

EFFECTOS DE CAMPOS MAGNETICOS PULSANTES DE BAJA FRECUENCIA SOBRE LA CICATRIZACION CUTANEA EN RATAS

**Oswaldo Patiño,
Daniel Grana,
Alberto Bolgiani,
Gustavo Prezzavento,
Alicia Merlo,
Jorge Miño,
Fortunato Benáim.**

Introducción

El objetivo de este trabajo fue el de estudiar el efecto de los campos electromagnéticos pulsantes sobre la cicatrización de heridas experimentales en ratas.

Actualmente se están utilizando nuevas posibilidades terapéuticas, mediante la aplicación de estímulos eléctricos para el tratamiento de retardos en la consolidación ósea, úlceras cutáneas, dolor músculo-esquelético y alteraciones de la cicatrización.

En 1940 Burr y col. Identificaron potenciales eléctricos transepiteliales positivos (1). Estos potenciales se modificaban durante el proceso de curación de las heridas.

Varios autores han utilizado corrientes eléctricas directas aplicadas en conejos y cerdos observando respuestas favorables en relación a los controles (2-4). Algunas investigaciones clínicas se realizaron sobre úlceras cutáneas aplicando corriente galvánica con intensidades entre 200-1000 mA. Entre otros, Wolcott, Gault y Carley (5-7) aplicaban inicialmente el cátodo sobre la lesión y luego lo cambiaban de posición con el ánodo. Sin embargo la mayoría de estos trabajos contaban con datos incompletos respecto a los controles y el tiempo de tratamiento.

Todos estos autores han empleado estímulos eléctricos directos sobre la lesión. Bassett (8,9), en cambio, usó campos magnéticos de baja frecuencia para el tratamiento de retardos de consolidación ósea en humanos. Glassman (10) realizó experiencias en cicatrización de heridas en ratas con la misma dosis que para retardos de consolidación ósea sin respuesta en el tejido conectivo. Por otro lado, Ottani (11) aplicó campos magnéticos en cicatrización en ratas con resultados alentadores.

Teniendo en cuenta estas experiencias, realizamos un estudio con doble control aplicando campos magnéticos con parámetros de intensidad y frecuencia mayores en heridas de ratas normales, para observar el comportamiento de las mismas frente a estos estímulos.

Material y método

Se utilizaron 22 ratas machos cepa Wistar de 250-300 g de peso, alojadas individualmente en jaulas de polipropileno con agua y alimento balanceado *ad libitum*. Los animales fueron mantenidos y tratados de acuerdo a las recomendaciones internacionales (12).

Luego de anestesiar a los animales con clorhidrato de ketamina (25 mg/kg) intraperitoneal, se los rasuró y se efectuó una excisión con bisturí de tipo circular de 3 cm de diámetro previo marcado con un molde. La excisión se realizó en la piel dorsal hasta la fascia superficial resecaando el *panisculus carnosus*.

Los animales fueron divididos en tres grupos: el grupo control (C), que no recibió tratamiento (n=8); el grupo NF, que recibió tratamiento con solución de nitrofurazona en forma tópica (0,22 g%) diariamente (n=7) y el grupo PEMF tratados con campos magnéticos pulsantes durante 35 minutos, dos veces por día (n=7).

Se utilizó un equipo generador de campos magnéticos* con una frecuencia de 100 Hz y una intensidad de 20 mT (200 Gauss). Todos los grupos fueron colocados en forma separada en una bobina de 50 cm de largo por 23 cm de diámetro; pero solamente recibieron tratamiento electromagnético, las ratas pertenecientes al grupo PEMF.

Como método evaluativo se controló el tipo y cantidad de secreción; se tomó la planimetría de la lesión a los días 0,7,14 y 21 según el método de Albanese y col. (13) modificado. Para la toma del molde se obtuvo el perímetro lesional con marcador de punta fina y papel transparente, se pega en papel milimetrado, se fotocopia y se pesa comparándolo con el peso de 1 cm² de papel (se hacen tres cortes de 1 cm² por cada hoja).

Se obtuvieron los pesos de los animales semanalmente y el estudio estadístico se realizó por análisis de varianza.

Resultados

Las figuras 1 y 2 muestran los valores absolutos tanto de la superficie como del perímetro de la lesión; observándose que el grupo PEMF presenta en los días 7-14 y 21 valores significativamente menores a los del grupo control (p<0,01), mientras que sólo se detectaron diferencias significativas con el grupo NF en el día 21 (p<0,01).

Las figuras 3 y 4 muestran respectivamente los valores relativos de la superficie y del perímetro lesional. Para cada animal, el valor correspondiente al día cero fue considerado como el 100%. El grupo PEMF en los días 7-14 y 21 presenta, para el porcentaje de ambos parámetros, valores significativamente menores (p<0,01) al del grupo control, y sólo valores más bajos que el grupo NF en el día 21 (p<0,01).

La figura 5 muestra los valores del peso corporal de las ratas de todos los grupos, no observándose diferencias significativas entre ninguno de los grupos.

Discusión

La utilización de campos magnéticos de baja frecuencia para el control selectivo de la función celular ha agregado una nueva dimensión a la biología y a la medicina.

Durante los últimos 20 años se han tratado una amplia variedad de trastornos músculo-esqueléticos con capacidad para controlar los aspectos específicos de la función celular a través de medios físicos precisos.

El uso de campos magnéticos pulsantes de baja frecuencia (PEMF) para el tratamiento de retardos de consolidación es utilizado con buenos resultados desde hace varios años (8,9). Pero los efectos de los PEMF en los tejidos blandos no son todavía comprendidos y representan la próxima frontera.

Estudios clínicos en humanos y experiencias en animales han demostrado que la estimulación eléctrica de la piel acelera el proceso de cicatrización de las heridas, probablemente por un aumento de las corrientes endógenas inducidas por la herida (14-16). Pero estos estudios presentaban la desventaja de que los electrodos eran colocados directamente sobre la herida. En cambio, el uso de PEMF tiene la ventaja de que las señales electromagnéticas penetran los tejidos involucrados sin necesidad de estar en contacto con la superficie de la herida.

Durante la utilización de PEMF para tratar fracturas, algunos autores notaron una aparente aceleración en la curación de heridas crónicas que estaban incluidas en los campos magnéticos de las aplicaciones realizadas (8, 17). La posibilidad de aplicar esta terapéutica a los tejidos blandos y, específicamente, a la piel hace que sea necesario diseñar un modelo experimental para estudiar los efectos sobre estos tejidos.

En un estudio previo (18), encontramos diferencias estadísticamente significativas en la reducción de lesiones de piel, evidenciadas en el día 21, entre un grupo control y dos grupos tratados con emisión continua y emisión pulsante de campos electromagnéticos en ratas Wistar.

Sin embargo, Glassman y colaboradores (10) no encontraron diferencias significativas ni en el tamaño ni en el estudio histopatológico de las heridas, en grupos de ratas Sprague-Dawley. En este estudio se utilizaron PEMF de 15 Hz y 2 Gauss de intensidad, con exposiciones de 6 y 12 horas diarias durante 1 mes; la especulación de los autores fue que estas magnitudes que son las empleadas en tejido óseo no son específicas para tejidos blandos. Evidentemente no hay conceptos claros acerca de la dosificación, tanto en las intensidades como en el tiempo de aplicación; estas características estarían en relación al tipo de tejido a tratar.

En un estudio a doble ciego en úlceras venosas en humanos (19) se obtuvieron resultados positivos en porcentaje y tiempo de curación, empleando una bobina con frecuencia de 75 Hz y 2,8 mT de campo magnético, durante 4 horas diarias por 90 días. Ottani y col. (11), usando parámetros similares (50 Hz y 8 mT) en un estudio experimental en ratas, encontraron un incremento significativo en la

150 - INVESTIGACIONES

contracción de la herida, la aceleración en la organización celular y en formación de colágeno.

En el presente estudio, realizado en ratas Wistar normales, se ha incluido un grupo como doble control tratado con solución de nitrofurazona para compararlo con el grupo PEMF. Los estudios comparativos muestran claramente que el grupo PEMF tiene reducidos significativamente tanto la superficie como el perímetro de las heridas con respecto al grupo control, observándose este efecto a partir de la primera medición realizada a los 7 días. Este efecto no difiere del observado con el grupo NF en las primeras dos semanas, pero es significativamente superior en el día 21. Esto último coincide con nuestro estudio previo (18) en donde encontramos cambios significativos en la tercera semana.

No se hallaron diferencias significativas en los pesos finales de todos los animales. La calidad y cantidad de la secreción fue similar en todos los grupos. El tiempo de aplicación fue de una hora diaria, significativamente menor al utilizado por otros autores. Tampoco se ha tenido en cuenta la dirección del campo magnético, como otros investigadores (10), ya que los animales colocados dentro de la bobina se orientaban en distintas posiciones. Todos los animales fueron colocados en la bobina pero sólo el grupo PEMF recibió la dosis elegida y, por lo tanto, el manipuleo fue el mismo para todos los grupos.

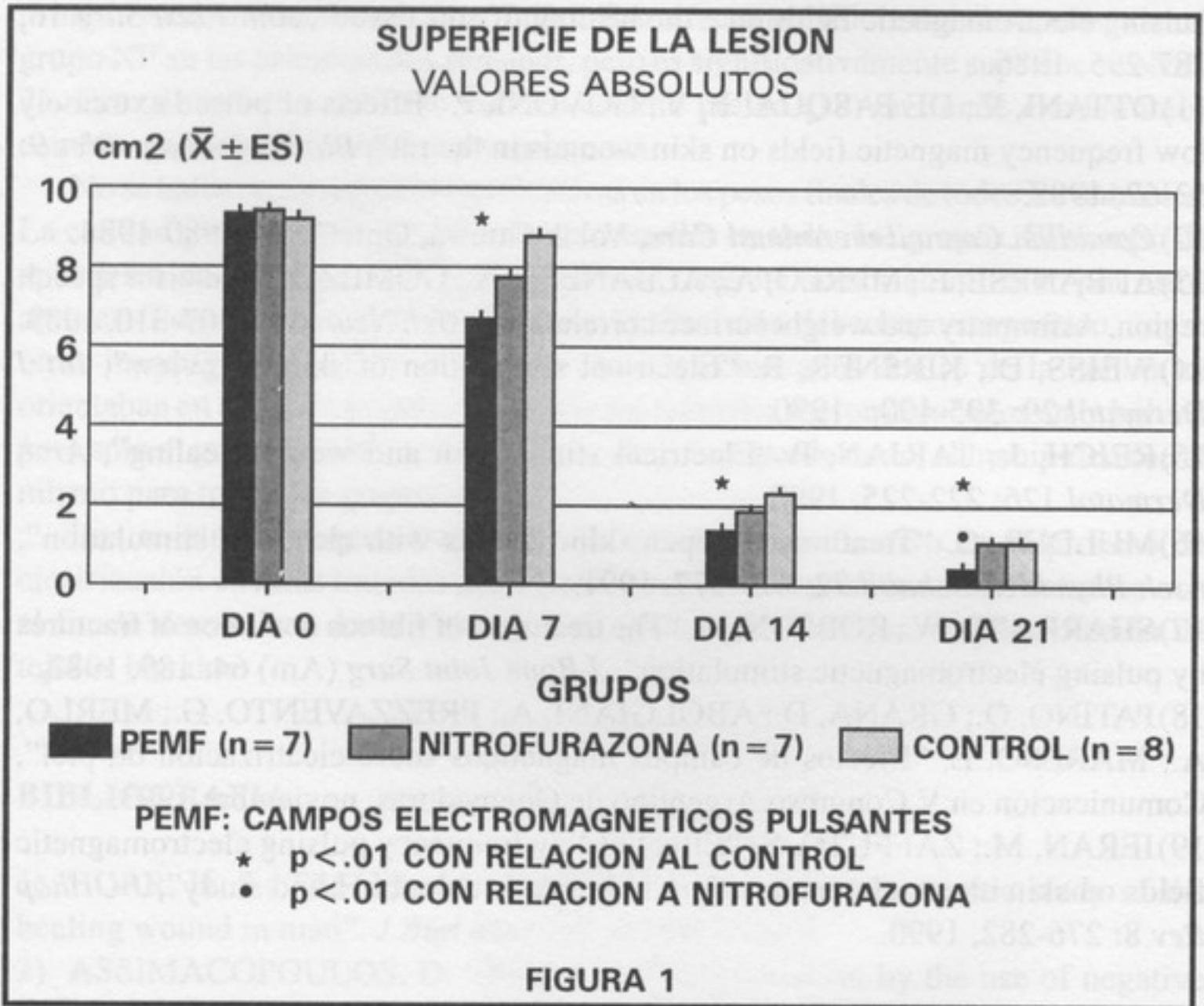
Los resultados sugieren un estímulo positivo significativo en el proceso de cicatrización en ratas tratadas con PEMF, pero son necesarios nuevos estudios con el fin de determinar dosis y tiempos de aplicación efectivos en la reparación de tejidos blandos.

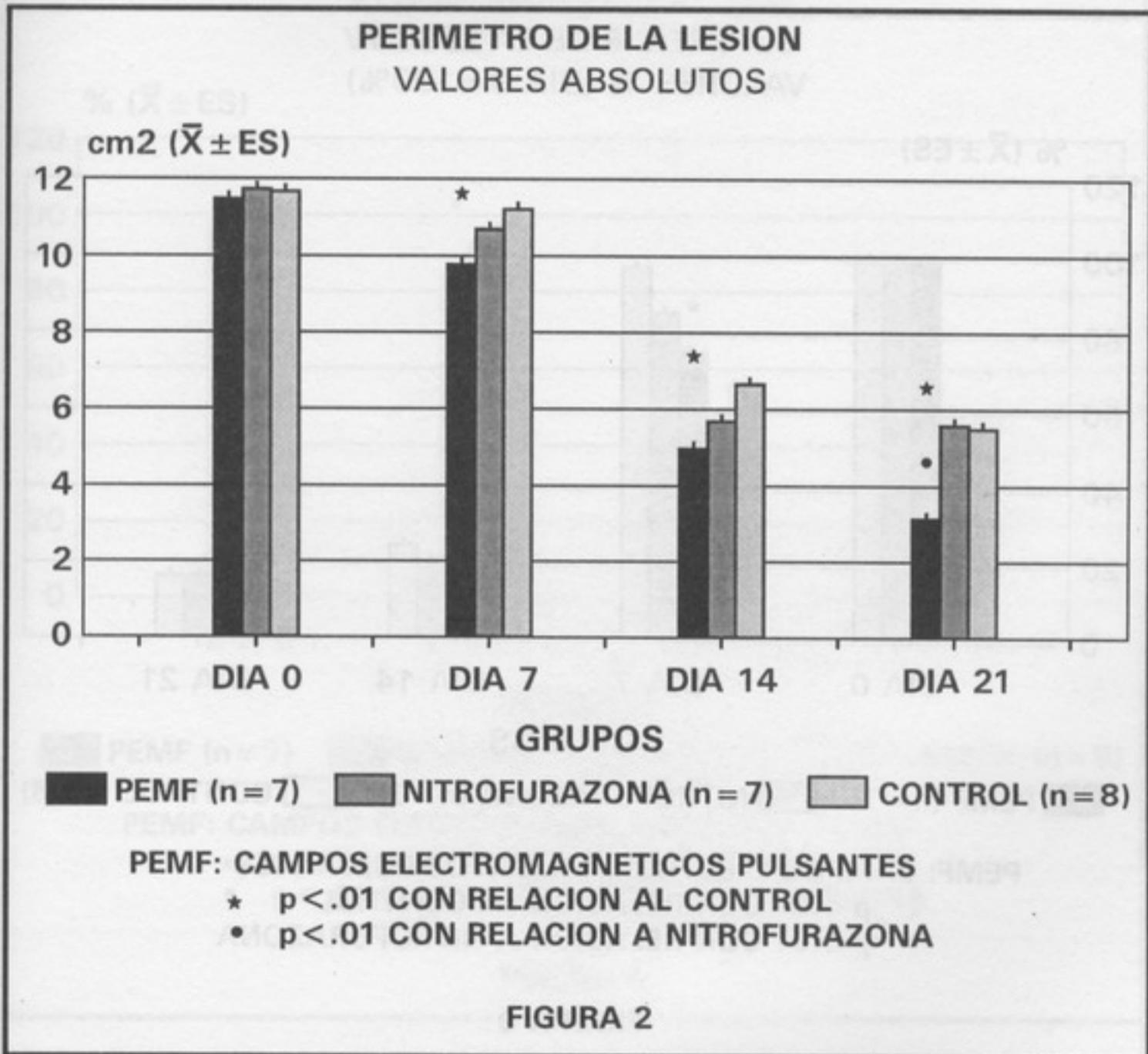
BIBLIOGRAFIA

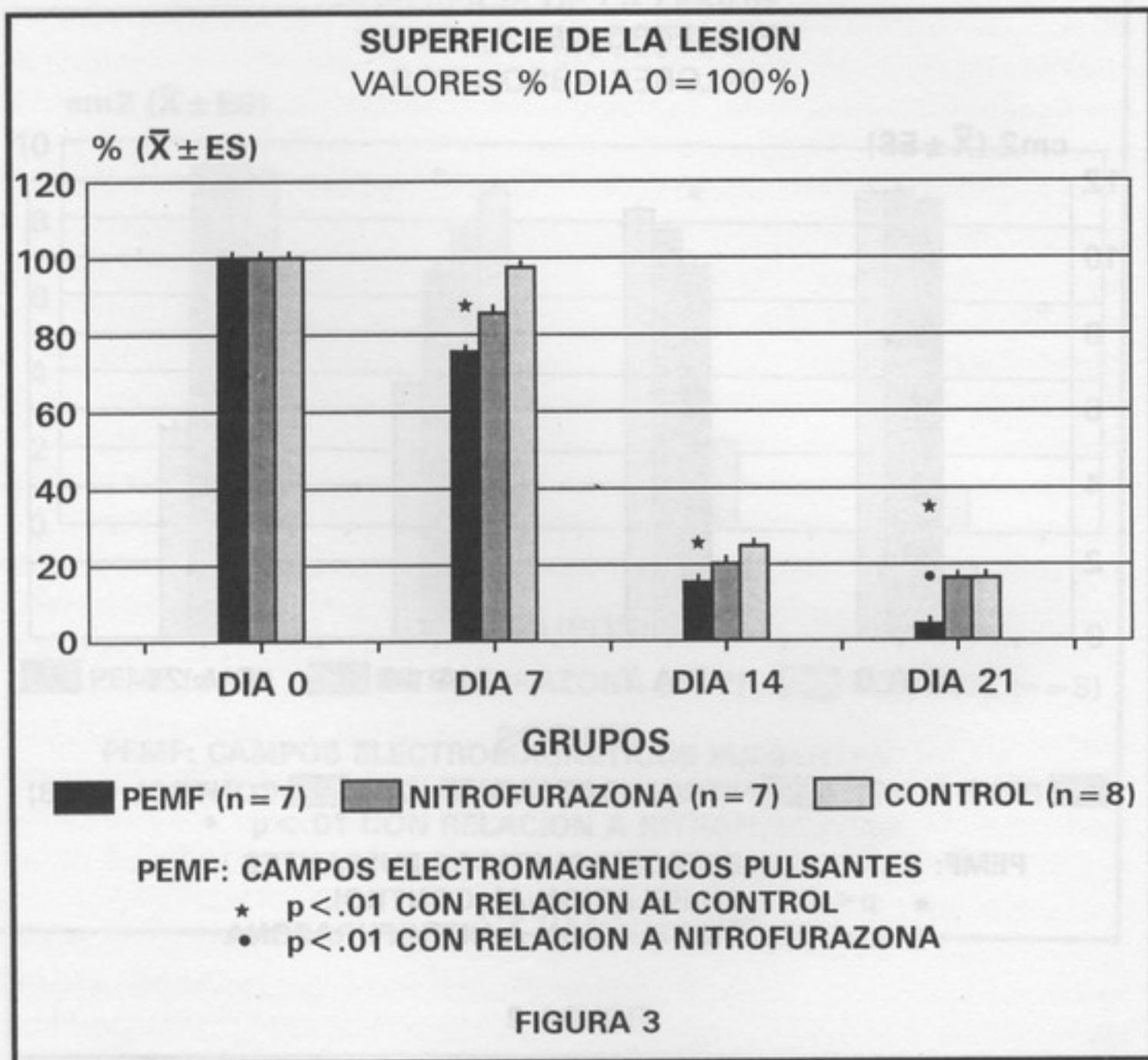
- 1) BURR, H. S.; TAFFEL, M.; HARVEY, S. C. "An electrometric study of the healing wound in man", *J Biol Med* 12: 483-485, 1940.
- 2) ASSIMACOPOULOS, D. "Wound healing promotion by the use of negative electric current", *Am Surg* 34: 423-431, 1968.
- 3) DUNN, M. G.; DOILLON, C. J.; BERG, H. "Wound healing using a collagen matrix: effect of DC electrical stimulation", *J Biomed Mater Res* 22: 191-206, 1988.
- 4) ALVAREZ, O. M.; MERTZ, P. M.; SMERBECK, R. V. "The healing of superficial skin wounds is stimulated by external current", *J Invest Dermatol* 81: 144-148, 1983.
- 5) WOLCOTT, L. E.; WHEELER, P.C.; HARDWICKE, H. M.; ROWLEY, B. A. "Accelerated healing of the skin ulcers by electrotherapy: preliminary clinical results", *South Med J* 62: 795-801, 1969.
- 6) GAULT, N.; GATENS, P. "Use of low intensity direct current in management of ischemic skin ulcers", *Phys Ther* 56: 265-269, 1976.

- 7) CARLEY, P.J.; WAINAPEL, S. "Electrotherapy for acceleration of wound healing: low intensity direct current", *Arch Phys Med Rehab* 66: 443-446, 1985.
- 8) BASSETT, C. A. L.; MITCHELL, B.; GASTON, S. "Treatment of ununited tibial diaphyseal fractures with pulsing electromagnetic fields", *J Bone Joint Surg* 63A (4): 511-522, 1981.
- 9) BASSETT, C. A. L. "Low energy pulsing electromagnetic fields modify biomedical processes", *Bioessays* 6A: 36-42, 1987.
- 10) GLASSMAN, L.S.; McGRATH, M.; BASSETT, C.A. L. "Effect of external pulsing electromagnetic fields on the healing of soft tissue", *Ann Plast Surg* 16: 287-295, 1986.
- 11) OTTANI, V.; DE PASQUALE, V.; GOVONI, P. "Effects of pulsed extremely low frequency magnetic fields on skin wounds in the rat", *Bioelectromagnetics* 9: 53-62, 1988.
- 12) *Canadian Council on Animal Care*, Vol 2, Ottawa, Ont. CCAC1980-1984.
- 13) ALBANESE, E.; MERLO, A.; ALBANESE, A.; GOMEZ, E. "Anterior speech region. Asimmetry and weight surface correlation", *Arch Neurol* 46: 307-310, 1989.
- 14) WEISS, D.; KIRSNER, R. "Electrical stimulation of skin: a review", *Int J Dermatol* 29: 395-400, 1990.
- 15) REICH, J.; TARJAN, P. "Electrical stimulation and wound healing", *Arch Dermatol* 126: 222-225, 1990.
- 16) MULDER, G. "Treatment of open skin wounds with electrical stimulation", *Arch Phys Med Rehabil* 72: 375-377, 1991.
- 17) SHARRARD, W.; ROBSON, M. "The treatment of fibrous nonunion of fractures by pulsing electromagnetic stimulation", *J Bone Joint Surg (Am)* 64: 189, 1982.
- 18) PATIÑO, O.; GRANA, D.; ABOLGIANI, A.; PREZZAVENTO, G.; MERLO, A.; MARESO, E. "Efectos de campos magnéticos sobre cicatrización de piel", Comunicación en V Congreso Argentino de Quemaduras, noviembre 1993.
- 19) IERAN, M.; ZAFFUTO, S. "Effect of low frequency pulsing electromagnetic fields on skin ulcers of venous origin in humans: a double blind study", *J Orthop Rev* 8: 276-282, 1990.

* NOTA: Queremos expresar nuestro agradecimiento a la empresa MEDITEA Electromédica por la cesión del equipo generador de campos magnéticos y la fabricación de la bobina.







MÉTODOS DE EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA Y FUNCIÓN VENTRICULAR EN LA CARDIOPATÍA

