

Facultad de Ciencias Médicas de Cienfuegos

## ACCIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO DE BAJA FRECUENCIA EN LA CICATRIZACIÓN DE LA PIEL

*Dr. Armando Hidalgo de Paz, Dra. Marta González Deben y Dr. Alfredo Quiñonez Ceballos*

### RESUMEN

Para determinar el efecto del campo magnético de baja frecuencia sobre el proceso de cicatrización de la piel, se emplearon 30 ratones blancos línea Balb-C distribuidos en 6 grupos. Los 2 primeros sirvieron para conocer las características normales de la piel intacta con la aplicación o no de ese agente. Los 4 restantes permitieron determinar las particularidades macroscópicas y microscópicas de la piel de los animales luego de realizarse herida cutánea y aplicarse el campo magnético con la bobina de Helmholtz, cuya frecuencia es de 60 Hz e intensidad de 100 G. No se apreciaron modificaciones en la piel intacta por acción de ese agente. Sí pudieron constatar cambios histológicos evidentes de aceleración del proceso reparativo en la zona de cicatrización en los animales sometidos al campo magnético.

*DeCS:* CAMPOS ELECTROMAGNETICOS; CICATRIZACION DE HERIDAS; TERAPIAS ALTERNATIVAS; MEDICINA ALTERNATIVA; PIEL/anatomía & histología; RATONES CONSANGUÍNEOS BALB C; ANIMALES DE LABORATORIO

En los trabajos publicados por la Organización Mundial de la Salud,<sup>1</sup> el grupo *Burton Goldberg*,<sup>2</sup> *Sienkiewicz*<sup>3</sup> y otros, se afirma que no existen evidencias de que el empleo de campos electromagnéticos sean nocivos para la salud, siempre que se apliquen a la frecuencia, intensidad y tiempo debidos.

Se reportan efectos positivos de los campos electromagnéticos sobre el aparato circulatorio, por ejemplo, *Ramón y Powell*<sup>4</sup> observaron incremento del latido del corazón y tejido cardíaco aislado de ratas por acción de un campo magnético pulsátil. *Matsumoto* y otros<sup>5</sup> describen aceleración

de la regeneración endotelial arterial en perros por interacción de un campo micromagnético. *Dutchenco*,<sup>6</sup> mediante inclusión de magnetoterapia en el tratamiento de pacientes con enfermedad cardíaca isquémica, señala la normalización de los índices de circulación central y periférica. *Kirilov*,<sup>7</sup> refiere efectos positivos en los capilares periféricos con el empleo de un sistema polimagnético en enfermedades vasculares de los miembros inferiores. *Hidalgo y Benet*<sup>8,9</sup> observaron incremento del lecho vascular intramuscular, así como aceleración en el desarrollo de colaterales linfáticos

empleando en experimentos la acción de campos electromagnéticos.

De forma general, estos autores señalan que los resultados descritos se deben principalmente a que la acción de los campos electromagnéticos mejoran la circulación mediante la liquidación de los espasmos vasculares, por su efecto hipocoagulador y mejoría de las propiedades reológicas de la sangre.

Tomando en consideración estos aspectos, así como el conocido papel que desempeñan la circulación sanguínea y linfática en la reparación de los tejidos dañados, pudiera preguntarse ¿cuál será la influencia del campo electromagnético de baja frecuencia sobre la cicatrización de la piel? En la literatura médica asequible no se encontró respuesta a esta interrogante, lo que motivó la presente investigación, cuyos resultados pudieran aportar valiosa información sobre la forma de reaccionar de la piel herida a la acción del campo magnético de baja frecuencia, y servir de base a la eventual aplicación clínica de este agente.

## MÉTODOS

Para determinar el efecto del campo magnético (CM) sobre el proceso de cicatrización de la piel, se emplearon 30 ratones blancos tipo Balb-C, distribuidos en 6 grupos de 5 animales:

*Primer grupo:* Permitted establecer las características macroscópicas y microscópicas normales de la piel intacta en estos animales, sin aplicación de CM.

*Segundo grupo:* Posibilitó determinar en qué medida actúa el CM sobre la piel intacta.

*Tercer grupo (primer grupo control):* En estos animales se determinaron las particularidades de la cicatrización de la piel, sin la acción del campo magnético.

*Cuarto grupo (primer grupo experimental):* A estos animales, luego de realizarles

la herida cutánea se les aplicó campo magnético. Después de 7 d se tomaron muestras de piel del área herida, lo que permitió conocer los cambios en comparación con el primer grupo control.

*Quinto grupo (segundo grupo control):* Se practicó herida cutánea al igual que en el anterior grupo control, pero se tomó la muestra el día 14.

*Sexto grupo (segundo grupo experimental):* Similar al primer grupo experimental, pero la muestra se obtuvo 14 d posteriores a la herida cutánea.

En todos los casos, la herida cutánea se realizó en el dorso de los animales, con longitud de 1 cm, cuidando la antisepsia de manera rigurosa.

A los animales de los grupos de experimentación, luego de efectuada la herida cutánea, se les aplicó campo magnético mediante la bobina de Helmholtz que, con frecuencia de 60 Hz, permite la inducción de 100 G de forma mantenida. Cada animal recibió una aplicación diaria del CM durante 10 min, siempre a la misma hora durante 4 d. Con la finalidad de disminuir los efectos subjetivos, los investigadores trabajaron por el método de simple ciegas.

Los fragmentos de tejido de las muestras obtenidas fueron procesados por la técnica de inclusión en parafina, cortes micrométricos y coloración con hematoxilina y eosina. En estas piezas se determinó la densidad del infiltrado inflamatorio en la zona de la herida y estudio de la proliferación epitelial. Se realizó también la técnica de coloración tricrómica de Mallory para la observación del grado de colagenización del tejido durante el proceso de reparación luego de la herida en la piel.

Para establecer el grado de densidad del infiltrado inflamatorio se estableció la escala siguiente:

1. *Ligero:* presencia de células inflamatorias que dejan ver claramente el fondo dérmico (glándulas, colágenas).

2. *Moderado*: se observan con dificultad las estructuras en el fondo dérmico.
3. *Severo*: muy difícil la observación o nula de elementos en el fondo dérmico.

Al estudiar la proliferación epitelial también se estableció una escala de valores, pero en este caso se consideró el número de capas epiteliales:

*Grado 1*: 2 a 3 capas.

*Grado 2*: 4 a 5 capas.

*Grado 3*: con 4 a 5 capas, más queratinización.

En lo relativo al grado de colagenización, la escala de valores también comprendió 3 grados:

*Grado 1*: mixta, donde aparecen características de los grupos que siguen.

*Grado 2*: definición neta dermo-hipodérmica. Dermis integrada por colágeno irregular denso, claramente identificables sus fibras colágenas maduras.

*Grado 3*: pobre definición dermo-hipodérmica, con distribución irregular de sus límites. Dermis integrada por colágeno irregular denso, con pobre identificación de sus fibras de colágeno maduro por apretada disposición.

Para el procesamiento estadístico se utilizó el programa SPSS 08 para *Window*, en microcomputadora. Con el objetivo de establecer si las diferencias entre los grupos control y experimental fueron significativas se empleó la prueba U de Mann Whitney para 2 muestras independientes, con nivel de significación  $\Rightarrow 0,05$ .

## RESULTADOS

En las muestras de piel intacta de los animales a los que se aplicó CM no se apre-

ciaron modificaciones en el número de capas celulares, estrato córneo, ni en la dermis celular. Solo en los anexos apareció un ligero aumento de los folículos pilosos, aspecto no relacionado directamente con el proceso de cicatrización.

A los 7 d de efectuada la herida cutánea y la aplicación del campo magnético, se apreció que en los animales del grupo experimental el infiltrado inflamatorio fue sin dudas mayoritario en su grado superior, en comparación con los del grupo control, en los que no llegó a ser significativa esta diferencia ( $Z = -1,789$   $p = 0,07$ ). De igual manera, resultó evidentemente superior la frecuencia de proliferación epitelial en su mayor grado en el grupo experimental en relación con el grupo testigo, y la diferencia fue cercana a ser significativa ( $Z = -1,848$   $p = 0,06$ ).

En lo relativo a la colagenización, en las muestras estudiadas se constató, además de evidente superioridad en el número de animales del grupo experimental en su grado superior, también alta significación estadística ( $Z = -2,449$   $p = 0,01$ ) (tabla 1).

Luego de 14 d de practicarse la herida cutánea y aplicarse el CM, en ninguno de los cortes histológicos de ambos grupos se alcanzó el grado 3 o de modificación máxima. Asimismo, al comparar el infiltrado inflamatorio, las diferencias fueron muy pequeñas entre ambos grupos ( $Z = 0,655$ ;  $p = 0,5$ ). Sin embargo, tanto en la proliferación epitelial, como en la colagenización del tejido resultaron evidentemente superiores en el grupo control al compararlas con las del grupo experimental, aunque las diferencias no fueron significativas (tabla 2). Si estas diferencias se expresan en porcentajes, la proliferación epitelial en su grado 2 alcanzó 80 % en el grupo control y solo 20 % en el grupo experimental. En relación con la colagenización en igual grado, en el grupo control se agrupa 100 % de los animales, mientras que en el grupo experimental 80 %.

TABLA 1. Frecuencia de modificaciones tisulares en los animales de los grupos de estudio luego de 7 d de la herida cutánea

Grupos	Infiltrado inflamatorio			Proliferación epitelial			Colagenización		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Control	1	4		1	3	1	4	1	
Experimental	1		4	1	4			5	
Estadística	Z = -1,789		p = 0,07	Z = -1,848		p = 0,06	Z = -2,449		p = 0,01

TABLA 2. Frecuencia de modificaciones tisulares en los animales de los grupos de estudio luego de 14 d de la herida cutánea

Grupos	Infiltrado inflamatorio			Proliferación epitelial			Colagenización		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Control	4	1		1	4			5	
Experimental	3	2		4	1		1	4	
Estadística	Z = -0,655		p = 0,5	Z = -1,80		p = 0,7	Z = -1,00		p = 0,3

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten considerar que el campo magnético de baja frecuencia no produce modificaciones significativas sobre la piel intacta de los animales de experimentación empleados, lo que coincide con los planteamientos de diversas instituciones y autores en sus investigaciones en humanos, en el sentido de que este agente, aplicado a baja frecuencia e intensidad y por corto tiempo, no induce efectos nocivos.<sup>1-3</sup>

Pudo constatar que el campo magnético de baja frecuencia condicionó un aumento evidente en la reacción de los elementos de la piel que tienen lugar durante la cicatrización de las heridas cutáneas, principalmente en la etapa inicial de ese proceso. Después, o sea, a las 2 semanas de producirse la herida cutánea y aplicarse el agente, lo observado difiere. Por una parte, en ambos grupos ha cesado ya la máxima reacción al no aparecer en ambos el grado 3,

ni es evidente la diferencia del infiltrado inflamatorio. Por otra parte, es superior la frecuencia en el grupo control en relación con la proliferación celular y la colagenización. Esto significa que en los animales del grupo control aún persisten aspectos relativos a la reparación de la herida, mientras que en el grupo experimental, al que se sometió al campo magnético, la cicatrización está prácticamente completa.

Los procesos que dan lugar al incremento de reacción de reparación tisular, así como acortamiento del tiempo de cicatrización parecen estar relacionados con la acción en los tejidos del campo electromagnético. Las corrientes vibratorias creadas por este agente físico actúan sobre el sistema nervioso periférico, que reacciona y produce vasodilatación arterial y linfática, en particular en el área de la herida cutánea, esto favorece enérgicamente el proceso de restauración, que es mucho más evidente en su etapa inicial. A esto deben

agregarse los efectos del campo electromagnético sobre las células del organismo, al activar la síntesis de ADN, ARN, ATP y el proceso de división celular.<sup>8,9</sup> Es preciso agregar lo planteado por *Benet Chauvin* y otros<sup>10</sup> en el sentido de la respuesta inmunocelular, con aumento de las poblaciones de linfocitos T, que son producidas por la aplicación del campo electromagnético.

Tomando en consideración los resultados de la presente investigación, es posible plantear que en animales de experimentación el campo magnético de baja frecuencia:

- No induce modificaciones estructurales evidentes en la piel intacta.
- Incrementa de manera muy evidente la reacción de los elementos estructurales de la piel y acelera los eventos de reparación en el proceso inicial de cicatrización de heridas cutáneas.

- Permite que los cambios estructurales en el proceso de cicatrización de la piel terminen en un menor tiempo.

El modelo experimental que resulta de esta investigación puede servir de base para investigaciones clínicas en humanos. Sus resultados pudieran aumentar el conocimiento teórico sobre este agente fisioterapéutico (CM), así como producir beneficios económicos y sociales si sus resultados coinciden con los obtenidos aquí, por tener que emplear menor número de medios y personal en el tratamiento de las heridas cutáneas y permitir una incorporación más temprana a sus labores de las personas heridas.

#### AGRADECIMIENTOS

*A las técnicas de laboratorio Esther Miranda y Miriam Rivero por su entusiasta y eficiente labor en el procesamiento de las muestras histológicas, que permitieron culminar este trabajo. También al doctor Juan Apollinaire Pennini por su asesoría en el análisis estadístico de los datos.*

#### SUMMARY

To determine the effect of the low frequency electromagnetic field on the wound healing process, 30 inbred white Balb C mice distributed into 6 groups were used. The first two groups served to find out the standard characteristics of the intact skin, with use or non-use of this agent. The other 4 groups served to determine the macroscopic and microscopic particularities of animals' skin after it being wounded and applied a magnetic field with a Helmholtz coil whose frequency is rated at 60 Hz and intensity at 100 G. There were no changes in the intact skin by action of this agent but evident histological changes in the speeding up of the repair process in the healing area could be observed in animals subjected to the magnetic field.

*Subject headings:* ELECTROMAGNETIC FIELDS; WOUND HEALING; ALTERNATIVE THERAPIES; ALTERNATIVE MEDICINE; SKIN/anatomy & histology; MICE, INBRED BALB C; ANIMALS, LABORATORY.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Electromagnetic fields: (300 Hz to 300 GHz) Geneva: WHO, 1993.
2. The Burton Goldberg Group. Alternative medicine: the definitive guide. Washington: Future Publishing, 1993.
3. Sienkiewicz Z. Biological effects of electromagnetic fields and radiation. *J Radiol Prot* 1998;18(3):185-93.
4. Ramón C, Powell MR. Modification of cardiac contraction rate by pulsed magnetic fields. *Electromagnetics* 1992;13(4):303-11.

5. Matsumoto H, Kira J, Hiramatsu K. Effects of alternately aligned static magnetic fields on intravascular endotelial lining. *Angiology* 1992;43(9):757-64.
6. Dutchenko MA. The effect of combined treatment with use magnetotherapy on the systemic hemodynamics of patients with ischemic heart disease. *Wrach Delo* 1992;5:40-3.
7. Kirilov IB. Magnetotherapy in obliterating vascular diseases of the lower extremities. *Vopr Kurortol Fisioter Fisioter Lech Fiz Kult* 1992;3:14-7.
8. Hidalgo A. Reacción postquirúrgica del lecho vascular inducida por el campo magnético de ultra alta frecuencia. *Rev Cubana Cir* 1995;34(1):16-9.
9. Hidalgo A, Benet M. ¿Debe emplearse magnetoterapia en el tratamiento del cáncer? *Rev Cubana Oncol* 1996;12(2):103-7.
10. Benet Rodríguez M, Chauvín Roche A, Paz Basanta H, Hurtado Consuegra P. Campo electromagnético y respuesta inmunocelular en individuos sanos. *Rev Cubana Invest Biomed* 1997;16(1):40-4.

Recibido: 21 de octubre de 1999. Aprobado: 5 de diciembre de 1999.

Dr. *Armando Hidalgo de Paz*. Edificio MINSAP, apto. 19, Calle 57 entre 40 y 42. Provincia Cienfuegos, Cuba.