

30

24j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**CAMBIOS DE LA CUENTA HEMATICA EN LOS
ACUPUNTOS RELACIONADOS CON HERIDAS
ELECTROESTIMULADAS EN CABALLOS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

JOSE ALEJANDRO BARRERA MORALES

ASESORES: M.V.Z. Ph. D HECTOR SUMANO LOPEZ
M.V.Z. Sc. LUIS OCAMPO CAMBEROS
M.V.Z. G. PATRICIA RINCON GALLARDO P.



MEXICO, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	Página.
Resumen	1
Introducción	2
Hipótesis	8
Objetivo	9
Material y Métodos	10
Resultados	14
Discusión	15
Literatura citada	18
Figuras	24
Cuadros	35

RESUMEN. José Alejandro Barrera Morales. "CAMBIOS DE LA CUENTA HEMATICA EN LOS ACUPUNTOS RELACIONADOS CON HERIDAS ELECTROESTIMULADAS EN CABALLOS" Dirigido por los M.V.Z. Héctor Sumano López, Luis Ocampo Camberos y Gloria Patricia Rincón Gallardo Porcel. Dado a los efectos que se han informado acerca de la electroestimulación de las heridas, se consideró de utilidad llevar a cabo un ensayo para evaluar si existen diferencias en las cuentas leucocitarias de sangre obtenida a tres niveles: los capilares de neoformación, los pequeños vasos aferentes a la herida y la circulación general. Para tal fin se practicó en 10 caballos heridas en ambas manos de 2 cm por lado aproximadamente, electroestimulando la herida del lado derecho y dejando como testigo la del lado izquierdo. La comparación de leucocitos arrojó una diferencia parcialmente significativa en el caso de los eosinófilos y se observó que la electroestimulación inducía una mejor cicatrización evaluada macroscópicamente.

**CAMBIOS DE LA CUENTA HEMATICA EN LOS ACUPUNTOS RELACIONADOS
CON HERIDAS ELECTROESTIMULADAS EN CABALLOS.**

INTRODUCCION:

La cicatrización de una herida es una compleja serie de procesos biológicos cuyo resultado final es la reparación del área y con ella la preservación de la vida. Una herida que no sana, tarde o temprano puede acabar con la vida del organismo. De ahí que la curación de las heridas constituya uno de los mecanismos básicos de supervivencia, desde el nacimiento en adelante (34).

El Médico Veterinario se enfrenta rutinariamente a la resolución de heridas de origen variado y cuyo curso de reparación o cicatrización no es el deseado. Tal es el caso de los Médicos Veterinarios que se dedican a la clínica de caballos, debido a que estos animales durante la práctica de las diferentes disciplinas deportivas ecuestres sufren lesiones de este tipo, principalmente en sus miembros anteriores.

A la piel se le considera como un tejido muy complejo y la cicatrización de heridas en ésta ocurre mediante fibroplasia, epitelización y remodelación (3,18). La secuencia de eventos en la respuesta inflamatoria en la herida incluyen, de manera general, dilatación vascular, emigración de leucocitos, salida de fluidos de vénulas, migración de monocitos y otras células mononucleares al

espacio extravascular, remoción de coágulos y detritus celulares(3,36).

La aplicación de electricidad para el tratamiento de diversas enfermedades nace con el siglo, y tiene un auge considerable entre la década de 1910 y finales de la década de los 30's. Mas tarde, la electricidad cae en desuso hasta que se redescubren sus efectos benéficos sobre la consolidación de fracturas y la regeneración de tejidos (6,41,44). Adicionalmente, en 1976 se descubre que la aplicación de corrientes eléctricas a heridas, tiene un efecto antibacteriano en ellas (32).

En la literatura especializada sobre el tópico de cicatrización, se encuentran informes contradictorios acerca de los efectos de la electricidad sobre el proceso cicatrizal. Por ejemplo, los hallazgos de Abolafia et al. (1), Kloth y Freedar (22), Brown et al. (6), Sumano y Casaubón (38), sugieren que la electroestimulación de heridas facilita el proceso de reparación, mientras que Steckel et al. (37) fueron incapaces de encontrar efectos benéficos sobre el proceso de cicatrización considerandolo, incluso perjudicial. Mas aún, existen informes en los que no se encuentra ni efecto benéfico ni perjudicial sobre las heridas (14).

Recientemente se encontró que la aplicación de campos eléctricos en torno a una herida infectada inducía una notable recuperación calificada incluso como regeneración (1,38).

Además de que la cicatrización es un proceso vital para la homeostásis, tiene implicaciones estéticas y aun de otra índole; por ejemplo, las cicatrices evidentes o queloides representan para la medicina tradicional china un obstáculo cutáneo al flujo de lo que llaman "energía"(T'Chi) (2) por lo que el tratamiento de heridas representa un punto de extremada importancia para la práctica de la medicina china, ya que dicho flujo es la base de la acupuntura y por ende de la salud (2,27).

Se destaca el hecho de que se informa de manera clásica que la acupuntura evita la formación de tejido queloide (2,27) y reduce la contaminación de las heridas (42), aunque no se ha determinado con exactitud el mecanismo de éste y otros efectos de la acupuntura (40) se ha visto que dan resultados sorprendentes por lo que vale la pena seguir investigando sobre esta forma de conseguir la salud. Es en este sentido en donde vale la pena señalar que los terminos de electroestimulación, electroacupuntura, estimulación cutánea, generación de corrientes etc., se funden para considerarse un solo procedimiento.

Se reconoce que la estimulación física, eléctrica o calórica de ciertos puntos en la piel (acupuntura y moxibustión) promueve la confluencia de elementos formes sanguíneos al sitio (25). Adicionalmente se ha descrito como un hecho que la acupuntura y la electroacupuntura disminuyen la respuesta inflamatoria (4,21,31,43), aumentan la producción de anticuerpos (13,17), así como la fagocitosis y

la leucocitosis (7,11,12) y aparentemente estos estímulos son capaces de aumentar la densidad de colágena de los tejidos (38) además de que se ha propuesto que existe redistribución de los haces de colágena a lo largo de las líneas de tensión (8,38). Estos últimos efectos han sido señalados como responsables del efecto benéfico de la electroacupuntura en el proceso de cicatrización. En el diseño experimental propuesto en el Departamento de Farmacología y Fisiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M., se ha encontrado una distribución celular diferente a la secuencia habitualmente reconocida con una elevada concentración de eosinófilos(8). Es posible que parte de los efectos de la electroestimulación sobre las heridas se deba a modificaciones importantes en la irrigación (22). Se ha demostrado que existe una mayor supervivencia de colgajos de tejido isquémico al utilizar electroestimulación y que dicha supervivencia se debe en gran parte a la confluencia de elementos formes de la sangre al sitio afectado (19,20,26).

Se ha documentado que las bases del mecanismo de acción de un buen cicatrizante radican entre otros factores, en la oxigenación del tejido (30,39), el bloqueo de las infecciones potenciales y la proliferación de colágena(5).

No obstante, también se reconoce que muchos otros factores influyen en la reparación de una herida, por ejemplo:

-Presencia de tejido muerto como en las quemaduras de segundo y tercer grado (37).

-Desarrollo de infecciones (5) y disminución de la síntesis de colágena.

-Factores mecánicos, jaloneo constante en articulaciones.

-Sitio anatómico en áreas poco irrigadas o en contacto con la cama (23).

-Presencia de otros tejidos como membranas serosas, omentos etc.

-Presencia de cuerpos extraños, parásitos, espinas, madera, hueso.

-Presencia de células tumorales.(16,28).

-Desequilibrio entre crecimiento de tejido conectivo (colágena) y tejido epitelial (típico en caballos)(33).

-Aplicación equivocada de fármacos, antibióticos (14,15,22,23), nitrofurazona (24,32), fenitoína en gatos (28), en los que induce colagenolisis.

Es en este contexto, que resulta necesario llevar a cabo estudios que definan el mecanismo de acción de la electroestimulación para promover la cicatrización. Quizá uno de los puntos más relevantes sea la definición del comportamiento de los leucocitos a nivel local tanto en el sitio de la herida como en los pequeños vasos en torno a ella; tomando en cuenta que se reconocen cambios en la distribución de elementos formes a nivel capilar inducidos por la estimulación de la acupuntura (25). Es posible que esta distribución diferencial se deba, al menos en parte, a liberación de autacoides (histamina, prostaglandinas,

bradicininas y otras cininas) en el sitio puncionado, los cuales ejercen un efecto de quimiotaxis positiva (31) y dado que se reconoce que los leucocitos tienen un papel importante en el proceso cicatrizal (como se muestra en la figura 1), se consideró de interés llevar a cabo un ensayo que comparara las cuentas hemáticas diferenciales a tres niveles, el capilar de neoformación de una herida, los pequeños vasos aferentes a la herida y la circulación general.

HIPOTESIS:

La electroestimulación de heridas que cicatrizan por segunda intención en caballos induce cambios significativos en las cuentas hemáticas a tres niveles, el capilar de neoformación de la herida, los pequeños vasos aferentes a la herida y la circulación periférica.

OBJETIVO:

Mostrar si la electroestimulación a 60Hz, 300volts y con una corriente calculada que fluctúa entre los 10 y 15 ~~M~~Ampers durante 15 minutos diarios en torno a heridas que cicatrizan por segunda intención en el caballo, induce cambios significativos en las cuentas hemáticas a nivel de capilares de neoformación de las heridas, los pequeños vasos aferentes a la herida y la circulación periférica.

MATERIAL Y METODOS:

Se utilizaron de 13 caballos cuyas edades fluctuaron entre los 4 y 9 años, 9 fueron criollos y 4 de la raza Pura Sangre Inglés, de los cuales 3 fueron hembras y 10 machos castrados con un peso promedio de 350kg, pertenecientes al Laboratorio Químico Biológico de la Sección de Veterinaria y Remonta, dependencia de la Dirección General de Caballería de la Secretaría de la Defensa Nacional, ubicados en las caballerizas de "El Vergel" Iztapalapa, D. F. Estos semovientes son alimentados con avena en greña y pastoreo a libre acceso.

Previamente el ensayo los caballos se desparasitaron y fueron sometidos a un examen físico general, se les practicó una biometría hemática y de acuerdo con los resultados se utilizaron 10 caballos, los que se encontraron en las mejores condiciones tanto hemáticas y físicas generales, de acuerdo con lo establecido por Stekel y Page (37).

Se realizaron heridas simétricas cuadradas en ambos miembros, con una dimensión de 2 cm por lado sobre la piel que cubre los huesos metacarpianos por su parte dorsal (Región de la caña), a 10 cm abajo de la articulación carpometacarpiana (región de la rodilla) como se muestra en la figura 2.

Se tranquilizaron los caballos con clorhidrato de propiopromacina al 1% (Combelen)* a una dosis de 0.1mg/kg de peso corporal y se hizo un bloqueo regional con xilocaina al 2%*** en una dosis de 5ml del producto en el nervio mediano de ambos miembros. Mientras que se presentaba el efecto tranquilizante y el bloqueo regional, se preparó el área para cirugía menor, se lavó la zona con jabón quirúrgico poco astringente, se rasuró y se aplicó una solución antiséptica (Isodine)***. Se procedió a hacer las heridas con una hoja de bisturí del No. 21 estéril utilizando un mango para bisturí del No. 4, se retiró el trozo de piel y se puso un apósito de gasa estéril hasta controlar la hemorragia.

Las heridas fueron tratadas de la siguiente manera:

-La herida del miembro derecho fue sometida a una electroestimulación con un aparato electroestimulador+ (figura 3) que proporciona un estímulo en forma de espiga con una salida de 300mvolts, frecuencia de 60Hzt y una corriente que fluctúa entre 10 y 15 ~~A~~ampers durante 15 minutos diarios en un periodo de 32 días, utilizando agujas para acupuntura de uso humano como material de conducción eléctrica, quedando una configuración eléctrica periférica a la herida, de 4 electrodos, dos positivos y dos negativos como lo muestra la figura 2, dejando la herida sin apósitos ni vendajes para que tuvieran buena oxigenación.

* Laboratorios BAYER DE MEXICO S.A. de C.V.

** Laboratorios Astra Chemical, S. A.

*** Laboratorios Gortie, México.

+ Centro de Instrumentos de la U.N.A.M.

-A la herida del miembro izquierdo se le practicó una antisepsia con una pomada a base de nitrofurazona (Furacin)++ como se hace convencionalmente en ese lugar, ya que estas heridas sirvieron como control.

Los días No. 5, 12, 21 y 32 se tomaron muestras sanguíneas para hacer frotis a partir de cada uno de los siguientes puntos de interés. En los capilares de neoformación se hizo una punción directa sobre la herida con una aguja hipodérmica del No. 25 para obtener una gota de sangre; en los vasos periféricos a la herida se puncionaron los que estuvieran a no más de 2cm del borde de la herida; ambos procedimientos se hicieron tanto en la herida electroestimulada como en la herida control, y para la circulación periférica se tomaron las muestras sanguíneas de la vena yugular. En el momento de obtener las muestras se hicieron los frotis y posteriormente se tiñó conforme al método de Wri Roth. Los resultados fueron sometidos a una prueba de Wilcoxon para dos muestras pareadas.

Es la mas poderosa de las pruebas no paramétricas para dos poblaciones pareadas. Primero se observan las diferencias y luego se clasifican segun sus magnitudes absolutas. Se asignan signos de éstas calificaciones a sus correspondientes diferencias, finalmente se encuentra el estadístico de prueba t ., para esta, calculamos dos sumas de calificaciones, una para todas las calificaciones con signo positivo y la otra para todas las calificaciones con signo negativo. Ambas

++ Laboratorios Norwich.

sumas se consideran positivas, la menor de éstas dos sumas de calificaciones es t . La hipótesis nula es que las dos muestras son idénticas (9,35). Estos datos fueron procesados por medio del programa Statgraphics.

RESULTADOS.

En total se realizaron 200 frotis sanguíneos en 10 caballos divididos en las siguientes porciones: capilares de neoformación, vasos aferentes a la herida y la circulación general. Los detalles de las observaciones individuales se presentan en el cuadro 1. Estos valores expresados en promedio se presentan en el cuadro 2 y la comparación de éstos según el tipo de leucocitos se presentan en las figuras 5, 6, 7, 8 y 9. El análisis estadístico se realizó mediante pruebas de Wilcoxon para dos muestras pareadas y en el cuadro 3 se presentan las medias donde se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) para la comparación de las poblaciones celulares entre las heridas electroestimuladas y las heridas testigo. En los cuadros 4, 5, 6 y 7 se presentan las diferencias leucocitarias en términos de concentración leucocitaria diferencial detectada en los 3 niveles circulatorios dentro de cada uno de los grupos.

Es de señalarse que en todos los casos se logró la cicatrización, aproximadamente a la misma velocidad y con la misma eficacia evaluada macroscópicamente. En la figura 10 se presenta un aspecto de la manera en que se estimularon las heridas y en la figura 11 se presenta alguna de las reacciones de los caballos al electroestimulo.

DISCUSION.

Quizá resulta prudente iniciar una discusión de los resultados haciendo énfasis en que la hipótesis que se sometió a prueba fué de que existe una quimiotaxis diferencial de los elementos sanguíneos de la serie blanca al sitio lesionado y electroestimulado y que por lo tanto pueden existir diferencias en la cantidad de los elementos leucocitarios evaluados dentro de dicha area con respecto a los vasos cercanos a ella y a la circulación en general y que dicha diferencia está acentuada por el electroestímulo. Es con esta intención que se diseñó el presente trabajo y por tanto vale la pena hacer incapié en que no se pretendió comparar los efectos del electroestímulo sobre la cuenta leucocitaria global per se, con respecto a los valores basales. Se procedió de seta manera debido a que el estres puede ser provocado por la manipulación per se y alterar así al sistema inmune (29). Esto es, los animales estaban sujetos a estres visual y quizá condicionados al electroestímulo, haciendo la comparación de los valores leucocitarios antes y después del tratamiento poco útil. En otras palabras si el electroestímulo puede tener un efecto sobre la microcirculación deben distinguirse dentro del mismo animal dichas diferencias en condiciones de calma o estres y deberán

por lo tanto ser diferentes de la herida testigo del mismo animal.

Al comparar las poblaciones celulares cuantificadas en las heridas electroestimuladas y las heridas testigo, se puede percibir que existe una mayor densidad de células en los capilares de neoformación y vasos aferentes en las heridas electroestimuladas (eosinófilos, vease figura 6) y que dicha diferencia no es tan notable en las heridas testigo con respecto a sus capilares de neoformación y a la circulación general. En particular parece haber un notable aumento de eosinófilos; esto es importante pues se les ha dado un papel de moderadores de la reacción inflamatoria y dicho hallazgo coincide con el reportado por Sumano y Casaubón (38) y Cañedo (8).

También se puede destacar de los resultados obtenidos que la población de neutrófilos tiende a permanecer relativamente constante en los 3 niveles circulatorios evaluados pero, dicha constancia se hace mas evidente en los capilares de neoformación de las heridas electroestimuladas. Considerando que no hubo diferencias en la velocidad de cicatrización se puede tomar a este dato como sugerente de un aumento de la quimiotaxis sin infección. En este sentido cabe mencionar que se ha demostrado que la aplicación de un electroestímulo puede aumentar la supervivencia de colgajos isquémicos por aumento de la irrigación (19,20,26) y es quizá este mecanismo una de las principales formas para explicar los efectos detectados.

En todos los casos, a excepción de un dato en la circulación general es evidente el aumento de la cantidad de monocitos en todos los niveles. Esta tendencia puede indicar una reacción del organismo a aumentar sus defensas celulares y resulta congruente con el hallazgo de que en ninguno de los casos se presentó una herida infectada. Por otro lado se detectaron diferencias en las cuentas leucocitarias lo que sugiere que el papel de éstos elementos es de poca importancia para las heridas o bien que su papel no se puede definir con esta técnica.

En lo que respecta a los basófilos, es difícil precisar de momento el papel que juegan las amplias fluctuaciones observadas pero, dado que inhiben la coagulación de la sangre y la linfa (29), es posible que participen también en lograr una perfusión eficiente en la herida.

LITERATURA CITADA:

- 1.-Abolafia, A.S., Sumano, L.H., Navarro, F.R. y Ocampo, C.L.: Evaluación del efecto cicatrizante de la acupuntura. Veterinaria México 16:27-31 (1985).
- 2.-Alan Dale, R.: The origins and future of acupuntura. Am. J. Acup. 10. (2), April-June (1982).
- 3.-Al-Sadi, H.I., Shnaim, A.H., Al-Mufty, B.I., Hmoood, A.N.: Effects of ultrasonic therapy on wound healing. Canine practice, II (4): 50-55 (1984).
- 4.-Anon. Basic acupuntura: A scientific interpretation and aplication (English version). Chinese Acupuntura Research Fundation. Box 84-223 Taipei, Taiwan. (1977)
- 5.-Baeza, S.I.F.: Acción farmacológica, antiséptica, y queratoplástica de la planta micropulverizada en aplicaciones tópicas. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. U.N.A.M. Mex. D.F. (1979).
- 6.-Brown, F., McDonell, K., Menton, D.N.: Electrical stimulation effects on cutaneous wound healing in rabbits. A follow-up study. Phys Ther 68: (6) 955-960.
- 7.-Brown, M.L., Ulett, G.A. & Stern, J.A.: The effects of acupuntura on white cell count. Am. J. Chin. Med. (2) 383-398 (1974).

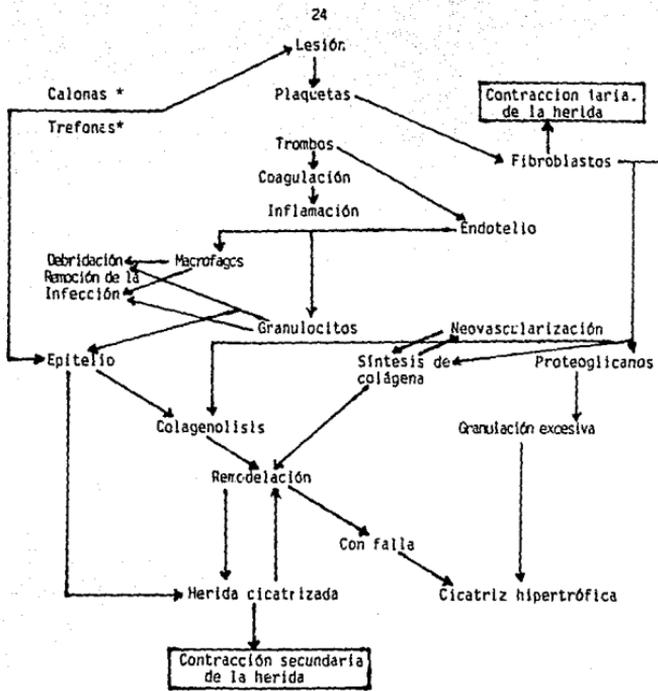
- 8.-Cañedo,R.H.G.: Efecto de la acupuntura sobre la reparación de heridas que cicatrizan por segunda intención. Tesis de licenciatura Fac. de Med. Vet. y Zoot. U.N.A.M. Mex.D.F. (1985).
- 9.-Chou,Ya.L., Análisis Estadístico, México, Interamericana, 2da.Ed. 1977.
- 10.-Coffin,V.M.D.: Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria. La Prensa Médica Veterinaria (1986).
- 11.-Craciun,T. & Tomac,C.: Central nervous reaction after acupuncture. Am. J. Acup. (1) 61-66 (1973).
- 12.-Craciun,T.,tomac,C. & Turdeanu,V.: Nervo-humoral modification after acupuncture. Am. J. Acup. (1) 67-70 (1973).
- 13.-Chan,T.K.,Hau,D.M.,Chi,P.Y. & Lin,J.H.: The effects of several autonomic neurogenic drugs on the excitation of antibody production caused by electroacupuncture. Am. Res. Q., Taiwan. (1) 107-113 (1977).
- 14.-Duoland,R., Hoffer,R.E.,Seleen,W.A. & Becker,R.O.: The effects of low voltage current on healing of termal third degree wound. Cornell Vet. (69) 51-59 (1978).
- 15.-Forrester,J.C.:Morfología de la colágena en el tejido normal y en las heridas. Cicatrización de las heridas. Teoria y práctica quirúrgica. Editado por Hunt,K.T., El Manual Moderno., México,D.F. (1983).
- 16.-Gunsosn, D.E. Collagen in normal and abnormal tissues. Equine Vet. J. (11) 97-101 (1979).

- 17.-Hau, D.M., Lin, J.H. & Chi, P.Y.: The effect of the electroacupuncture on the immune response in guinea pigs. Biol. Bull. Nat. Norm. Univ. Taiwan. (10) 23-35 (1975).
- 18.-Jhonston, D.E.: The process in wound healing. J. Am. Hosp. Association 13; 186-196 (1977).
- 19.-Kjartansson, J. & Dalsggard, C.: Calcitonin gene, related peptide increases survival of a musculocutaneous critical flap in the rat. Eur. J. Pharmacol. (142) 335-358 (1987).
- 20.-Kjartansson, J., Lundeberg, T., Samuelson, U.E. & Dalsggard, C.J.: Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) increases survival of ischaemic musculocutaneous flap. Acta Physiol Scand (134) 95-99 (1988).
- 21.-Klide, A.M. & Kung, S.H.: Veterinary acupuncture. University of Pennsylvania Press, Philadelphia; Pendragon Press, Lizard Town, Cornwall, UK. (1970).
- 22.-Kloth, L.C., Freedard, J.A.: Acceleration of wound healing with high voltage, monophasic pulsed current. Phys-Thera (68) (4) 503-508 (1988).
- 23.-Lee, A.H., Swaim, S.F., Pedersoli, J.M. & McGuire, J.A.A newly designed tensiometer. Am J. Vet. Res. 683-685 (1986).
- 24.- Lee, A.H., Swaim, S.F., Yang, S.T. & Wilken, L.O.: Effects of gentamicin solution and cream on the healing of open wound. Am. J. Vet. Res. (45) 1487-1492 (1984).
- 25.- Lin, J.H., Rogers, P.A.M.: Acupuncture effects on the body's defense systems. The Veterinary Bulletin 50. (8) 633-640 (1988).

- 26.-Lunderberg,T., Kjartansson,J. & Samuelson,J.E.: Effects of electrical nerve stimulation on healing of ischaemic skin flaps. LANCET (2) 712-714 (1988).
- 27.-Mann,F.:Acupunture the ancient art of Chinese healing and how it works scientifically,2th ed. Vintage Books,N.Y.,1973.
- 28.-McDonald,L.W.,Pease,R.F.W. & Hayes,T.L.: Scanning electron microscopy of selectioned tissues. Lab. Invest (16) 532-538 (1967).
- 29.-Medway,N.:Patología Clínica Veterinaria,UTEHA, 1a. Ed. (Mex) 1973.
- 30.-Pérez,T.R.: Introducción a la patología. Instituto Nacional de la Nutrición. México. 1976.
- 31.-Rowell,L.B.: Active neurogenic vasodilatation in man. In: P.M. Vanhoutte & J.Leusen. (eds) Vasodilatation, pp.1-18 Raven Press., New York. (1981).
- 32.-Rowley,B.A.,McKenna,J.M., Chase,G.R.: The influence of electrical current on an infecting microorganism in wounds. Ann.N.Y. Acad. Sci. (238) 543-551 (1974).
- 33.-Ruiz,M.A.: Comparación de los efectos cicatrizantes de los campos eléctricos, el tepezcohuite (Mimosa tehuiniflora), la zábila (Aloe-vera) y la nitrofurazona, en quemaduras de tercer grado. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zootec. U.N.A.M. México, D.F. (1989).
- 34.-Schilling,J.:Wound healing, Physiol.Rev. 48: 374-423 (1968).
- 35.-Snedecor,G.W. y Cochran,W.C.:Métodos Estadísticos, México C.E.C.S.A.,1971.

- 36.-Squier,C.A.,Kremenak,C.R.: Miofibroblasts in healing palatal wounds of the beagle dog. J.Anat. 130 (3):585-594 (1980).
- 37.-Steckeel,R.R., Page,E.H., Geddes,L.A. & Van Vleet,J.F.: Electrical stimulation on skin wound healing in the horse. Preliminary studies. Am. J. Vet. Res. (45) 800-803 (1984).
- 38.-Sumano,L.H.,Casaubón,H.T.: Effect of electroacupuncture on second intention wound healing. Int. Conf. on Vet. Acupuncture,I.C.V.A. (87) Beijing, China, Mayo (1987).
- 39.-Sumano,L.H.,M.Ocampo,C.L.,Gaytan,C.B. y González de la V.M.: Eficiencia cicatrizante de varios medicamentos de patente, la zábila y el propoleo. Rev. Vet. Mex. (18) 33-37 (1987).
- 40.-Toyama,P.M.: The physiological basis of acupuncture on moxibustion therapy. Am. J. Acup. 3 (2) (1975).
- 41.-Watkins,J.P.,Aver,J.A.,Murgan,S.J.:Healing of surgically created defects in the equine superficial digital flexor tendon: Effects of pulsing electromagnetic field therapy on collagen-type transformation and tissue morfologic reorganization. Am. J. Vet. Res. 46 (10): 2097-2101 (1985).
- 42.-Wer-Ping,W.:Acupuncture China. 4a ed. Editorial Serie, La Naturaleza en la salud. (1979).
- 43.-Westermayer,E.: Acupuncture in horses. Health Science Press, Devon Uk. (1978).

44.-Yen Patton.G.P.Patton,W.F.,Beer,D.M.:Entothelial cell response to pulsed electromagnetic fields: stimulation of growth rate and angiogenesis in vitro. J.Cell Phys. 134: 37-46 (1988).



* Promotores de la división celular y moduladores de la síntesis de colágena.

Figura 1. Esquemmatización del papel central de la síntesis de colágena en el proceso de cicatrización.



FIGURA 2. Aspecto de una de las heridas provocadas en los caballos.



FIGURA 3. Aparato electroestimulador.

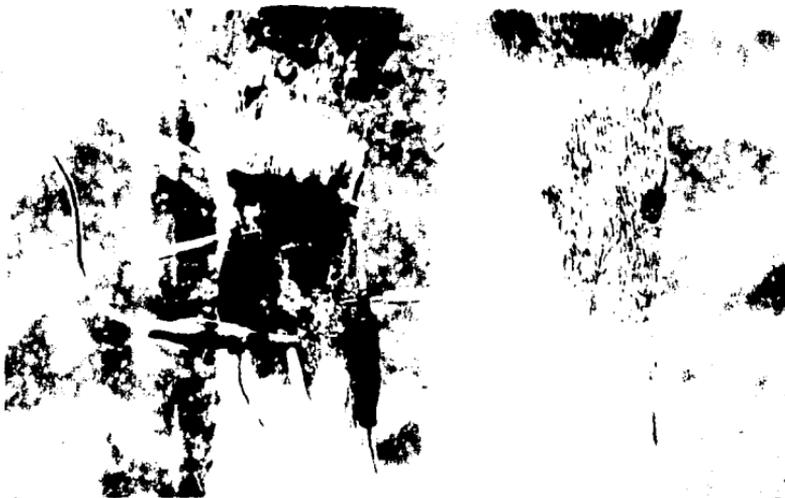


FIGURA 4. Configuración eléctrica periférica a la herida formada por cuatro agujas de acupuntura. (2 polos positivos y 2 negativos.)

NEUTROFILOS

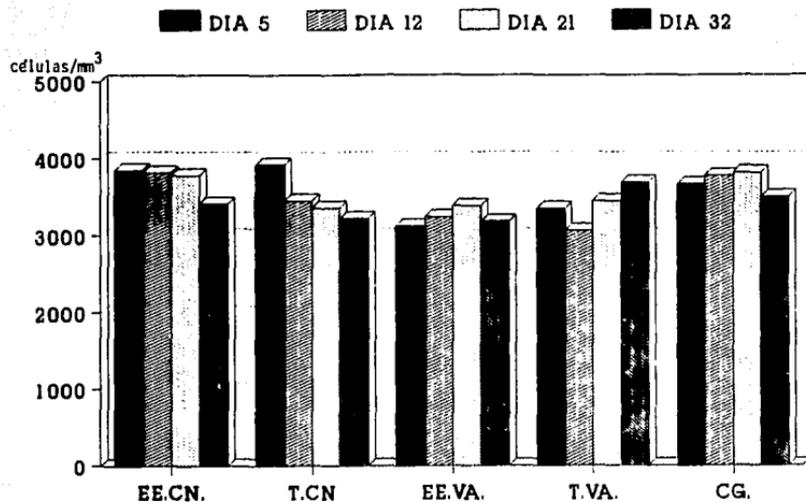


FIGURA 5

Comparación de las medias de neutrófilos en los diferentes puntos de observación.

EE= Electroestimulación T= Testigo
CN= Capilares de neoformación VA= Vasos aferentes CG= Circulación general

EOSINOFILOS

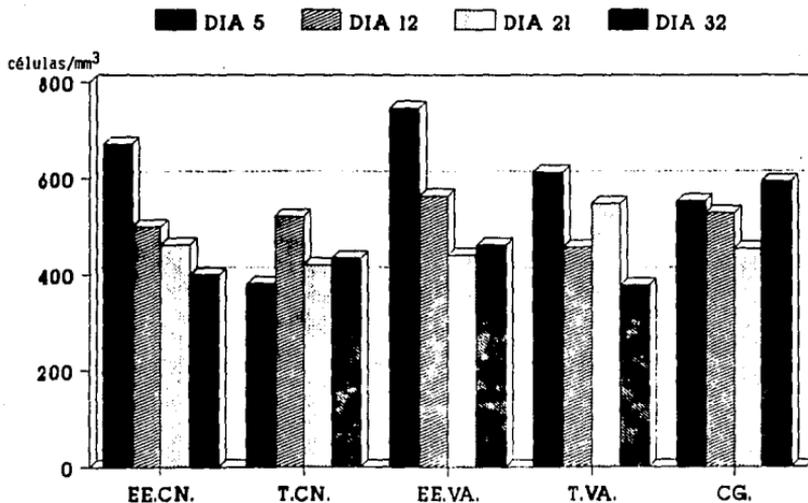


FIGURA 6

Comparación de las medias de eosinófilos en los diferentes puntos de observación.

EE= Electroestimulación

T= Testigo

CI= Capilares de neoformación VA= Vasos aferentes CG= Circulación general

BASOFILOS

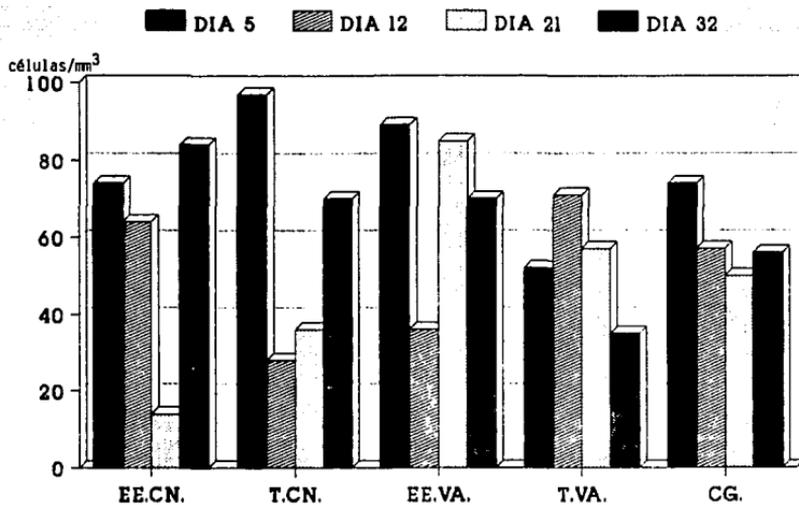


FIGURA 7. Comparación de las medias de basófilos en los diferentes puntos de observación.
 EE= Electroestimulación T= Testigo
 CN= Capilares de neoformación VA= Vasos aferentes CG= Circulación general

LINFOCITOS

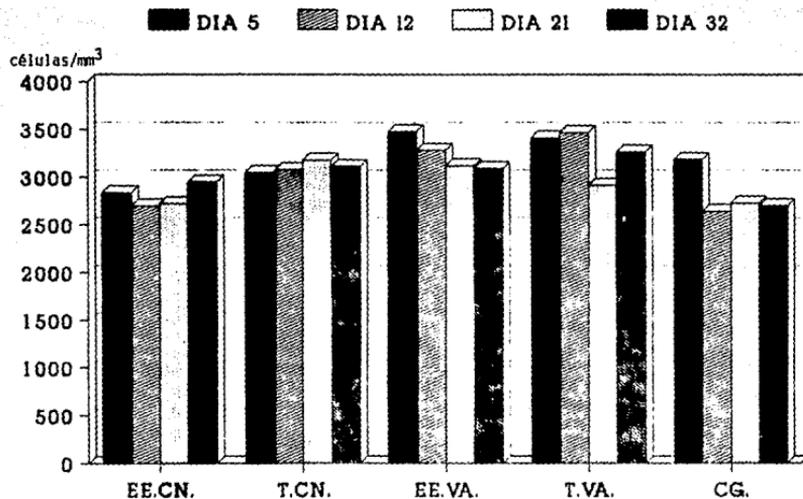


FIGURA 8

Comparación de las medias de linfocitos en los diferentes puntos de observación.

EE= Electroestimulación T= Testigo.
 CN= Capilares de neoformación VA= Vasos aferentes CG= Circulación general

MONOCITOS

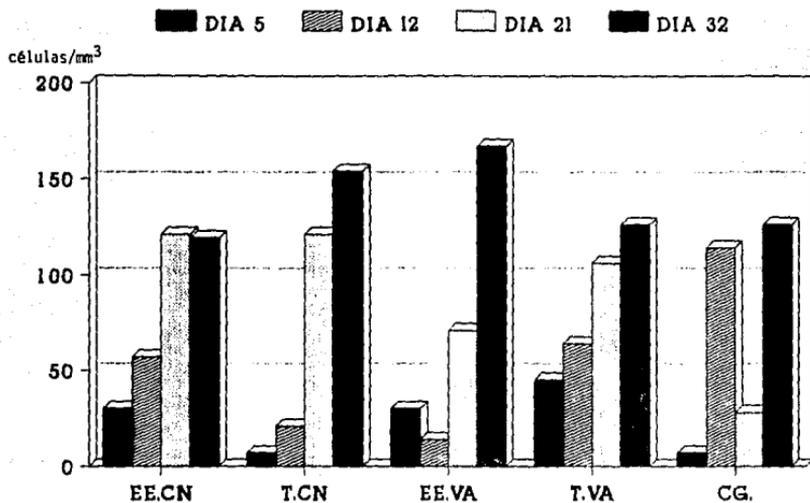


FIGURA 9 Comparación de las medias de monocitos en los diferentes puntos de observación.
 EE= Electroestimulada T= Testigo
 CH= Capilares de reorganización VA= Vasos aferentes CG= Circulación general



FIGURA 10. Aspecto de la manera en que se electroestimularon las heridas en los caballos.



FIGURA 11. Reacción de los caballos al electroestimulo.

	DIA 5					DIA 12					DIA 21					DIA 32				
	EE		T		CG	EE		T		CG	EE		T		CG	EE		T		CG
	CN	VA	CN	VA		CN	VA	CN	VA		CN	VA	CN	VA		CN	VA	CN	VA	
NEUTROFILOS	3849	3118	3916	3349	3670	3814	3237	3451	3065	3779	3784	3387	3358	3451	3820	3406	3176	3218	3690	3504
EOSINOFILOS	671	746	380	612	552	409	561	520	456	523	461	440	470	547	454	398	461	433	377	501
BASOFILOS	74	89	93	52	74	64	36	23	71	57	14	85	36	57	50	84	70	70	35	56
LIHFOCITOS	2835	3476	3044	3409	3185	2695	3280	3773	3465	2538	2719	3117	3174	2911	2726	2945	3035	3106	3260	2694
MONOCITOS	30	30	7	45	7	57	14	21	64	114	121	71	121	106	28	119	167	154	126	126

CUADRO 2. Valores promedio del conteo leucocitario expresado en celulas por milimetro cúbico de sangre.

EE= Electroestimulación
 CN= Capilares de neoformación
 CG= Circulación general

T= Testigo
 VA= Vasos aferentes

DIA 5			
	CAPILARES DE NEOFORMACION (CN)	VASOS AFERENTES A LA HERIDA (VA)	CIRCULACION GENERAL (CG)
NEUTROFILOS	+	+	+
EOSINOFILCS	++		+
BASOFILOS	+	+	
LINFOCITOS	+		
MONOCITOS			

DIA 12			
	CAPILARES DE NEOFORMACION (CN)	VASOS AFERENTES A LA HERIDA (VA)	CIRCULACION GENERAL (CG)
NEUTROFILOS			+
EOSINOFILCS			+
BASOFILOS			
LINFOCITOS	+		
MONOCITOS	+	+	

DIA 21			
	CAPILARES DE NEOFORMACION (CN)	VASOS AFERENTES A LA HERIDA (VA)	CIRCULACION GENERAL (CG)
NEUTROFILOS	++		
EOSINOFILOS	+		+
BASOFILOS			
LINFOCITOS	++		++
MONOCITOS			

DIA 32			
	CAPILARES DE NEOFORMACION (CN)	VASOS AFERENTES A LA HERIDA (VA)	CIRCULACION GENERAL (CG)
NEUTROFILOS	++	+	
EOSINOFILOS	+	+	
BASOFILOS		++	+
LINFOCITOS	+		+
MONOCITOS	+		++

CUADRO 3. Diferencias estadísticamente significativas (+) y muy significativas (++) entre las heridas electroestimuladas y las heridas testigo.

		DIA 5					
		ELECTROESTIMULADA			TESTIGO		
		(CN)	(VA)	(CG)	(CN)	(VA)	(CG)
(CN)	N			+	N		+
	E		+	+	E		
	B		+	+	B		+
	L				L		
(VA)	M		+		M	+	+
	N	++		+	N	++	
	E				E	++	
	B				B	+	
(CG)	L				L	+	
	M				M		
	N		++		N		+
	E		+		E	++	
(CG)	B		+		B	+	+
	L	+	+		L		
	M	+	+		M		+

CUADRO 4. Diferencias encontradas en los tres niveles circulatorios dentro de cada uno de los grupos.

		DIA 12					
		ELECTROESTIMULADA			TESTIGO		
		(CN)	(VA)	(CG)	(CN)	(VA)	(CG)
(CN)	N		+				
	E		+	+			+
	B L M			+		+	
(VA)	N						
	E			+			+
	B	+		+			+
	L M	+					++
(CG)	N	+	+				
	E						
	B						
	L M	+	++				
		+	++				
N	N						
	E						
	B						
	L M						
E	N				++	++	
	E						
	B				+		
	L M				++		
B	N						
	E						
	B						
	L M				+	+	

CUADRC 5. Diferencias encontradas en los tres niveles circulatorios dentro de cada uno de los grupos.

		DIA 21					
		ELECTROESTIMULADA			TESTIGO		
		(CN)	(VA)	(CG)	(CN)	(VA)	(CG)
(CN)	N		+	+	N		
	E		+	+	N	+	
	B				N		+
	L		+		B	+	+
(VA)	M		+		L		
	N				M	+	++
	E				N		
	B	++			E	++	
(CG)	L			+	B		+
	M				L	+	
	N		+		N	++	+
	E		+		E		+
(CG)	B	++	+		B		
	L	+			L	+	
	M	++	+		M	+	++

CUADRO 6. Diferencias encontradas en los tres niveles circulatorios dentro de cada uno de los grupos.

		DIA 32					
		ELECTROESTIMULADA			TESTIGO		
		(CN)	(VA)	(CG)	(CN)	(VA)	(CG)
(CN)	N					+	
	E						
	B					+	
	L M			+		+	
(VA)	N	++					
	E	+			+		
	B	+			+		
	L M	+					+
(CG)	N	+	++		++	+	
	E	++	+		++	++	
	B	++	++		+	+	
	L M	+	++		++	++	
							+

CUADRO 7. Diferencias encontradas en los tres niveles circulatorios dentro de cada uno de los grupos.