

Hospital Militar Docente
Dr. Joaquín Castillo Duany

Tratamiento Coadyuvante con Campo Electromagnético Pulsátil en la Seudoartrosis Séptica de la tibia asociado a la Fijación Externa

Tesis presentada en opción al grado científico de
Doctor en Ciencias Médicas

Autor: Dr. Juan Carlos Mrad Cala

Tutor: Dra. CM. Blanca I. Soriano González

Asesor: Lic. Miguel Arrieta Gallardo

Santiago de Cuba

2002

Año de los Héroes Prisioneros del Imperio

Agradecimientos

A los pacientes por acceder a formar parte de esta investigación.

A la Dra. CM. Blanca I. Soriano González por su tutoría, a quien considero ejemplo de profesional consagrado.

Al Dr. Juan D. Zayas Guillot por sus orientaciones en la realización de este trabajo.

Al Lic. Miguel Arrieta Gallardo por su asesoramiento estadístico.

A Reynaldo Cuesta Moran, un amigo excepcional que hizo suyas mis inquietudes.

A la Lic. María Elena Jiménez Arias por su excelente trabajo de corrección y estilo.

A los compañeros del departamento de bioestadística y computación del ISCM-SC Yaimet, Reyna y Salvador.

A los compañeros del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado.

A mi familia y a todos los que de una forma u otra me ayudaron en el momento que los necesité:

MUCHAS GRACIAS

Quedo en deuda de gratitud con la Revolución Cubana y las Fuerzas Armadas

Revolucionarias, a las cuales serviré incondicionalmente.

JCMC

Dedicatoria

A Gloria, mi esposa

A Iyineis y Edneys, nuestros tesoros

SÍNTESIS

Se realizó ensayo clinicoterapéutico multicéntrico, de fase III en los pacientes atendidos por pseudoartrosis séptica de la tibia (SAST) y tratados con fijación externa y campo electromagnético pulsátil en los servicios de Ortopedia y Traumatología de los hospitales Militar Docente "Dr. Joaquín Castillo Duany" y Provincial Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora" de Santiago de Cuba respectivamente en el período comprendido desde enero de 1997 hasta diciembre de 1999. Se conformaron dos grupos de investigación: de estudio y control, al primero de los cuales se le aplicó el campo electromagnético pulsátil con el estimulador óseo ECMP-02. Una vez analizadas las características generales de la muestra, se evaluó la respuesta clínica, radiográfica y humoral en ambos grupos y se hicieron las inferencias poblacionales. En los primeros seis meses del tratamiento, en 86,7% de los integrantes del grupo de estudio desaparecieron las secreciones, se normalizaron los valores de la eritrosedimentación en 93,3% y se logró la consolidación ósea en 53,4%, en contraste con los pacientes del grupo control, que sólo recibieron fijadores externos; para una diferencia entre ambos tratamientos de 99,7 días como promedio, menor con el uso del campo electromagnético pulsátil; resultados estos que validan la eficacia de dicha combinación.

ÍNDICE

	Pag.
1. INTRODUCCIÓN	1
a) Hipótesis	15
2. OBJETIVOS	16
3. MÉTODO	18
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	28
a) Características generales	29
b) Resultados comparativos entre los dos tratamientos empleados	36
5. CONCLUSIONES	49
6. RECOMENDACIONES	51
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
8. ANEXOS	60



La vida es un imán...

1. Introducción

1. INTRODUCCIÓN

El tratamiento de la pseudoartrosis séptica de la tibia (SAST), ya sea por fracturas abiertas u osteosíntesis realizadas, en las que se infectó consecutivamente el tejido óseo, ha devenido un reto para el cirujano ortopédico, quien dedica especial atención a ello por las dificultades que implica erradicar la infección de dicho tejido y lograr paralelamente la consolidación definitiva; no obstante, desarrollo de procedimientos quirúrgicos y la aplicación de la ciencia y la técnica en beneficio del hombre, han ido posibilitando que problemas como éstos en la medicina, tengan solución.

La evolución natural de las fracturas óseas tiende a la consolidación; aunque las diafisarias de la tibia, que constituyen la lesión traumática más frecuente en los huesos largos, con 24 % de incidencia (1), son también las que más demoran en conseguirlo, razón por la cual se han ideado diferentes métodos terapéuticos para lograr este objetivo, que contemplan desde las reducciones cerradas y la inmovilización hasta la técnica más depurada de osteosíntesis interna. Ahora bien, cuando es imposible alcanzar ese propósito sobreviene la falta de unión en las fracturas o pseudoartrosis, que representa por sí misma una complicación en el proceso de reparación ósea y obliga a esperar por lo menos seis meses después de tratada para poder diagnosticarla, pues muchas veces la unión demanda más tiempo, particularmente cuando se ha producido alguna complicación local que pudiera ser de carácter séptico.

La mayor incidencia de pseudoartrosis corresponde a la tibia, y tanto es así que según Böhler (2), en una de cada 200 ó 250 fracturas de ese hueso ocurre el mencionado fenómeno, con predominio en los tercios medio y distal.

Hoaglund y States, citado por Campbell (3) opinan que 50 % de las fracturas del tercio medio inferior de la tibia provocada por un traumatismo de alta energía, tienden al retardo de la consolidación, a la pseudoartrosis y a la sepsis por las siguientes condiciones:

- a) Exposición ósea
- b) Hipotensión coexistente
- c) Reducción de la perfusión
- d) Interrupción de las arterias que nutren al hueso
- e) Presión que ejerce el hematoma subfascial a tensión sobre las restantes colaterales, con la consiguiente vasoconstricción periférica
- f) Contacto óseo menor de 50%
- g) Conminución mayor de 50%
- h) Prolongación de la carga de peso
- i) Interposición de partes blandas
- j) Pérdida de tejido óseo

Todo lo anteriormente expuesto, favorece que la pseudoartrosis séptica prevalezca en la tibia.

Watson (4) atribuye esta grave complicación a errores del ortopedista más que a insuficiencia del osteoblasto, lo cual significa que un tratamiento adecuado y un seguimiento correcto de la fractura de la tibia pueden evitar su aparición. No obstante, aunque Boyd, Lipinski y Wiley (5) apoyan esas premisas, también reconocen que aun con el mejor proceder y las técnicas más depuradas se ha producido pseudoartrosis en pacientes tratados incluso con osteosíntesis interna.

Cualquiera que sea la conducta terapéutica ante las pseudoartrosis, su resultado estará en dependencia de los diferentes tipos de éstas y de las características propias de los enfermos.

Hoy en día son de gran aceptación y utilización las clasificaciones basadas en la mayor o menor vascularización y viabilidad de los extremos pseudoartrosicos, como la de Weber y Cech (6), quienes las dividen en dos grupos:

1. Hipervasculares o viables
2. Avasculares o inertes

Otra de mucho valor, sobre todo cuando decide emplearse la fijación externa es la de Ilizarov (7), quien las agrupa en:

1. Asépticas y poco móviles
2. Asépticas y móviles

Müller (8), por su parte, las considera como sigue:

1. No infectadas
 - a) Hipertróficas, reactivas o vitales
 - b) Atróficas, arreactivas o avitales
2. Previamente infectadas
 - a) Con contacto
 - b) Con defecto
3. Infectadas

Según Skroch (9) pueden ser catalogadas como:

1. Hipertróficas

2. Normotróficas

3. Atróficas

El tratamiento de los defectos de consolidación ha evolucionado desde la resección de los extremos óseos esclerosados, el esquiramiento y las perforaciones óseas percutáneas múltiples en el foco de pseudoartrosis hasta la aplicación de la distracción o la compresión, aprovechando la propiedad osteogénica de las células del tejido fibroso, interpuesto en dicho foco; principio descrito por Pheemister (10) en 1914, así como la ejecución de otros procedimientos cada vez más novedosos, en consonancia con los avances de la moderna tecnología.

Tratar la pseudoartrosis séptica exige obrar con un buen juicio excepcional (11), lo cual justifica que se hayan utilizado históricamente métodos convencionales y activos, de acuerdo con cada época. En el primero de los casos se perseguía convertir una pseudoartrosis infectada y supurada en una lesión que no drenara durante varios meses, para luego intentar consolidarla con injertos óseos; pero consumía mucho tiempo y solía causar rigidez de las articulaciones adyacentes, así como prolongar la administración de antimicrobianos.

El método activo tiende a la unión de los huesos en un período más corto y, por ende sin abusar de la antibioticoterapia. Al respecto, Weber y Cech (6) además de Judet y Patel según refiere Campbell (11), describieron el proceder y le dieron prioridad absoluta para restaurar la continuidad ósea sobre el tratamiento de la infección, exponiendo el foco de pseudoartrosis a través de la cicatriz vieja y de las fístulas, con el objeto de eliminar posteriormente los tejidos blandos y el hueso

desvitalizado e infectado. Para garantizar la eficacia de esta maniobra se alinean los fragmentos, generalmente con un dispositivo de fijación externa y si es posible se comprimen los extremos y se colocan injertos de hueso esponjoso autógeno.

En 1947 Greifsteiner, según Böhler (2) comenzó a reseca la fístula y los extremos óseos, además de fijarlos con agujas introducidas transversalmente a 2 ó 3 cm de éstos, tensándolas y fijándolas a un arco, para lograr con ello la compresión al nivel del foco de pseudoartrosis.

Otras técnicas clásicas fueron siendo ideadas para resolver el problema de la pseudoartrosis séptica, entre las cuales figura la utilización de injertos tibiofibulares y en ocasiones la combinación de varias de ellas; así continuaron perfeccionándose los métodos quirúrgicos, hasta llegar a las láminas de interpresión de la Asociación para la Osteosíntesis (Sistema AO) y los injertos pediculados osteoperiósticos, que vinieron aparejados con el desarrollo de la microcirugía.

El tratamiento actual de la pseudoartrosis séptica de la tibia consiste en encontrar el mecanismo eficaz (12) para conseguir en breve tiempo la consolidación ósea mediante:

- Una inmovilización estable y efectiva con compresión.
- La restauración de la continuidad ósea.
- La curación de la infección.
- El cubrimiento de las lesiones con piel y músculos.
- El restablecimiento de las funciones articular y muscular.

Todos estos tratamientos arriba citados tienen en común la necesidad de lograr una exposición más o menos amplia del foco de pseudoartrosis con operaciones sobre las partes blandas, el tejido interpuesto y los extremos óseos esclerosados, con el consiguiente acto operatorio sangrante, un trauma quirúrgico sobre las partes blandas y un mayor riesgo de infección. En la gran mayoría de las técnicas anteriores se requiere la aplicación de injertos óseos, lo cual obliga a ejecutar otras intervenciones para obtenerlos cuando se trata de autógenos, o la presencia de banco de huesos cuando se trata de homólogos. Estos injertos aumentan el riesgo de infección y, exceptuando los óseos esponjosos, actúan como secuestros, pues en los masivos y de la cortical existe la posibilidad de que sean resorbidos.

Además, de ellos en muchos injertos se utilizan materiales de osteosíntesis, los cuales deben ser extraídos quirúrgicamente. Salvo las terapias con el sistema AO, los demás necesitan un prolongado tiempo de inmovilización, que en la mayor parte de los casos provoca grandes atrofas musculares por desuso, alteraciones de la irrigación sanguínea del miembro tratado, y descalcificaciones óseas por inactividad del área afectada.

Una verdadera revolución en el tratamiento de estas lesiones lo constituye el desarrollo de la fijación externa, que tuvo como exponente principal al profesor Gavril Ilizarov, quien comenzó sus trabajos en Kurgán, antigua Unión Soviética, con el uso de fijadores externos circulares que permitían la fijación ósea extrafocal y utilizó además la compresión en sentido longitudinal de las pseudoartrosis, lo cual condujo no sólo a la resorción de los extremos óseos esclerosados con incremento de la vascularización local inicial, sino al estímulo de la osteogénesis con formación de tejido óseo a través de la línea inicial de

seudoartrosis, basado en el principio de la llamada consolidación *per primum*, descrita por Müller (13).

El empleo de los fijadores externos como terapéutica de la pseudoartrosis ha demostrado sus incuestionables ventajas, sobre todo en aquellos pacientes con secuelas de sepsis y grandes lesiones de partes blandas (14); aunque también es factible y así lo comprobó Ilizarov, en la pseudoartrosis séptica, acerca de lo cual planteó que: “la infección se quema en la hoguera de la compresión.”

Mediante la fijación externa no resulta indispensable exponer quirúrgicamente el foco de pseudoartrosis para lograr su consolidación, puesto que sólo se impone operar cuando han quedado restos de material de osteosíntesis de cirugías anteriores que requieran ser extraídos o de la exéresis de un sequestro importante que necesite ser eliminado. En algunos casos de pseudoartrosis séptica es preciso efectuar osteotomía del peroné cuando éste interfiere en el tratamiento.

Con la técnica extrafocal pueden realizarse igualmente otros procedimientos un poco más radicales, en los que se ejecuta la resección completa del bloque de pseudoartrosis para posteriormente hacer transportaciones óseas. Sin duda alguna, tal maniobra representa una nueva opción en aquellos casos donde se ha fracasado en anteriores intentos.

Estos aportes en el campo de la fijación externa han mejorado las perspectivas en el tratamiento de las pseudoartrosis séptica, al erradicarse la infección y conseguirse la consolidación ósea.

El desarrollo de la ciencia y la búsqueda de otras formas de terapéuticas fueron ampliando sustancialmente las líneas de investigación hasta conducir a la aplicación de la electricidad para resolver problemas médicos (15).

En los albores del siglo XIV, el famoso alquimista, médico y místico suizo Philippus Aureulus Paracelsus, utilizó los imanes en procesos inflamatorios, heridas supurantes, ulceraciones y afecciones internas de los intestinos y el útero según reporta en su libro Bansal (16).

Desde que en 1600 Gilbert planteó en su libro On the magnet la posibilidad de usar campos magnéticos con distintos fines terapéuticos, los ensayos han sido múltiples (17).

A mediados del siglo XIX, Faraday expuso la acción de un imán en relación con la corriente; y además de fundar el biomagnetismo y la magnetoquímica, demostró que toda materia es magnética en un sentido u otro, lo cual significa que es atraída o repelida por un campo magnético (18).

En 1953 los científicos japoneses Fukada y Yasuda (19) describieron las características piezoeléctricas del hueso y comprobaron en sus estudios la capacidad del tejido óseo para generar potenciales eléctricos cuando se somete a esfuerzos de flexión.

El conocimiento del efecto piezoeléctrico permitió explicar la formación del callo óseo cuando se estimula el hueso con electricidad (20) y marcó el inicio del empleo de un nuevo proceder en ortopedia y traumatología: la electroestimulación (21).

En 1961, Becker (22) comenzó a desarrollar rigurosas investigaciones al respecto y formuló la teoría neurógena sobre la formación de cargas ante la lesión de una extremidad. Dos años después, Bassett et al (23) corroboraron las propiedades del potencial piezoeléctrico para el hueso viviente y afirmaron que se relacionaban con muchos procesos fisiológicos importantes en los tejidos vivos, tales como:

síntesis de proteínas, distribución de iones libres, características especiales de la membrana, funciones de las hormonas y enzimas, comunicaciones o enlaces celulares, acción de las mitocondrias y otros.

Friendenberg (24), quien colocó electrodos no polarizados con un mínimo de resistencia interna en la superficie de la piel de los miembros y realizó tomas directas en seres humanos adultos, comprobó que la metafisis era negativa con respecto a la epífisis, cuyo máximo punto de negatividad se alcanzaba a 2 ó 3 cm por debajo de esta última, correspondiente al sitio de presencia de la placa de crecimiento en el niño, así como también que en la diáfisis existía polaridad positiva, con áreas de isopolaridad.

Pruebas de medición de potenciales en focos de fracturas, efectuadas por el mismo autor, demostraron que inmediatamente después de producirse las fracturas, las diferencias de potenciales cambiaron drásticamente y devinieron todas negativas en relación con la epífisis, de modo tal que en el foco se generó un punto metafisiario con mayor negatividad.

Estos estudios han confirmado que hay igualmente *in vivo* diferencias de potenciales entre el periostio y el endostio, siendo el segundo electronegativo y que en el momento de la fractura se despolarizan sus extremos y las células óseas son estimuladas; hallazgo que les permitió asumir que la formación ósea se relacionaba con lo anterior y, por tanto, constituía una de las bases para el uso de la estimulación eléctrica en la osteogénesis (25).

Los efectos biológicos de los campos magnéticos son originados por varios mecanismos de acción, entre los cuales figuran:

- Efecto de magnetización (primario)

- Efecto piezoeléctrico (secundario)
- Efecto metabólico

El campo magnético de tiempo variable se crea entre dos bobinas que reciben corriente eléctrica (campo electromagnético); si ambas se colocan perpendicular y paralelamente al área que se quiere estimular, el magnetismo penetra en el miembro e induce potenciales eléctricos en el sitio de la pseudoartrosis (26).

Becker (27) señala que el campo electromagnético pulsátil ejerce su acción sobre el sistema de control eléctrico de los nervios periféricos, por lo que además de actuar sobre el callo óseo en la pseudoartrosis, mejora el trofismo de las partes blandas.

Las primeras experiencias con el método no invasivo del campo electromagnético pulsátil engendrado entre dos bobinas, según los principios formulados por Bassett (28), fueron aplicadas en el tratamiento de la pseudoartrosis, con resultados satisfactorios, por lo cual se admite que esta técnica es efectiva en 80 % de los casos.

La teoría basada en que el mecanismo de control de la osteogénesis era eléctrico, se fortalecía y daba paso al empleo de la estimulación eléctrica para tratar las fracturas, las osteotomías y muy especialmente la pseudoartrosis (29).

Bassett (28) probó que el campo electromagnético puede modificar el compartimiento celular, de forma que al actuar sobre el foco de pseudoartrosis, el espacio relleno por fibrocartilago es calcificado y remplazado por callo medular no esclerótico (osificación endocondral); pero también constató que el uso del campo electromagnético pulsátil en la pseudoartrosis produce mineralización en el sitio de la lesión, ayuda a la penetración vascular y evoluciona hacia la formación

ósea con el proceso de osificación endocondral restauradora. Además de lo anterior encontró potenciales en el punto de unión de la colágena con la apatita.

En 1980 se creó la Sociedad Internacional de Reparación Celular y Crecimiento por Estímulo Bioeléctrico (18).

Posteriormente, numerosos autores (30-32) de varias partes del mundo han ratificado estos efectos y actualmente se desarrollan investigaciones conjuntas relacionadas con el novedoso proceder.

Ibañes (30) ha llegado a la conclusión de que el efecto piezoeléctrico es propio de las estructuras anisótropas-cristalinas, como el hueso. Debido a ello, el campo magnético facilita la orientación arquitectónica de las trabéculas óseas en zonas dañadas y favorece la generación de un callo óseo mejor formado.

Thompson (31) afirma en sus estudios lo sustentado por Grodsky, al plantear que el flujo de los iones de calcio a través de la membrana celular es mayor cuando se expone a radiaciones magnéticas, provocado por alteraciones de la conformación ocurridas en los sitios receptores y en las glicoproteínas.

Por su parte, Guercov (32) reconoce en un trabajo reciente que el campo electromagnético pulsátil coadyuva a la osificación endocondral al estimular el cartílago de crecimiento con la producción de un factor de transformación, que denominó, factor β -1.

Bassett (33) asegura que existe una temprana disminución de la cantidad y calidad del drenaje de las secreciones en las pseudoartrosis séptica y recomienda que se profundice en estudios ulteriores la interacción entre el campo electromagnético

pulsátil, bacterias y agentes antibacterianos, sin obviar la ejecución de ensayos clínicos y de laboratorio.

Según Wolfgang (34), la magnetoterapia con imanes permanentes ha sido utilizada con efectividad en las pseudoartrosis complicadas e infectadas, pero en dependencia del polo del imán usado, puesto que el positivo tiene un efecto estresante que reduce el oxígeno celular, aumenta la acidez y facilita la reproducción del microorganismo.

Hace poco tiempo Korotkikh y Oreshkin (35) combinaron el campo electromagnético pulsátil de baja intensidad con electroestimulación segmentaria en la osteomielitis mandibular y obtuvieron una considerable mejoría reflejada en la desaparición del edema local.

En 1981 se constituyó en nuestro país un grupo de trabajo formado por especialistas del Centro Nacional Investigaciones Científicas (CNIC), Centro Investigaciones Médico Quirúrgicas y Hospital Militar Central " Dr. Carlos J. Finlay", quienes después de los correspondientes ensayos preclínicos en animales de laboratorio comenzaron a aplicar la estimulación electromagnética en algunos pacientes con pseudoartrosis, así como en fracturas cerradas y abiertas, entre otras lesiones, cuyos resultados alentadores indujeron a las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR) y al CNIC a fabricar equipos estimuladores de campo electromagnético pulsátil (modelo ECMP.01), que cumplieran en su diseño y elaboración los parámetros establecidos por Bassett (28) como óptimos para lograr la consolidación ósea; y de esta forma quedaron diseñados para que se creara un campo electromagnético de tipo pulsátil, con ondas cuadradas y una frecuencia de 15 Hertz, que generaban una inducción magnética de 2 Gauss.

Entre 1988 y 1994 se realizó la primera investigación científica, con un equipo de esta naturaleza, donde se evaluó el tratamiento de las fracturas abiertas de la tibia y el peroné mediante la estimulación eléctrica y electromagnética asociada a la fijación externa (36), y se obtuvo que en los pacientes tratados con campo electromagnético pulsátil no se presentaron pseudoartrosis ni osteomielitis como complicación. En dicho estudio se logró la consolidación ósea en las fracturas con una diferencia de 7,4 semanas entre los grupos control y de estudio, en favor de este último.

Posterior a ello y sobre la base de los resultados precedentes se procedió a fabricar de la segunda generación de estos equipos (modelo ECMP. 02), que mantenían los mismos parámetros biotrópicos en su construcción, y de esa forma se generalizó el uso del campo electromagnético pulsátil (CEMP) en nuestra especialidad.

Con estas posibilidades y en poder de datos anteriores relacionados con los efectos de dicho campo sobre el tejido óseo infectado, nos propusimos aplicarlo en la pseudoartrosis séptica de la tibia (SAST) como tratamiento coadyuvante del realizado con fijación externa en este caso, partiendo de la premisa de que ambas conductas terapéuticas garantizan la consolidación ósea en la pseudoartrosis, según se ha demostrado en otras experiencias y recientemente en estudios preliminares acerca de ese proceso en la tibia (37).

Por todas las razones expuestas decidimos combinar las dos acciones, teniendo en cuenta los efectos del CEMP sobre los tejidos y especialmente del óseo en formación, la proliferación de los gérmenes patógenos y la consecuencia de los fijadores externos sobre la osteogénesis en los extremos óseos de la pseudoartrosis,

ya demostrada por constituir una alternativa más para la solución de la SAST con mayor rapidez, pronta recuperación y rehabilitación de los afectados, así como garantía de su incorporación a la vida socialmente útil.

Hipótesis

El tratamiento asociado de fijadores externos y campo electromagnético pulsátil (según método) favorece que la pseudoartrosis séptica de la tibia evolucione hacia la consolidación ósea en menos tiempo que cuando se aplica solamente el primero de ambos procedimientos.

2. Objetivos

2. OBJETIVOS

General

- Evaluar el efecto del campo electromagnético pulsátil asociado al tratamiento de la pseudoartrosis séptica de la tibia con fijación externa, mediante el control clínico, radiográfico y humoral.

Específicos

Describir las características generales de la muestra seleccionada según las variables: edad, sexo, causa, tipo, localización y germen más frecuentemente aislado.

Valorar los resultados de la aplicación del campo electromagnético pulsátil en la pseudoartrosis séptica de la tibia mediante el estudio de:

- La duración de las secreciones.
- La consolidación ósea.
- La normalización de los valores de la eritrosedimentación.

3. Métodos

3. METODO

Se realizó un ensayo clinicoterapéutico multicéntrico, de fase III en los pacientes con pseudoartrosis séptica de la tibia, tratados con fijación externa y campo electromagnético pulsátil en los servicios de Ortopedia y Traumatología de los hospitales: Militar “Dr. Joaquín Castillo Duany” y Provincial Clinicoquirúrgico “Saturnino Lora” de Santiago de Cuba, respectivamente, en el trienio 1997-1999.

Del total de afectados por SAST en ambas instituciones se tomó una muestra representativa de 30, tomando en cuenta la incidencia de la enfermedad en la provincia durante los últimos 5 años previos al estudio.

Los pacientes fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos de investigación: de estudio y control, con 15 integrantes cada uno. A los incluidos en el primero se les solicitó su conformidad por escrito (Anexo 1) para recibir el tratamiento combinado.

Para conformar ambos grupos se consideraron los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Edad comprendida entre 16-60 años
- Pseudoartrosis séptica de la diáfisis tibial

Criterios de exclusión:

- Defectos óseos de cualquier tamaño
- Embarazos
- Pacientes con marcapasos
- Diabetes mellitus

- Discrasias sanguíneas

Criterios de fracaso terapéutico

- Pacientes que no mostraran signos de mejoría clínica, radiográfica o humoral después de un año de tratamiento.
- Pacientes que abandonaran la terapéutica.

Criterios de interrupción del tratamiento:

- Pacientes que fallecieran en el curso de la investigación.

El grupo I ó estudio estuvo formado por los pacientes con pseudoartrosis séptica de la tibia que necesitaron fijación externa y a los cuales se asoció el campo electromagnético pulsátil.

El grupo II ó control quedó integrado por los pacientes con pseudoartrosis séptica de la tibia que necesitaron fijación externa, y a los cuales no se asoció el campo electromagnético pulsátil.

Todos ellos fueron ingresados y durante el acto quirúrgico se les realizó ostectomía del peroné, antes de colocarles el fijador externo y finalmente se comprimió el foco de la pseudoartrosis hasta que desapareciera su movilidad; resultado que se comprobó con la manipulación directa.

La interpresión se continuó durante los primeros 7 días del período posoperatorio, a razón de 1mm diario. Se utilizaron modelos de fijadores del profesor Álvarez Cambras (RALCA) en todos los pacientes, excepto en uno del grupo control, en quien las características de la localización de la pseudoartrosis, al estar muy cerca de la articulación tibioastragalina no permitía ubicar en sentido lineal los alambres, de modo que se aplicó el modelo de Ilizarov con alambres en cruz.

En todos los casos se excluyó el uso de antibióticos orales y parenterales, teniendo en cuenta su nula efectividad en este tipo de osteomielitis crónica, que evoluciona como un proceso tumoral, e impide la penetración de los antimicrobianos (38). Siguiendo esa conducta se evitó su posible influencia en la evaluación de la respuesta al tratamiento, pues sólo se indicaron de forma tópica cuando se infectaron los orificios de los alambres.

Al día siguiente de la intervención, a los pacientes del grupo estudio se les asoció el campo electromagnético pulsátil por un tiempo no menor de 10 horas diarias; condición que se mantuvo a todo lo largo de la investigación, e incluso hasta un mes después de retirado el fijador externo. En el grupo control se procedió de igual manera, pero sin emplear el mencionado campo.

Los pacientes permanecieron hospitalizados durante 7 días; intervalo que se aprovechó para interpresionar el foco de pseudoartrosis con el fijador y entrenar a los operados en el uso del estimulador óseo CEMP. 02.

Una vez egresados se les entregó una planilla confeccionada al efecto para controlar el tiempo de tratamiento con campo electromagnético pulsátil (Anexo 2), donde debían marcar diariamente con una equis si cumplían las 10 horas de terapia estipuladas o, cuando así no fuera, especificar las horas de exposición recibidas.

El estudio contempló diferentes variables: unas que sirvieron para describir a los grupos investigados tales como: edad, sexo, causa, localización según tercio de la tibia, tipo de pseudoartrosis y germen aislado; y otras que se utilizaron para evaluar la respuesta terapéutica, a saber: tiempos de consolidación y desaparición

de las secreciones, respectivamente, así como desaparición de la esclerosis de los bordes óseos y el control de la eritrosedimentación.

Se consideraron como variables cualitativas: localización, causa, tipo de pseudoartrosis, germen aislado, eritrosedimentación, presencia de esclerosis y la evaluación final de la respuesta; y como cuantitativas: edad, tiempo de desaparición de las secreciones y tiempo de consolidación ósea.

De todas las variables se efectuaron las estimaciones pertinentes para poder hacer las inferencias sobre la población estudiada.

La eficacia terapéutica se evaluó a través de los 3 métodos: clínico, humoral y radiográfico por un período de un año; los dos primeros se realizaban mensualmente y el tercero se incluía en los cortes trimestrales conjuntos.

Esta evaluación estuvo a cargo de especialistas de ortopedia y traumatología de ambos hospitales, teniendo en cuenta los criterios y parámetros establecidos para la investigación, los cuales fueron seminariados para tal efecto, en tanto el control de la calidad lo realizaba otro especialista de experiencia, adiestrado con antelación en el protocolo del ensayo clínico.

Como variable principal para la evaluación de la respuesta, en el orden clínico se tomaron dos momentos: cuando desaparecieron las secreciones y con ello el trayecto fistuloso; y cuando se produjo la consolidación ósea. Para esta última se disminuía la tensión del fijador, y se manipulaba el foco, tratando de conseguir su dureza.

La evaluación humoral se hacía mediante los cultivos de las secreciones y del control de la eritrosedimentación, la cual se consideraba elevada cuando sus valores excedían de lo normal.

Desde el punto de vista radiográfico se valoró si las trabéculas pasaban de un extremo a otro y, por tanto, si había desaparecido la esclerosis de los bordes óseos.

Los resultados se clasificaron convencionalmente en cuatro categorías: Excelente, Bueno, Regular y Malo, partiendo de los indicadores: tiempo de consolidación ósea, tiempo de desaparición de las secreciones, normalización eritrosedimentaria, así como eliminación de la esclerosis de los bordes en los exámenes radiográficos, a saber:

Excelente

- Consolidación ósea en menos de seis meses.
- Desaparición de las secreciones en menos de tres meses.
- Eritrosedimentación normal.
- Ausencia de esclerosis de los bordes óseos en la radiografía.

Bueno

- Consolidación ósea entre seis a nueve meses.
- Desaparición de las secreciones entre tres a seis meses.
- Disminución inicial progresiva de la eritrosedimentación o mantenimiento de ésta dentro de límites normales.
- Tendencia de la zona de esclerosis a desaparecer en la radiografía.

Regular

- Consolidación ósea entre nueve a doce meses.
- Desaparición de las secreciones después de seis meses.
- Eritrosedimentación con valores oscilantes (normales o altos).
- Mantenimiento de la esclerosis de los bordes óseos en la radiografía.

Malo

- Ausencia de consolidación ósea al año.
- Persistencia de las secreciones.
- Eritrosedimentación elevada
- Presencia de esclerosis de los bordes óseos en la radiografía.

Para el procesamiento de los datos primarios se elaboró una planilla (Anexo 3) con la cual fue confeccionada la base de datos en el sistema estadístico *Statistica* para Windows, Versión 4.2.

En ambos grupos se verificó que las muestras correspondían a distribuciones normales mediante la Dócima de Chi Cuadrado y para dichas variables se analizaron algunos indicadores de la estadística descriptiva, tales como: proporciones expresadas en porcentajes, la media, la desviación estándar y el coeficiente de correlación.

La estimación y la comparación de las medias poblacionales se hicieron mediante el test de Students, por tratarse de distribuciones normales en una muestra pequeña.

En el caso de las variables cualitativas se utilizó la Dócima de los Signos para confrontar los resultados de ambos tratamientos, con vista a formular conclusiones para la muestra estudiada.

Se calculó el coeficiente de correlación lineal para las variables cuantitativas, y se aplicó Dócima de Hipótesis correspondiente para validar los hallazgos desde el punto de vista poblacional, los cuales se representaron en cuadros y gráficos según sus necesidades de expresión. Para todas las estimaciones se aceptó un 5% de error y 95% de confiabilidad.

Descripción del equipo

El equipo para crear el campo magnético pulsátil, es el estimulador óseo modelo CEMP-02 y está compuesto por una fuente que se alimenta de la conexión al sistema energético en sus variables de 110 volts; pero mediante solicitud al fabricante, puede adaptarse a 220 volts.

El campo magnético se induce entre dos bobinas que constan de 200 vueltas de alambre de 0,25 mm, cuyo tamaño varía según la región; su forma cóncava permite adecuarse al miembro.

Estructura

- Oscilador modulador
- Oscilador portador
- Bloque de amplificación
- Enrollados de estimulación
- Bloque de mediadores
- Fuente de voltaje variable

- Reloj electrónico
- Fuente de bajo voltaje

Datos técnicos

- Voltaje de alimentación: 110 volts
- Señal de salida: pulso de 0-40 volts durante 0,1 ms de duración; tramos de 5 ms a una frecuencia 15 Hertz.
- Tiempo de estimulación: 1, 2, 4, 8 ó 10 horas o continuo.
- Inducción magnética: 2 Gauss.
- Ancho del pulso: 200 mm
- Dimensiones: 175 x 215 x 120 mm.

Funcionamiento

El oscilador modulador genera pulsos de 5 minutos de duración a una frecuencia de 15 Hertz. (66,6 ms), los cuales modulan la señal del oscilador portador, que origina pulsos cuadrados de 0,1 min. La señal es amplificada convenientemente por el bloque de simplificación antes de pasar a las bobinas de estimulación.

La intensidad del campo electromagnético generado está determinada por el voltaje suministrador y la frecuencia de voltaje variable que se controla con el panel frontal del equipo. La presencia de los estímulos se comprueba por el parpadeo de los indicadores, de modo tal que el paciente puede percatarse de cualquier desperfecto o de la desconexión accidental de las bobinas si dicho movimiento deja de producirse.

El reloj eléctrico permite calcular, el tiempo exacto del tratamiento, llevar a cero la fuente de voltaje variable y finalizar la estimulación una vez transcurrido el tiempo preestablecido.

Modo de empleo durante la investigación

Las bobinas fueron colocadas paralela y perpendicularmente al foco de pseudoartrosis, se conectó el equipo a la red de 110 volts y se aplicó no menos de 10 horas diarias; manteniendo al paciente en reposo durante la estimulación.

Parámetros biotrópicos

- Tipo de campo magnético: alterno

- Tipo de onda: cuadrada

- Frecuencia: 15 Hertz

- Ritmo: pulsante

- Tiempo de exposición: 10 horas diarias como mínimo

- Número de sesiones: 365 días (1 año)

- Inducción magnética: 2 Gauss.

Metrología

La certificación de que los parámetros ya referidos del campo magnético se mantenían durante el transcurso de la investigación, fue realizada en cada corte trimestral, por los especialistas del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), autorizados a los efectos; quienes no detectaron modificación alguna de dichos indicadores (anexo 4).

Análisis
y discusión de los
resultados

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

a) Características generales

Nuestra investigación sobre la aplicación del campo electromagnético pulsátil en la pseudoartrosis séptica de la tibia, como tratamiento coadyuvante a la fijación externa, fue realizada en una casuística de 30 pacientes, divididos en dos grupos: el de estudio con 15 integrantes y el control con igual cifra.

Su distribución aleatoria por sexo (tabla 1) reveló una notable coincidencia numérica en cuanto a la proporción de hombres y mujeres, puesto que en ambos casos las segundas constituían la tercera parte y los primeros duplicaban.

Tabla 1. Pacientes tratados según sexo

Sexo	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
Femenino	5	33,3	5	33,3
Masculino	10	66,7	10	66,7
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

En el análisis estadístico de esta variable se aplicó la Dócima de los Signos, donde se tomó como signo positivo la presencia del sexo femenino en el grupo de estudio en el cual hubo 4 signos positivos en relación con sólo 3 de la tabla binomial, aceptándose la hipótesis de que la pseudoartrosis séptica de la tibia es más frecuente en el sexo masculino, con un nivel de confiabilidad al 95%.

Estos resultados concuerdan con los de Escarpanter (36), Martínez (39) y Nuñez (40), quienes hallaron también una mayor incidencia en los varones, con 90,5%;

83,3% y 90,6% respectivamente. Igual supremacía notifica Yera (41) en un estudio sobre pseudoartrosis sépticas tratadas con fijadores externos, dada por 93,7%.

Si se indagan las causas de estas proporciones, se pondría de relieve el hecho de que los hombres, al llevar una vida socialmente más activa que las mujeres y desarrollar actividades de mayor riesgo, están expuestos con mayor frecuencia a sufrir accidentes y, con ello, fracturas graves de alta energía que evolucionen hacia la pseudoartrosis.

En cuanto a la edad (tabla 2 a) se evidenció el predominio de los afectados de 26 a 35 y de 36 a 45 años en los dos grupos, con 80% en el estudio y 60% en el control al sumar ambas distribuciones en cada caso.

Tabla 2 a. Pacientes tratados según grupos etáreos

Grupos etáreos (en años)	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
16 - 25	2	13,3	4	26,7
26 - 35	6	40,0	3	20,0
36 - 45	6	40,0	6	40,0
46 - 60	1	6,7	2	13,3
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

El promedio de edades en ambos grupos (tabla 2 b) demostró una correspondencia significativa entre ellos, con un nivel de confianza de 95%.

Grupos	X	DE
De estudio	37,3	7,4
Control	36,2	12,4
Fuente: Planilla de investigación		p<0,05

Leyenda:

X -Media

DE -Desviación estándar

Estos datos se asemejan a comunicados por Lortot (42) quien afirma que en sus pacientes la pseudoartrosis se presentó entre los 15 y 80 años, con una edad promedio de 32; por Mayer (43), en cuya casuística se produjo entre los 18 y 52 años, con una edad promedio de 34; Skroch (9), que en una serie de 22 afectados de 12 a 52 años, encontró una edad promedio de 33, y por Catena (44) el cual trató la pseudoartrosis séptica de la tibia con el método de Ilizarov y dio a conocer una primacía del grupo etáreo de 20 a 49 años, con una edad promedio de 34.

En la muestra estudiada se observó que la edad promedio del grupo de estudio era mayor que la del grupo control; pero cuando se estimó la Dócima para realizar inferencias a nivel poblacional, se aceptó la hipótesis de que dicha edad resultaba menor en el primer grupo con respecto al segundo, dado que los traumatismos son más frecuentes en la población económica y socialmente más activa, que se halla expuesta a mayores riesgos de accidentarse y está sometida a los factores predisponentes para la pseudoartrosis, entre ellos la precaria irrigación sanguínea en este segmento corporal y la disminución del poder osteogénico del hueso a medida que la persona va envejeciendo.

Cabe señalar que los 4 pacientes de 16 y 25 del grupo control presentaban fracturas abiertas con gran conminución ósea, causadas por traumatismos de alta energía, de modo que en ellos existían las condiciones propicias para que se produjera la pseudoartrosis a estas edades.

La localización más comúnmente encontrada de la pseudoartrosis séptica de la tibia (tabla 3), correspondió al tercio inferior, con 66,7% en el grupo de estudio y 53,3 % en el control; seguida en orden decreciente por la del tercio medio. El único caso en el tercio superior estuvo relacionada con una osteosíntesis deficiente.

Tabla 3. Pacientes tratados según localización de la pseudoartrosis

Localización	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
Tercio superior	0	0,0	1	6,7
Tercio medio	5	33,3	6	40,0
Tercio inferior	10	66,7	8	53,3
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

Estos resultados concuerdan con los de Böhler (2) en cuanto a la primacía de la pseudoartrosis del tercio distal de la tibia, así como también con los de Watson (4), quien sostiene que el tercio inferior suele ser más propenso a la consolidación retardada, puesto que el fragmento inferior es relativamente avascular. Por su parte, Piulach (45) opina que las fracturas de la mitad inferior de la tibia son más proclives a la pseudoartrosis por la defectuosa irrigación sanguínea al fragmento inferior; porque la unión del tercio medio con el inferior es el punto donde la tibia pierde su forma prismática triangular con gruesas corticales, para tornarse

cilíndrica y con abundante tejido esponjoso, de modo que se crea una zona más vulnerable; y porque a ese nivel las masas musculares han desaparecido para dejar paso a tendones, lo cual hace que las fracturas abiertas infectadas sean más frecuentes en el sitio donde la tibia se encuentra subcutánea.

D'Aubigne (46) destacó la importancia de la infección no sólo como causa de pseudoartrosis tras la fractura aguda, sino de fracaso después de haber realizado injertos óseos pues según este autor, el proceso séptico es mucho más grave en la extremidad inferior que en la superior.

Al clasificar a los pacientes de acuerdo con el tipo de pseudoartrosis (tabla 4), se tuvo presente el hecho de que la mayor parte de las clasificaciones incluyen las no sépticas y sépticas de manera general; pero en este trabajo se hizo según las características radiográficas en relación con el crecimiento o trofismo del foco pseudoartrosico, según lo cual existía pseudoartrosis séptica hipertrófica en más de la mitad de los integrantes de ambos grupos, seguida en orden por la atrófica en porcentajes bastantes cercanos entre sí.

Tabla 4. Pacientes tratados según tipo de pseudoartrosis.

Tipo de pseudoartrosis	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
Hipertrófica	8	53,3	9	60,0
Normotrófica	1	6,7	1	6,7
Atrófica	6	40,0	5	33,3
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

Skroch (9), quien también aplicó esta clasificación, informa 40% de normotróficas, 36 % de atróficas y sólo 22,7 % de hipertróficas; en tanto Catena (44) refiere 46,3 % de atróficas.

Como puede verse, en cada estudio el primer lugar fue ocupado por un tipo diferente de pseudoartrosis, pero ello pudiera atribuirse al tamaño de las respectivas muestras, pues Bassett (47) halló una prevalencia de 75% a 80% de hipertróficas, que se asemeja a la encontrada por Norde (48) en su casuística: 83%.

Con referencia a la causa de pseudoartrosis séptica (tabla 5), es evidente que en los dos grupos primó la fractura abierta en igual cifra (86,7%), seguida en muy baja proporción por la osteosíntesis realizada previamente.

Tabla 5. Pacientes tratados según causa de la pseudoartrosis

Causa	Grupo de Estudio		Grupo Control	
	No	%	No	%
Fractura abierta	13	86,7	13	86,7
Osteosíntesis	2	13,3	2	13,3
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

En la Décima de los signos se tomó como positivo que la mayor frecuencia de pseudoartrosis séptica se deriva de una fractura abierta, puesto que en este análisis se obtuvo un solo signo positivo, que se correspondió también con un solo signo positivo de la tabla binomial, de donde se infiere que la probabilidad de ocurrencia de una pseudoartrosis séptica está presente en cualquiera de las dos causas o vías de penetración del germen en el foco de fractura. No obstante, se

deduce que las fracturas abiertas son más propensas a la infección porque desde el comienzo existen cuerpos extraños en ellas, gran exposición de tejidos en algunos casos y otros factores anatómicos ya descritos que favorecen la permanencia del microorganismo a pesar de las medidas terapéuticas inicialmente adoptadas.

Patzakis (49) da a conocer 60 a 70 % de crecimiento bacteriano en las fracturas abiertas en el momento del ingreso.

Al respecto, Yera, Moré y Nicolás (41) hallaron que en su serie de 320 pacientes, 53,7 % de las pseudoartrosis habían sido generadas por fracturas abiertas y 42,8% por osteosíntesis efectuadas; pero es obvio que por las razones antes formuladas, la mayor incidencia causal de las pseudoartrosis se relaciona con el antecedente de una fractura abierta.

El germen más comúnmente aislado en la pseudoartrosis (tabla 6) fue el Estafilococo dorado, con 53,4 % en el grupo de estudio y 46,6% en el grupo control, seguido por la Pseudomonas, la Klebsiella y la E. coli, entre otros.

Tabla 6. Pacientes tratados según el tipo de germen aislado.

Tipo de germen	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
Estafilococo dorado	8	53,4	7	46,6
Pseudomonas	2	13,3	3	20,0
Klebsiella	2	13,3	3	20,0
E. coli	1	6,7	1	6,7
Otros	2	13,3	1	6,7
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

Estos resultados se corresponden con los de Kirkpatrick (50), el cual aisló Estafilococo dorado en 90% de las infecciones óseas, otros agentes causales pertenecientes al grupo de los estreptococos en 5% y un pequeño porcentaje distribuido entre E. coli, Salmonellas y otros microorganismos.

En su estudio de un año sobre sepsis en ortopedia, Escarpanter (36) encontró un 28,5 % de Estafilococo dorado, 21% de Klebsiella y 71% la E. coli.

Arolo (51) comunica la presencia de Estafilococo dorado en 66,7% de sus pacientes; predominio este que también constató Bassett (52) en los suyos, seguido por la Pseudomonas aeruginosa.

b) Resultados comparativos entre los dos tratamientos empleados

En la tabla 7 se registra el tiempo que transcurrió hasta la desaparición de las secreciones y, con ello, del trayecto fistuloso. Una vez iniciado el tratamiento, en 66,7 % de los pacientes del grupo de estudio se eliminaron las secreciones en el primer trimestre y en 20% entre los 3 a 6 meses, lo cual ocurrió a la inversa en los tomados como controles (20,0 y 53,4%, respectivamente).

Tabla 7. Tiempo transcurrido hasta la desaparición de las secreciones

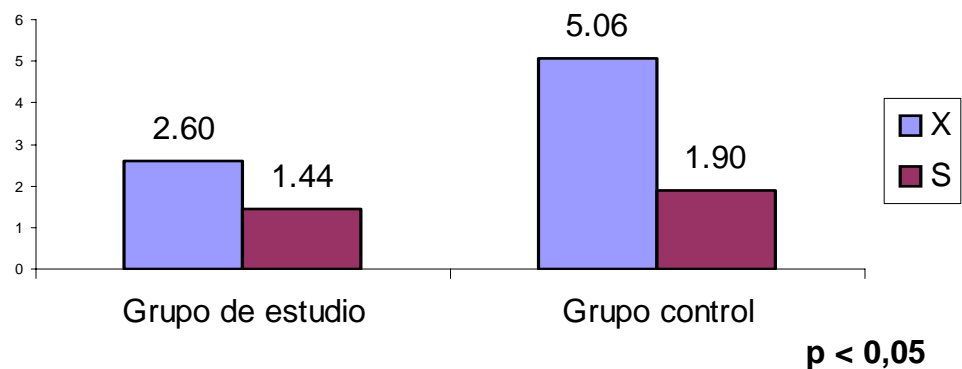
Tiempo (en meses)	Desaparición de las secreciones			
	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
- 3	10	66,7	3	20,0
3-6	3	20,0	8	53,4
+ 6	2	13,3	4	26,6
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

Lo anterior denota que hubo una diferencia notable entre ambos grupos en cuanto al tiempo necesitado para que desaparecieran las secreciones y el trayecto fistuloso, que fue mucho más corto en los tratados con campo electromagnético pulsátil que en los que sólo recibieron la fijación externa.

El tiempo promedio para la eliminación de las secreciones (gráfico 1) resultó ser de 2,60 meses en el grupo de estudio con una desviación estándar de 1,44; mientras que en el grupo control estuvo dado por 5,06, con una desviación estándar de 1,90.

Gráfico 1. Principales estadígrafos para el tiempo en que desaparecieron las secreciones, expresado en meses



En su casuística de 300 pacientes, de los cuales 30 % presentaba pseudoartrosis séptica, Bassett (52) observó considerables cambios en el drenaje de las secreciones y una gran depresión del crecimiento de gérmenes como Pseudomonas y Estafilococo dorado, lo cual le indujo a concluir que deben incrementarse las pruebas de laboratorio clínico al respecto para poder demostrar la acción del campo electromagnético pulsátil sobre las bacterias.

Según Belyaeviy (53), disminuye sustancialmente el crecimiento del Estafilococo dorado cuando recibe bajas frecuencias electromagnéticas, lo que refuerza la teoría de la actividad antiséptica del campo magnético.

Como se advierte, la diferencia entre los tiempos promedios de desaparición de las secreciones entre los grupos de estudio y control fue de 2,46 meses, atribuible a la influencia de la acción, ya demostrada, de los fijadores externos en la curación de la pseudoartrosis séptica; pero conviene puntualizar que los resultados estuvieron influidos también por la aplicación del CEMP como tratamiento coadyuvante, avalado por el período requerido para la erradicación de las secreciones en los pacientes del grupo de estudio.

En el presente trabajo se analizó además la correlación existente entre los tiempos de consolidación y eliminación de las secreciones (tabla 8), de donde se derivó que ésta resultó moderada, pero más acentuada en el grupo de estudio, lo que significa que en la misma medida en que van consolidándose los huesos, van desapareciendo las secreciones; proceso validado por un nivel de confiabilidad de 95%.

Tabla 8. Coeficiente de correlación entre los tiempos de consolidación y eliminación de las secreciones

	Correlación	
	De estudio	Control
Tiempo de consolidación	166,40	266,10
Tiempo de eliminación de las secreciones	2,60	5,06
R	0,67	0,54

Fuente: Planilla de investigación

Leyenda:

R: Correlación

En la evaluación humoral de los pacientes estudiados se contempló la eritrosedimentación en los diferentes trimestres después de iniciada la terapia (tabla 9); así durante el primero se normalizó en 46,7 % del grupo de estudio y se mantuvo elevada en 53,3% de ellos; mientras que esto último permaneció constante en casi la totalidad de los controles (93,3 %).

Tabla 9. Valores de la eritrosedimentación en el primer trimestre del tratamiento

Eritrosedimentación	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
Normal	7	46,7	1	6,7
Elevada	8	53,3	14	93,3
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

Cuando se aplicó la Dócima de los signos se hallaron 6 signos positivos, que se correspondieron con 4 signos positivos en la tabla binomial, por lo cual se aceptó la hipótesis de que en este período la acción del CEMP disminuyó los valores de la eritrosedimentación, en contraste con lo ocurrido en los pacientes del grupo control que no la recibieron. En esta distribución existió un nivel de significación de 95% de confianza.

En el segundo trimestre (tabla 10), la eritrosedimentación se normalizó en 93,3% de los integrantes del grupo de estudio; mientras que ello sólo fue así en 60,0% de los tomados como controles.

Tabla 10. Valores de la eritrosedimentación en el segundo trimestre del tratamiento

Eritrosedimentación	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
Normal	14	93,3	9	60,0
Elevada	1	6,7	6	40,0
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

En el análisis de la Dócima se obtuvieron 4 signos positivos, pero sólo 2 se correspondieron con los de la tabla binomial, reforzando la hipótesis anteriormente evaluada de los primeros 3 meses. En esta ocasión, el nivel de confianza también fue de 95%.

Cuando se llegó a la evaluación del tercer trimestre (tabla 11) en todos los pacientes del grupo de estudio se había normalizado la eritrosedimentación; pero aún persistía elevada en uno de los controles.

Tabla 11. Valores de la eritrosedimentación en el tercer trimestre del tratamiento

Eritrosedimentación	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
Normal	15	100,0	14	93,3
Elevada	0	0,0	1	6,7
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

En este caso, como la Dócima dio un signo positivo, que correspondió a 1 en la tabla binomial, se aceptó la hipótesis de que los valores de la eritrosedimentación

tienden a normalizarse hacia el tercer trimestre con ambos tratamientos, para un nivel de confianza de 95 %.

Analizando de manera integral los valores de la eritrosedimentación en el transcurso de la investigación puede afirmarse que éstos normalizaron en el grupo de estudio durante los primeros 6 meses del tratamiento y que después de ese tiempo fue que se logró en el control; diferencia que se explica por la acción del campo electromagnético pulsátil en el primer grupo, ya que no existió en este período ninguna otra actividad de agentes externos o internos que modificara las cifras de la eritrosedimentación, además de la ausencia de enfermedades asociadas en los pacientes de ambos grupos.

Este parámetro de evaluación de la respuesta a la terapia coadyuvante con CEMP aplicado a la fijación externa, no pudo compararse con lo planteado en otros trabajos porque en la literatura revisada no se hace referencia alguna a los valores de la eritrosedimentación en estos casos; razón por la cual se impone evaluarla como un indicador que mide el grado de actividad del germen en el proceso infeccioso y que puede tomarse como tal para el seguimiento evolutivo de la pseudoartrosis séptica cuando se emplee el tratamiento con campo electromagnético pulsátil, teniendo en cuenta lo obtenido en esta experiencia.

En la evaluación radiográfica de los pacientes de ambos grupos se consideró la evolución de la esclerosis de los bordes óseos en el foco de pseudoartrosis, en la misma medida en que ocurría la acción interpresiva del fijador externo a este nivel y cómo la acción del CEMP en el grupo de estudio influía sobre dicho foco.

En el primer trimestre del tratamiento (tabla 12), sin bien la esclerosis de los bordes se presentó en 80% de los integrantes del grupo de estudio y desapareció en los restantes, se mantuvo en todos los que formaban el grupo control.

Tabla 12. Presencia de esclerosis de los bordes en el primer trimestre del tratamiento

Presencia de esclerosis	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
Sí	12	80,0	15	100,0
No	3	20,0	0	0,0
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

Cuando se realizó la Dócima hubo 3 signos positivos solamente, comparados con 4 de la tabla binomial, de modo que se aceptó la hipótesis de que a nivel poblacional desaparecería la esclerosis más tempranamente durante el primer trimestre del tratamiento, en los pacientes que recibieron la acción del campo electromagnético pulsátil asociado a la fijación externa, que en los del grupo control.

En el segundo trimestre (tabla 13), la esclerosis de los bordes estuvo presente en 13,3% de los pacientes del grupo de estudio y en 60,0% de los controles.

Tabla 13. Presencia de esclerosis de los bordes en el segundo trimestre del tratamiento

Presencia de esclerosis	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
Sí	2	13,3	9	60,0
No	13	86,7	6	40,0
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

Al realizar la Dócima de los signos se encontraron 5 signos positivos, lo cual resultó ser mayor en comparación con los 4 de la tabla binomial, lo que permite inferir en el ámbito poblacional la probabilidad de que en este período desaparezca la esclerosis con ambos tipos de terapéutica.

Los resultados hacia el tercer trimestre del tratamiento (tabla 14) indican cómo en un paciente del grupo de estudio y en 3 del control permanecieron signos radiográficos de esclerosis. Estos resultados tuvieron un nivel de confianza al 95%.

Tabla 14. Presencia de esclerosis de los bordes en el tercer trimestre del tratamiento.

Presencia de esclerosis	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
Sí	1	6,7	3	20,0
No	14	93,3	12	80,0
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

En esta ocasión, la Dócima de los signos conduce a aceptar la hipótesis de la probabilidad, a nivel poblacional, de que la desaparición de la esclerosis sea

mayor en los pacientes que reciban la acción del campo electromagnético pulsátil asociado a la fijación externa, pues sólo se encontraron 2 signos positivos en relación con los 4 de la tabla binomial.

En los exámenes radiográficos pudo observarse como fue cambiando la línea de contacto de ambos extremos, al tiempo que aparecería el paso de trabéculas óseas de un extremo a otro, todo lo cual fue más visible en la pseudoartrosis de tipo hipertrófica, lo que se explica por la existencia de una mayor superficie de contacto entre ellos.

La evaluación trimestral de la consolidación ósea de acuerdo con los exámenes clínico y radiográfico (tabla 15) reveló que ésta fue alcanzada por 46,7% de los pacientes del grupo de estudio en el segundo trimestre y por 33,3% en el tercero; mientras que esas mismas cifras se obtuvieron en los controles, pero en el cuarto y tercer trimestre, respectivamente, de donde se colige que el tiempo de consolidación ósea se reduce en los que se añade la acción del CEMP en comparación con los que reciben fijadores externos solamente.

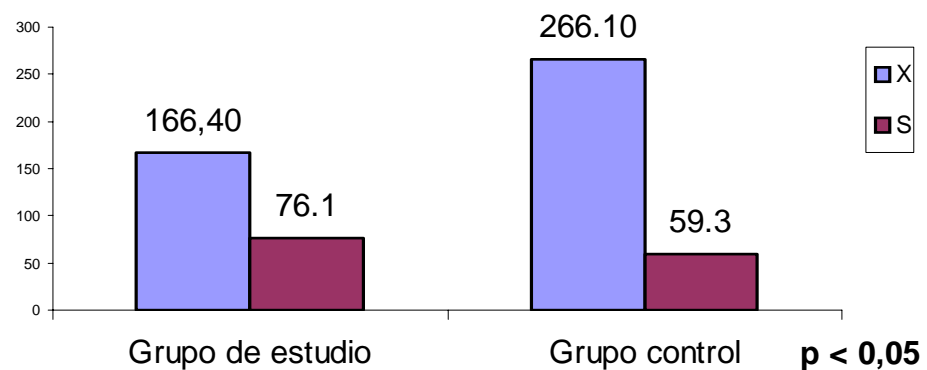
Tabla 15. Evaluación trimestral de la consolidación ósea.

Tiempo (en meses)	Consolidación ósea			
	Grupo de estudio		Grupo control	
	No.	%	No.	%
- 3	1	6,7	0	0,0
4 – 6	7	46,7	3	20,0
7 – 9	5	33,3	5	33,3
9 –12	2	13,3	7	46,7
Total	15	100,0	15	100,0

Fuente: Planilla de investigación

Para lograr la consolidación ósea (gráfico 2), el grupo de estudio necesitó como promedio 166,4 días, con una desviación estándar posible de 76,1, sin embargo, el otro grupo requirió como promedio 266,1 días con una desviación estándar de 59,3 días. En esta distribución hubo un nivel de confianza de 95%.

Gráfico 2. Principales estadígrafos para el tiempo de tratamiento empleado en la consolidación ósea.



El principal objetivo perseguido con el tratamiento de la pseudoartrosis es obtener la consolidación ósea en el menor tiempo posible; parámetro al cual prestan mucha atención todos los autores consultados (3,9,12,15,39,40,41)

Paterson (54) logró esa finalidad en un tiempo promedio de 16 semanas de tratamiento (112 días) en 89% de sus pacientes; en tanto Skroch (9) lo consiguió en 12,5 meses (381 días), pero en personas tratadas solamente con fijación externa según el método de Ilizarov.

Martínez (39) quien utilizó el campo electromagnético pulsátil, en las pseudoartrosis no sépticas, obtuvo la consolidación en 4,1 meses (125 días) como promedio y usó los mismos parámetros biotrópicos al emplear el equipo ECMP-01.

De igual forma, Del Toro, Zayas y Ceballos (55) obtuvieron la consolidación ósea en 91 % de los pacientes en los cuales asociaron el campo electromagnético pulsátil con el equipo ECMP-01 al enyesado. De las 12 pseudoartrosis tratadas, 4 eran sépticas; pero afirman en sus resultados que eliminaron la sepsis en la totalidad de la casuística sin aplicar tratamientos ortopédicos habituales para erradicar la infección ósea, excluyendo el uso de fijadores externos.

Yera et al(41) manifiesta que 37,5% de sus pacientes mantuvieron durante menos de un año la terapia con fijador externo; algo similar a lo expresado por Andersen (56) en su trabajo, donde el tiempo promedio con ese aparato fue de 5,2 meses (158 días); y también a lo expuesto por Catena (44), quien logró la consolidación ósea con ese tratamiento a los 7,5 meses (226 días) en 94% de los casos, con una desviación estándar de 2,6 meses (78 días).

En nuestros resultados hubo una diferencia significativa de 99,7 días entre el tiempo promedio de consolidación en los pacientes de los grupos control y de estudio, a favor de este último, lo cual pone de relieve las ventajas terapéuticas cuando se asocia el campo electromagnético pulsátil a la fijación externa, puesto que en 53,4% de los tratados con esa combinación se resolvió la pseudoartrosis durante el primer semestre del tratamiento.

Cuando se realizó y analizó la Dócima comparativa de las medias para hacer inferencias poblacionales, previa comprobación de que la variable seguía un curso normal, se demostró que la t de prueba (4,002) era mayor que la t de tabla (2,04); es decir el tiempo de consolidación ósea en los pacientes con pseudoartrosis séptica de la tibia que sean tratados con campo electromagnético pulsátil, disminuye en comparación con aquellos que reciban solamente la fijación externa.

Uno de los aspectos que se tuvo en cuenta para la evaluación final de los resultados, consistió en el cumplimiento promedio de la aplicación del CEMP en los integrantes del grupo estudio. Al respecto, fue altamente significativo el promedio de días requeridos para cumplir el tratamiento indicado (tabla 16), que superó el de los días incumplidos.

Tabla 16. Cumplimiento promedio del tratamiento con campo electromagnético pulsátil

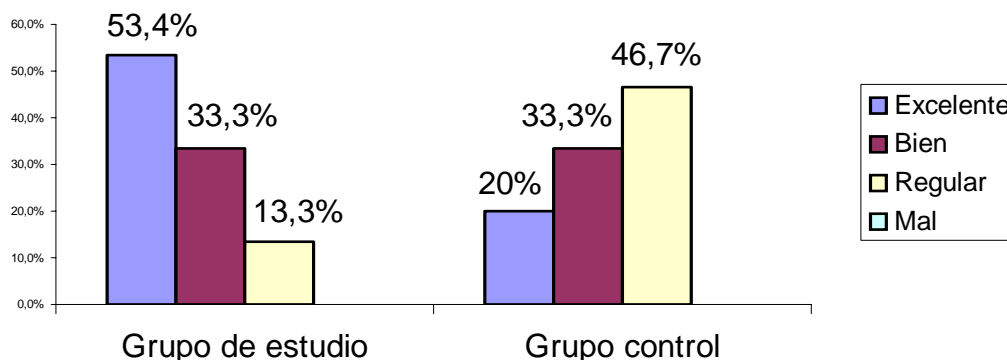
Días	X	DE
Cumplido	363	1,69
Incumplido	1,8	1,3

Fuente: Planilla de investigación

P<0.05

Al realizar la evaluación final de los resultados según los parámetros establecidos en la investigación (gráfico 3), se obtuvo que en 53,4% del grupo de estudio fueron calificados como Excelentes y en 33,3% como Bien, los cuales representaron la mayoría de ellos.

Gráfico 3. Evaluación final de la respuesta al tratamiento



En el grupo control prevaleció la categoría de Regular (46,7%), seguida por la de Bien y Excelente en ese orden.

Martínez (39) utilizó parámetros similares para la evaluación de la respuesta y dio a conocer 33,3 % de resultados Excelentes y 58,3 % de Bien, por el contrario, Skroch (9) obtuvo un 72,7 % y 18,8 %, respectivamente; y los de Catena (44) se asemejaron bastante a estos últimos, con 74,3 % y 12,8 % en uno y otro caso.

En ambas referencias no se especifican los parámetros usados por los autores, de donde se infiere que puede haber diferencias en este sentido y que ello impide además compararlos con nuestros criterios de evaluación.

Teniendo en cuenta los estudios muestrales y las inferencias poblacionales, los presentes resultados reflejan las ventajas que pueden obtenerse cuando se combinan los dos tratamientos para disminuir el tiempo empleado en alcanzar la consolidación ósea de la pseudoartrosis séptica de la tibia y de esta forma lograr su más pronta recuperación, así como su reincorporación a la vida laboral y socialmente útil de estos pacientes.

5. Conclusiones

5. CONCLUSIONES

Con inferencia poblacional, existe una mayor probabilidad de que en los primeros seis meses de tratamiento de la pseudoartrosis séptica de la tibia con fijadores externos, asociado al campo electromagnético pulsátil, se obtenga una respuesta más eficaz que cuando se aplican solamente los fijadores externos, lo que se evidenció a través de una más pronta eliminación de las secreciones, desaparición de la esclerosis ósea en los bordes y normalización de los valores de eritrosedimentación en los pacientes del grupo de estudio.

La consolidación ósea se logró en el grupo de estudio más rápidamente (99,7 días de promedio) y con mejores resultados que en el grupo control, lo cual valida la eficacia del tratamiento coadyuvante con campo electromagnético pulsátil

6. Recomendaciones

6. RECOMENDACIONES

1. Continuar aplicando el campo electromagnético pulsátil como terapéutica coadyuvante en los pacientes con pseudoartrosis séptica de la tibia, tratados con fijación externa, teniendo en cuenta los resultados obtenidos.
2. Utilizar las variables empleadas en la evaluación clínica, radiográfica y humoral en el seguimiento evolutivo de la pseudoartrosis séptica de la tibia.

Evaluar los beneficios económicos y sociales para el paciente y las instituciones de salud con este tipo de tratamiento.

7. Referencias

Bibliográficas

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Patel J. Nuevo manual de patología quirúrgica. 2da. ed. T2. Barcelona: Científico - Técnica 1962: 475.
2. Böhler L. Técnicas del tratamiento de las fracturas. 4ta. ed. T1. Barcelona: Editorial Labor, SA. 1961. 272.
3. Campbell W C. Cirugía ortopédica. 7ma ed. T 3. La Habana: Editorial Científico - Técnica; 1998: 2580 - 2.
4. Watson J. Fracturas y traumatismos articulares. 3ra. ed. La Habana Editorial Científico - Técnica; 1980: 1027.
5. Boyd HB, Lipinski SK, Wiley J H. Observations on nonunion of the shafts of the long bone, with a statistical analysis of 842 pacientes. J Bone Joint Surg 1961; 43-A: 159-161.
6. Weber BG, Cech O. Pseudoarthrosis, pathology, biomechanics, therapy, results. Berne: Hans Huber Medical; 1976: 115-20.
7. Ilizarov G. Tratamiento de la pseudoartrosis de los huesos de la pierna en condiciones ambulatorias por el método de la osteosíntesis transósea de Ilizarov. Recomendaciones metodológicas. Kurgan: Dirección General de Investigaciones Científicas de los Institutos de Coordinación de las Investigaciones Científicas. MINSAP. R.S. F.S.R.; 1977: 5 - 8.
8. Müller ME. Treatment of no – union by compression. Clin Orthop 1965; 43(83): 43-4 8.
9. Skroch GP. Pseudoartrosis infectada de tibia. Tratamiento por el método de Ilizarov. Rev Bras Ortop 1994; (20)5: 136-40.

10. Phemister DB. Splint graft in the treatment of the delayed and nonunion of fractures. *Surg Gynecol Obstet* 1931; (52): 376-78.
11. Campbell WC. Cirugía ortopédica. 6ta ed. T1. La Habana: Edición Revolucionaria; 1981: 765 - 8.
12. Álvarez R. Tratado de cirugía ortopédica y traumatología. T2. La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1986: 353.
13. Müller ME. Manual de osteosíntesis. Técnica AO. 2da ed. Barcelona: Editorial Científico - Técnica; 1980: 95-9.
14. Álvarez R. Tratado de cirugía ortopédica y traumatología T1. La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1985: 92.
15. Zayas JD. Algunas consideraciones de los campos electromagnéticos y C.D.B. en ortopedia y traumatología. [monografía]. Managua; 1988: 1-20.
16. Bansal HL. Magnetoterapia. [libro de autoayuda]. Cura por los campos magnéticos. Buenos Aires: Editorial Continente; 1993: 19.
17. Guillén P. Madrigal J. Aplicaciones clínicas de los campos magnéticos. Magnetoterapia y magnetosteogenia. *Rev Esp Cir Ost* 1985; 20 (119): 257- 9.
18. Zayas J D. Evolución del tratamiento de las fracturas de la tibia y el peroné, mediante la fijación externa asociada a la estimulación eléctrica y electromagnética. La Habana. 1994: 3-22.
19. Fukada E, Yasuda I. On the piezoelectric effect of bone. *Phs Soc Japan* 1957; 12: 1158-62.
20. Ohashi T. Electrical callus formations and osteogenesis. *J Japan Orth Ass* 1982; 56: 615-33.
21. Shellnack K. Electrophysiologische der Frakturund Pseudarthros Durch Elektrostimulation. *Beith Orthop Trauma* 1979; 26(9): 473-83.

22. Becker RO. Significance of electrically simulated osteogenesis. More questions and answers. Clin Orthop 1979; 266-74.
23. Bassett CAL, Pie Krarski KD, Demetriades A. Estimulación osteogénica por medio de aplicación de la corriente directa. Acta Orthop Escand 1978; 48: 113-20.
24. Frienderberg ZB. Bioelectric potentials in bone. J Joint Surg (AM) 1966; 48: 915-24.
25. Cochran GV. Experimental methods for stimulation of bone healing by means of electrical energy. Bull NY Acad Med Sgi 1972; 48: 899-911.
26. Bassett CAL. Current concepts of bone formation. J Bone Joint Surg 1962; 44A: 1217-44.
27. Becker RO. Clinical experience with low intensity direct current stimulation of bone growth. Clin Orthop 1979; 62A: 75-83.
28. Bassett CAL, Valdez MG. Modification of fracture repairs with, selected pulsing electromagnetic field. J Bone Surg 1982; 64A: 888.
29. Ceballos A. Callo óseo eléctrico. La Habana: Palacio de las Convenciones; 1996: 9-10.
30. Ibañez J. Bases biológicas de los efectos de los campos magnéticos. Tribuna Med 2000; 3(40): 17-28.
31. Thompson C.J, Yang VS. Electrical callus formation and its osteogenesis. Bioelectromagnetics 2000; 21(6): 455-64.
32. Guerkov HH, Lohmann CH, Liuy DD. Pulsed electromagnetic fields increase growth factor release by nonunion cells. Clin Orthop 2001; (384): 265-79.
33. Bassett CAL. The bone growth chamber for quantification of electrically induced osteogenesis. J Orthop Res 1986; 6(4): 194-81.

34. Wolfgang C. Medicina alternativa Burton Golberg. 2da Pte. Oxford: Future Medicine; 1999: 330-2.
35. Korotkikh NG: Low frequency pulsed magnetotherapy combined with electrostimulation of biologically active points in the combined treatment of traumatic mandibular osteomyelitis. Stomatologiya (Mosk) 1999; 78(5): 35-8.
36. Escarpanter J, Ceballos A. Resultados en el tratamiento de la pseudoartrosis. Rev Cubana Ortop y Traumatol. 1993; 7 (1-2): 42-50.
37. Mrad JC. Tratamiento coadyuvante con campo electromagnético en la pseudoartrosis séptica de la tibia con fijación externa. MEDISAN [on line] 2000; 4(3): 5 pantallas.
38. Ilizarov G. Tratamiento de los defectos de los huesos de la pierna cuando existe una infección ósea, Recomendaciones metodológicas. Kurgan: 1977: 4.
39. Martínez R. Tratamiento de la pseudoartrosis de tibia con fijadores externos y campo magnético [trabajo para optar por el título de especialista de I Grado en Ortopedia y Traumatología]. 1982. Hospital Militar Docente “ Manuel Fajardo Rivero”, Villa Clara.
40. Núñez E. Tratamiento de la pseudoartrosis de la tibia con fijadores externos. [trabajo para optar por el título de especialista de I Grado en Ortopedia y Traumatología]. 1987. Hospital Militar Docente “Dr. Joaquín Castillo Duany”, Santiago de Cuba.
41. Yera J, Moré R, Nicolás R. Pseudoartrosis séptica tratada con el fijador externo RALCA. Rev Cubana Ortp Traumatol [on line] 1995; 9(1-2): 5 pantallas.

42. Lortot J. Aparatos de fijación externa y métodos en traumatología y ortopedia. Materiales II Seminario Internacional sobre Mejoras de los Aparatos de Fijación Externa. París, 1985: 163.
43. Mayer V, Patzak P. El tratamiento de la pseudoartrosis de la tibia infectada con fijación externa. *Betr Orthop Traumatol* 1982; 29: 325-33.
44. Catena R, Targa W. Tratamiento de la pseudoartrosis infectada de la tibia por el método de Ilizarov. *Rev Bras Ortop* 1998; 33 (8): 583-7.
45. Piulach P. Lesiones de patologías quirúrgicas. 2da ed. T2. Barcelona: 1967: 800.
46. D' Aubigne R. Infection in the treatment of ununited fractures. *Clin Orthop* 1965; 43: 77.
47. Bassett C. Treatment of ununited tibial diaphyseal fracture with pulsing electromagnetic fields. *J Bone Joint Surg* 1981, 63A: 511.
48. Norde C. Infections in bone and joints. Oxford: Scientific Publications, 1994: 113-15.
49. Pattzakis M. Considerations in reducing the infections rate in open tibial fractures *Clin Orthop* 1993; 178: 36-41.
50. Kirkpatrick J. Enfermedades ortopédicas. 4ta ed. La Habana: Editorial Científico - Técnica; 1978: 249.
51. Arrollo J. Fijación externa realizada en el Hospital III José Cayetano Heredia. *Rev Med Perú Seg Social* 1995; 4(2): 19-27.
52. Bassett CAL. Electromagnetic reparus of no unions. Propiedades electromagnéticas de huesos y cartílagos. New York Clínica Norteamérica. Columbia 1979: 625.

53. Belyaeviy A. A double trial of pulsed electromagnetic fields for delayed union of tibial fractures see comments. *Bioelectrochemistry and bioenergetics*. 1985; 37(2): 85-90.
54. Paterson D. Treatment of no union with a constant direct current. *Clin Orthop AM* 1984; 15(19): 47-59.
55. Del Toro J, Zayas J, Ceballos A. CEMP en el tratamiento de la pseudoartrosis y defectos óseos. *Rev Cubana Med Militar* 1995; 24 (2): 61-8.
56. Andersen L, Johannsen H, Ernst C, Wecth E. Tibial pseudoarthrosis, treatment using the Ilizarov. *Techiquwe Ugeskr Laeger* 1996; 158 (16): 2337- 40.

8. Anexos

ANEXO 1

Consentimiento de participación en la investigación clínica con equipo médico

Yo: _____

Estoy de acuerdo en participar en la siguiente investigación clínica:

Se me ha explicado que los pacientes que se incluyen en esta investigación estarán sujetos a participar en cualquiera de los grupos de estudio, pudiendo recibir tratamiento con el equipo que se está probando o con el tratamiento convencional.

Se me ha explicado claramente y he comprendido los objetivos del trabajo, así como en qué consiste el tratamiento.

Se me ha explicado que esta aprobación es totalmente voluntaria y no representa ningún compromiso, pues estoy en plena libertad de no aceptarla o retirarla cuando estime conveniente, con garantías de recibir una atención médica adecuada.

Por tanto al firmar éste documento autorizo se me incluya en la investigación.

Y para que así conste y por mi libre voluntad firmo el presente consentimiento, junto con el médico que me ha dado las explicaciones, a los ___ días del mes de ___ de _____ de _____

Firma _____

Firma del médico: _____

ANEXO 3

Formulario de recogida de datos

Nombre del paciente: _____

Edad: _____ Sexo: M ___(1) No. inclusión: _____

F ___(2) Fecha de inclusión _____

Hospital: _____ HC _____

Seudoartrosis séptica causada por: Fractura abierta _____

Osteosíntesis previa _____

Tiempo previo al tratamiento: Años _____ Meses _____

Tratamientos anteriores recibidos _____, _____, _____,

_____, _____, _____.

Secuestros óseos: Sí ___(1) No ___(2)

Microorganismo patógeno: Gram + _____ Gram - _____

Eritrosedimentación inicial: _____

Tratamiento quirúrgico realizado para comenzar la terapéutica con

CEMP: Implantación de FE ___ a) Compresión ___ b) Distracción ___

Curetaje _____

Secuestrectomía _____

Fistulectomía _____

Tiempo de uso del CEMP: _____ meses y _____ días

Fecha de inicio _____ Fecha de terminación _____

Consolidación de la seudoartrosis: _____ meses

Tiempo en que desapareció la supuración: _____ meses

Reactivación del proceso: Sí ___ No ___

A que tiempo reapareció: _____ meses

Estudio radiológico: 3 meses 6 meses 9 meses 1 año

Presencia de secuestros _____

Esclerosis de bordes _____

Consolidación ósea _____

Eritrosedimentación: Meses

1 _____ 7 _____

2 _____ 8 _____

3 _____ 9 _____

4 _____ 10 _____

5 _____ 11 _____

6 _____ 12 _____

Cultivo evolutivo:

Período 3 meses 6 meses 9 meses 12 meses

Germen

Antibióticos utilizados: _____

Evaluación de la respuesta : E ___ B ___ R ___ M ___

Reacciones adversas colaterales: _____

Observaciones :

ANEXO 4

Resultado de la caracterización magnética de las bobinas del campo. Estimulador magnético ECMP-02

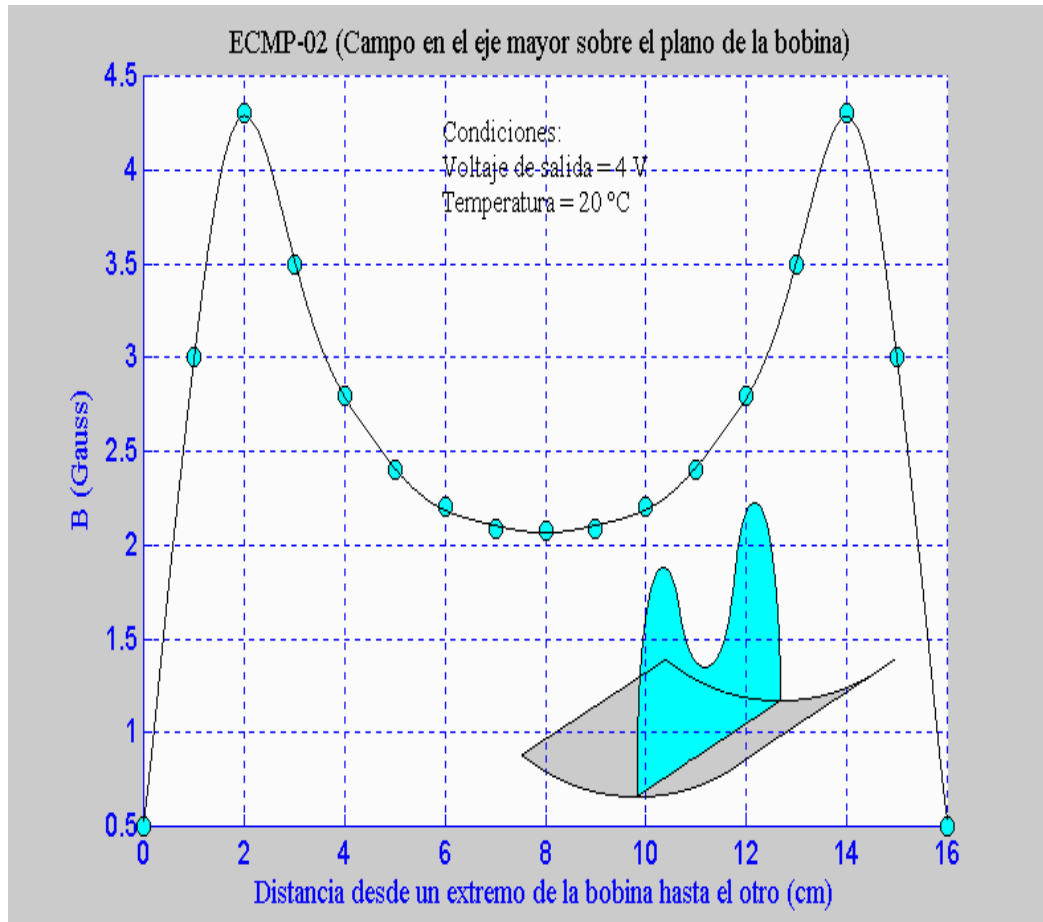




Figura 1: Fractura abierta de la tibia (radiografía inicial)



Figura 2: Seudoartrosis de la tibia con fijación externa y CEMP



Figura 3: Seudoartrosis de la tibia luego del tratamiento