incrementan la formación ósea¹⁷⁻¹⁹, con tratamientos diarios de 20 a 30 minutos^{1,8,21}, en un periodo de 5.8 meses.

En algunos estudios los pulsos electromagnéticos prometen un significativo incremento en la formación ósea hasta en un 85%^{12,18}.

El desarrollo de técnicas alternativas como la magnetoterapia para el tratamiento de no-unión u otros defectos del hueso prometen perspectivas para un gran número de pacientes.¹⁹ Los métodos no invasivos, muestran un efecto benéfico en la curación de las fracturas.¹⁷ Estos métodos pueden usarse clínicamente, especialmente con una reducción sustancial en el costo de tratamiento.¹⁶

En el servicio de Rehabilitación Osteoarticular del Centro Nacional de Rehabilitación, la incidencia de las fracturas con retardo de la consolidación existe una morbilidad en los pacientes, llegando a una incapacidad por un tiempo prolongado, y en el servicio contamos con el equipo de magnetoterapia, por lo que surge la necesidad de la utilización de dicho aparato, ya que es posible realizar dicho tratamiento antes mencionado en los pacientes que presenten este tipo de problemas, dándoles una oportunidad de mejorar su calidad de vida. Así mismo, considerando la normatividad de investigación de nuestro Centro Nacional de Rehabilitación por ser un hospital de tercer nivel.

La hipótesis que nosotros desarrollamos es que la magnetoterapia a dosis bajas, ayuda a la consolidación de las fracturas no-unión y en las que presentan retardo en la consolidación.

Por lo que el objetivo principal del estudio es determinar el grado de consolidación que se obtiene en las fracturas no-unión y en el retardo de la consolidación durante la aplicación de la magnetoterapia, así como determinar la utilidad de la gammagrafía en la consolidación ósea.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro Nacional de Rehabilitación. Se estudiaron 10 pacientes de ambos sexos con los diagnósticos de fractura estable, no-unión o con retardo de la consolidación en huesos largos. Se dividieron en 2 grupos de tratamiento, 5 en grupo experimental, tratamiento con magnetoterapia y 5 en grupo control con tratamiento calor local, y mecanoterapia. A ambos grupos se les realizó una medición radiológica y con gammagrafía ósea con coloide de renio-99mTc para determinar el tipo de fractura y grado de consolidación en el momento de su ingreso al estudio.

Al grupo experimental se aplicó magnetoterapia en el sitio de fractura a dosis de 20 Hz a un 50% de intensidad por 20 minutos en forma continua por 3 meses^{1,8,18}.

Al grupo control se aplicó calor local con compresa húmeda caliente por 20 minutos, así como un programa de ejercicios isométricos por 10 minutos.

La magnetoterapia utilizada durante este estudio fue un electromagneto de baja frecuencia en cilindro tipo Biotesia 2000, Modelo: ASA M1 de 230 + 10%, con generación de 0 a 100 Hz, e incrementos de 0.5 Hz (*Figura 1*).



Figura 1. Paciente en el equipo de magnetoterapia tipo cilíndrico.

Al término de su tratamiento se le realizó nueva medición radiológica²² y así como gammagrafía ósea. Se valoró el grado de fuerza obtenida en la extremidad afectada al término del tratamiento con una escala de 0 a 5. No se excluyó, ni eliminó ningún paciente.

Los datos fueron procesados en el programa SPSS 10.0 para Windows, para cada grupo se aplicó t de Student para muestras relacionadas a efecto de comparar los valores iniciales vs los finales de la gammagrafía ósea, la comparación de un grupo contra el otro se realizó con t de Student para muestras independientes. Los datos nominales se contrastaron con χ^2 y la correlación entre gammagrafía ósea y clasificación radiológica final se hizo a través del coeficiente de Spearman. En todos los casos las diferencias se consideraron significativas cuando la probabilidad de error alfa fue menor a 0.05.

RESULTADOS

De los 5 casos tratados con magnetoterapia, 1 correspondió a fractura no-unión y 4 con retardo de la consolidación; en el grupo control, 2 correspondieron a fractura no-unión y 3 a retardo. La distribución por sexo en el grupo con magnetoterapia fue de 3 mujeres y 2 hombres; mientras que en el

grupo control hubo 1 mujer y 4 hombres. El promedio de edad de los pacientes del grupo tratado fue de 40 años (DS 21.0) y la del grupo control de 39.0 (DS 12.3) p = 0.92. El tiempo medio de evolución de la fractura a su inicio del tratamiento fue de 4.8 meses (DS 0.84) para los pacientes sometidos a magnetoterapia contra 6.8 meses (DS 2.17) para los controles, p = 0.11.

Los valores de la gammagrafía ósea reportaron cambios estadísticamente significativos, entre los valores iniciales contra los finales en ambos grupos de estudio; sin embargo, en el resultado final no pudo rechazar la hipótesis nula de una igualdad de medias entre los dos grupos de tratamiento (p = 0.36). No obstante, nótese que el grupo control inició con una diferencia muy importante respecto al grupo con magnetoterapia (p = 0.02) (*Figura 2*).

Debido al sesgo introducido por la disparidad de los valores iniciales de la gammagrafía ósea entre ambos grupos se decidió realizar un ajuste a través de un análisis de covarianza, bajo la interrogante de ¿qué pasaría si teóricamente los dos grupos iniciaran con los mismos valores iniciales en la gammagrafía? El Modelo General Lineal para un análisis de varianza univariante ajustando la comparación entre los grupos tomando los valores iniciales de la gammagrafía ósea como covariable, reporta una p = 0.045 para la diferencia entre los tratamientos a favor del grupo con magnetoterapia (*Figura 3*).

Finalmente, la clasificación radiológica de Montoya tuvo una correlación significativa con los valores de la gammagrafía ósea (r de Spearman = - 0.724, p = 0.018) y, por otra parte, en el cuadro III se puede apreciar que, al finalizar el estudio, a nivel de fuerza la tendencia fue hacia una mejoría mayor en el grupo tratado con magnetoterapia (p = 0.06) (*Figura 4*).

DISCUSIÓN

Los pacientes con tratamiento magnetoterapia tuvieron una tendencia a favor al presentar el final del estudio una actividad metabólica media en la resonancia magnética de 105.5%, contra un 112.8% del grupo control. Lo que se traduce como una mejor consolidación. Lográndose la con-

Figura 2. Gammagrafía ósea. Valores iniciales vs finales.

Grupo	Inicial	Final	Valor de P
Magnetoterapia	215.6 (DS 61.2)	105.5 (DS 7.8)	0.011
Control	135.6 (DS 26.9)	112.8 (DS 14.7)	0.031
Valor de P	0.02	0.36	

Figura donde se muestran las diferencias encontradas al inicio y al final del estudio (media) del estudio de gammagrafía ósea entre los grupos con tratamiento magnetoterapia y grupo control.

Figura 3. Comparación de los valores medios de la gammagrafía. Análisis de covarianza.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: 2o. /EST/G.O.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	P	Potencia observada
Modelo corregido	608.398	2	304.199	3.333	.096	.444
Intersección	3564.593	1	3564.593	39.050	.000	1.000
ESTG	476.774	1	476.774	5.223	.056	.504
Tipo. TX	544.446	1	544.446	5.964	.045	.557
Error	638.975	7	91.282			
Total	120467.566	10				
Total corregida	1247.373	9				

a Calculado con alfa = .05

b R cuadrado = .488 (R cuadrado corregida = .341)

Figura donde se observa la diferencia entre los grupos magnetoterapia y grupo control de acuerdo a la gammagrafía ósea realizada al final del tratamiento obteniendo una p = 0.045.

solidación al final del estudio en 2 (40%) de los 5 pacientes y un grado III en 3 (60%) pacientes de 5, con tratamiento con magnetoterapia, mientras en el grupo control no hubo consolidación completa en ninguno corroboradas con estudio radiológico, de acuerdo a la clasificación de Montoya. Sólo 2 en grado III y 3 en grado II de consolidación ósea. El grado de recuperación obtenido durante el estudio se encuentra dentro de los parámetros reportado en la literatura mundial, el cual estima que la estimulación electromagnética incrementa la actividad endocondral en el callo y una progresiva invasión del hueso por fibras (trabéculas), seguido por mineralización. Con un rango de curación en un 60% en 84% en fracturas en humanos y en algunos casos hasta un 90%¹.

Se decidió hacer el control de la consolidación ósea con gammagrafía ósea con coloide de renio debido a que nos indica la función metabólica de la médula, donde se realiza la consolidación, y el cual entre más activa se encuentre ésta, es por que se está realizando dicha actividad, así mismo es posible medir cuantitativamente en porcentaje el grado en que se encuentra la actividad de la consolidación, y nos puede dar un pronóstico de la misma, por lo que no se consideró la necesidad de realizar mediciones de laboratorio para actividad ósea.

Otro punto fue la fuerza, que al no ser un objetivo durante el diseño no se valoró al inicio, pero al final del estudio los pacientes reportaron una mejoría por lo que se hizo necesario una valoración al término de su estudio y estadísticamente se encontró con una significancia en cuanto a fuerza en el grupo magnetoterapia en comparación al grupo control. Esto puede ser debido a que el tratamiento con magnetoterapia también tiene efecto tipo profundo con aumento en la actividad metabólica en el músculo, logrando una mejor recuperación^{1,16,17}.

Las fracturas que han conducido a un retardo de consolidación o a una no-unión, pueden ser tratados mediante campos electromagnéticos que inducen una corriente de baja intensidad a nivel del hueso. Este método no invasivo consideramos que puede tener cada día una mayor importancia en la práctica habitual de nuestra especialidad²³.

Hacemos mención que ningún paciente con tratamiento con magnetoterapia presentó efectos adversos.

La potencia de nuestro estudio es de 0.557, se hace énfasis de que existe una gran dificultad de contar con un número importante de pacientes con los diagnósticos de no-unión y de retardo en la consolidación, debido a que la mayoría de estos pacientes son valorados en ortopedia y tienen como primera elección el tratamiento quirúrgico, que al conservador, motivo de que la muestra sea pequeña, sin embargo es estadísticamente significativa en un análisis de covarianza. Se sugiere continuar el estudio con mayor tiempo, ya que así se podrían captar más pacientes y tener una mejor diferencia significativa entre los dos grupos de tratamientos.

Figura 4. Valorización de fuerza en correlación con grupo de tratamiento.

Estadísticos de grupo

	Grupo	N	Media	Desviación típica	P
Fuerza	Magnetoterapia	5	4.8000	.4472	.06
	Control	5	4.0000	.7071	.3162

Figura donde se observa la diferencia de la fuerza entre los grupos magnetoterapia y control al final del estudio, siendo significativa para el grupo tratado con magnetoterapia.

CONCLUSIONES

1. Los valores de la consolidación ósea con magnetoterapia obtenidos en el Centro Nacional de Rehabilitación no difieren de los valores por otros autores de la literatura mundial.
2. El tratamiento conservador con magnetoterapia influye en la evolución de la consolidación ósea en fracturas con retardo de la consolidación o no-unión.
3. La magnetoterapia tiene un efecto positivo en la recuperación de la fuerza en pacientes con fracturas.
4. La gammagrafía ósea representa una mejor valoración de la evolución de la consolidación en fracturas de huesos largos.
5. La gammagrafía ósea es correlativamente proporcional al grado de consolidación ósea.
6. Los valores obtenidos en la gammagrafía ósea con respecto a la clasificación radiológica tienen correlación.
7. Se recomienda continuar con una línea de estudio con mayor tiempo, para poder capturar un número mayor de pacientes.
8. Se recomienda la protocolización del uso de magnetoterapia en el tratamiento de fracturas que presentan diagnóstico de no-unión o retardo de la consolidación en huesos largos.

REFERENCIAS

1. Vallbona C, Richards T. Evolution of magnetic therapy from alternative to traditional medicine. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 1999; 10(3): 729-755.
2. Livesley PJ, Mugglesstone A, Whitton J. Electrotherapy and management of minimally displaced fracture of the neck of the humerus. *Injuries* 1992; 5(23): 323-327.
3. Menskens WA, Stuyck JAE, Feys H, Mulier JC. Treatment of non-union using pulsed electromagnetic fields. A retrospective follow-up study. *Acta Orthopaedica*. 1990; 56(2): 487-488.
4. Willian. The Canadian experience with pulsed magnetic fields in the treatment of ununited tibial fractures. *Clinical Orthopedics and Related Research*. 1986; 208: 55-58.
5. Pienkowski D, Pollack SR, Brighton T, Griffith J. Low-power electromagnetic stimulation of osteotomized rabbit fibulae. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1994; 76-A(4): 489-501.
6. Simonis RB, Good C, Cowell TK. The treatment of non-union by pulsed electromagnetic fields combined with a denham external fixator. *Injury* 1983; 15(4): 255-260.
7. Freedman LS. Pulsating electromagnetic fields in the treatment of delayed and non-union of fractures: results from a district general hospital. *Injury* 1985; 16: 315-317.
8. Kenneth JM, Clinton TR. The effect of low-frequency electrical fields on osteogenesis. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1992; 74-A(6): 920-929.
9. Enzler MA, Sumner-Smith G, Waelchli-Suter, Perren M. Treatment of nonuniting osteotomies with pulsating electromagnetic fields. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1984; 187: 272-276.
10. Massino M, Giovanni M, Bassett AL. Results of pulsed electromagnetic fields. (PEMFs) in ununited fractures after external skeletal fixation. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1984; 190: 260-265.
11. Downes EM, Watson J. Development of the iron-cored electromagnet for treatment of non-union and delayed union. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1984; 66-B(5): 54-759.
12. James WS. Treatment of failed posterior lumbar interbody fusion (PLIF) of de spines with pulsing electromagnetic fields. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1985; 193: 127-132.
13. Sharrard WJW. A double-blind trial of pulsed electromagnetic fields for delayed union of tibial fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery (Br)* 1990; 74-B: 630-633.
14. Barker AT. The effects of pulsed magnetic fields of the type used in the stimulation of fracture healing. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1991; 73-B(2): 352-353.
15. Sharrad WJW. A double-blind trial of pulsed electromagnetic fields for delayed union of tibial fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1990; 72-B(3): 347-355.
16. Hannouche D, Petite H, Sedel L. Current trends in the enhancement of fracture healing. *The Journal of Bone and Joint Surgery (Br)* 2001; 83(2): 157-164.
17. Glazer PA, Moira RH, Jeffrey CL, Bradford DS. Use of electromagnetic fields in a spinal fusion. *Spine* 1997; 22(20): 2351-2356.
18. Godley DR. No-union carpal scaphoid Fracture in child, treatment with pulsed electromagnetic field stimulation. *Orthopedics* 1997; 20(8): 718-719.
19. Adams BD, Gary KF. Treatment of scaphoid nonunion with casting and pulsed electromagnetic fields: A study continuation. *The Journal of Hand Surgery* 1992; 17-A(5): 910-914.
20. Baggs AC. Portable bone-growth stimulators go domestic in USA. *Lancet* 1996; 347(25): 1474.
21. Andrew LBC, Sharon NM, Sawrie RG. Pulsing electromagnetic field treatment in ununited fractures and failed arthrodeses. *Jama* 1982; 247(5): 623-628.
22. Colchero RF, Olvera BJO. La consolidación de las fracturas. Su fisiología y otros datos de importancia. *Revista Médica*. Instituto Mexicano del Seguro Social 1985; 21(4): 376-380.
23. Blanco PA. Aplicación de las corrientes inducidas por campos electromagnéticos en el tratamiento de la pseudoartrosis. España. *Boletín Médico Español* 2000.

Domicilio para correspondencia:

Miguel Ángel Cano Sánchez
Lázaro Cárdenas No. 9, Colonia Centro,
Melchor Ocampo, Estado de México.
Teléfono: 58 78 13 50