

**ESTUDIO COMPARATIVO, HISTOLOGICO Y ULTRAESTRUCTURAL DE LA ACCION DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNETICOS DE ULTRABAJA FRECUENCIA Y EL FACTOR DE TRANSFERENCIA EN EL PROCESO DE CICATRIZACION DE ULCERAS DE PIEL.** Laura Sánchez<sup>1</sup>, Mónica N. Jiménez-García<sup>2</sup>, Miguel A. Jiménez-Lopez<sup>2</sup>, Jesús Espinosa<sup>1</sup>, Ma. Esther Sánchez-Espindola<sup>3</sup>, Juan J. Godina<sup>4</sup>, Jesús Martínez C<sup>5</sup>, Rogelio Paniagua<sup>1</sup>, Norma Hernández<sup>1</sup>, Javier Pérez<sup>1</sup>, Guadalupe Paniagua<sup>1</sup>, Juan A. Ortega R<sup>1</sup>, Martín Perea<sup>1</sup>, Hiram García<sup>1</sup>, Fernando Uribe<sup>1</sup> y Susana Reyes-Cadena<sup>1</sup>. Centro Nacional de Rehabilitación<sup>1</sup>. Av. México Xochimilco 289, C.P. 14380, México, D.F. Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA)<sup>2</sup>. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN<sup>3</sup>, Prol. de Carpio y Plan de Ayala s/n, C.P. 11340, México, D.F. Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV-IPN)<sup>4</sup>, México, D.F. Centro Nacional de Calculo (CENAC)-IPN<sup>5</sup>, México D.F. e-mail: lchapul@yahoo.com, reyescadena@yahoo.com

Los seres vivos, tanto plantas como animales, son estructuras bioeléctricas. En efecto, toda célula se comporta como un dipolo debido a la distribución asimétrica de las cargas que hace que el interior de la célula sea negativo respecto al exterior. Los campos electromagnéticos (CEM) aumentan la actividad celular, la síntesis de ATP, RNA, DNA y proteínas<sup>[1-3]</sup>, induce alteraciones en la producción de calcio y otros elementos celulares<sup>[4,5]</sup>, tiene acción específica sobre el tejido óseo<sup>[6]</sup>, acción antiinflamatoria y antiespasmódica, acelera la regeneración endotelial arterial<sup>[7]</sup> y el desarrollo de colaterales linfáticos e incrementa el lecho vascular intramuscular<sup>[8]</sup>. En este sentido, y dada la importancia de los efectos de los CEM en el organismo, el presente trabajo detalla el proceso de cicatrización de úlceras dérmicas mediante la aplicación de CEM de ultrabaja frecuencia junto con la aplicación del Factor de Transferencia (FT) e interferón- $\beta$  (INF- $\beta$ ). Se formaron cuatro grupos de 5 ratas Wistar cada uno. Se rasuró la parte dorsal y se aplicó hidróxido de amonio (29%) tres veces al día durante una semana para provocar las úlceras. Al primer grupo se le administraron 0.00024 UI de Factor de Transferencia (dosis única) vía subcutánea; al segundo 0.005 mg de interferón- $\beta$  vía subcutánea; el tercer grupo recibió 8 sesiones de magnetoterapia cada 24 h, y al cuarto grupo (testigo negativo) solo se le produjeron las úlceras dérmicas de segundo y tercer grado. A los animales de los tres primeros grupos, después de efectuadas las lesiones dérmicas, se les aplicó un CEM mediante un aparato triaxial de estimulación magnética con bobinas de Helmholtz con una intensidad de 30 Gauss y a una frecuencia de 120 Hz, diseñado y fabricado en CINVESTAV en colaboración con UPIITA-IPN. Cada animal recibió una aplicación diaria del CEM durante 15 minutos, a la misma hora. A los 8 días se realizó biopsia de piel. Las muestras se fijaron en formol al 10%, se incluyeron en parafina, se tiñeron con la técnica histológica de hematoxilina-eosina y se observaron en un microscopio Axiphot Zeiss. Otros fragmentos del mismo tejido fueron fijados en glutaraldehído al 3% por 2 horas, post-fijados en OsO<sub>4</sub>, deshidratados en etanol e incluidos en resina Epon 812. Los cortes ultrafinos se observaron en un microscopio de transmisión JEOL JEM-1010. Por último, para la observación al microscopio de barrido, dos fragmentos de piel de cada uno de los grupos se fijaron en glutaraldehído al 2.5% por 2 horas, se post-fijaron en OsO<sub>4</sub> al 1%, se deshidrataron en etanol y las muestras se colocaron en un porta especímenes y se cubrieron con oro. La observación se realizó en un microscopio de barrido JSM-5800 LV al alto vacío. La descripción macroscópica y microscópica de las lesiones del grupo de ratas tratadas con factor de transferencia y CEM muestra un epitelio prácticamente normal, la zona papilar presenta poca colágena y fibrocitos y el infiltrado inflamatorio es escaso (Fig. 1A) comparado con el testigo negativo, en el cual se observó tejido de granulación con escaso infiltrado inflamatorio, baja densidad de fibroscito y tejido de neoformación (Fig. 1D). En la zona de cicatrización de las ratas tratadas con INF- $\beta$  + CEM se observó abundantes células inflamatorias, con predominio de fibrocitos; además, el infiltrado inflamatorio muestra la formación de células multinucleadas de cuerpo extraño y se observa gran destrucción del epitelio (Fig. 1B). En la zona de cicatrización del tercer grupo se ve aumentada la densidad celular con predominio de fibrocitos, presenta menor número de células de respuesta inflamatoria (leucocitos y macrófagos) y se observa una mayor formación de fibras de colágena (Fig. 1C). Las lesiones de las ratas tratadas con el FT + CEM mostraron menor tiempo de cicatrización y poca densidad de células de infiltrado inflamatorio, comparados con los animales del testigo negativo, en cambio, las lesiones tratadas con INF- $\beta$  + CEM mostraron cambios histológicos con mayor celularidad del tipo inflamatorio con predominio de macrófagos y fibrocitos, y presencia de células multinucleadas lo cual indica mayor toxicidad en la zona de la úlcera, además, el tiempo de recuperación fue mayor que en el grupo de FT+ CEM. Con relación a la cicatrización de las úlceras tratada con CEM únicamente, se observó poca densidad de células de infiltrado inflamatorio como se observó en las lesiones del primer grupo y el tiempo de recuperación fue menor; por lo que podemos mencionar que la combinación de FT + CEM y magnetoterapia sola lograron reducir el tiempo de cicatrización de las úlceras y la zona de infiltrado inflamatorio.

#### Referencias

- [1] R.M. Macklis. Ann. Intern. Med (1993) 118, 376-383.
- [2] J.L. Jacobson. J. Biochem Biophys (1990) 118, 376-383.
- [3] A.R. Liboff, et al., Science (1984) 223, 818-820.

- [4] M. Hatch. *Pediatr. Perinat. Epidemiol* (1992) 6, 198-214.  
[5] N. Chernoff, et al., *Toxicology* (1992) 74, 91-126.  
[6] A. Richard, et al., *Proc. Natl. Acad. Sci* (1982) 79, 4180-4184.  
[7] H. Matsumoto, et al., *Angiology* (1992) 43, 757-764.  
[8] A. Hidalgo. *Rev. Cubana Cir* (1995) 34, 16-19.

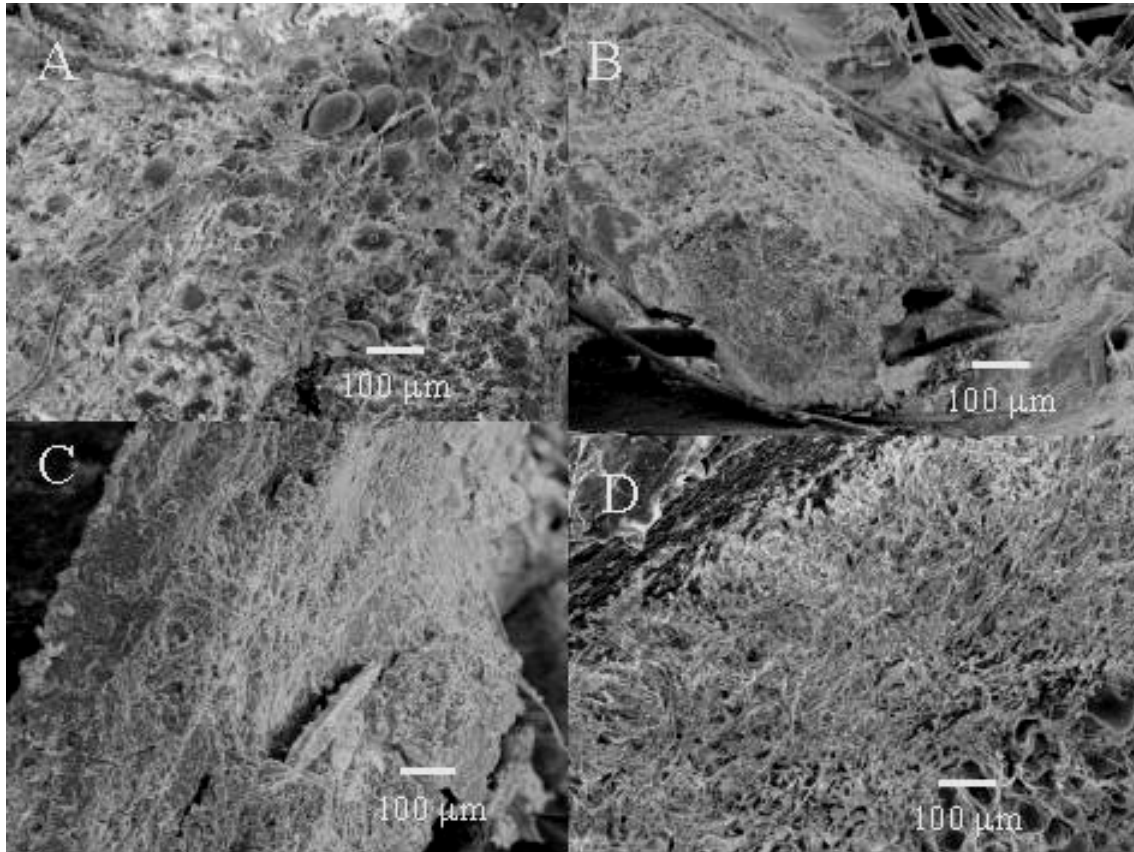


Fig. 1. Microscopia electrónica de barrido de biopsias de piel. **A.** Ratas tratadas con FT en donde se observa ligero infiltrado inflamatorio. **B.** Ratas tratadas con INF-beta en donde se muestra destrucción del epitelio. **C.** Ratas tratadas solo con CEM donde no se observa mucha lesión. **D.** Ratas testigo las cuales no recibieron ningún tratamiento.