

Campos electromagnéticos generados por corrientes de alta frecuencia. Influencia sobre los fisioterapeutas

Electromagnetic fields generated by high frequency current. Influences on physiotherapists

M. Albornoz Cabello. Fisioterapeuta. Doctor por la Universidad de Sevilla. Profesor Colaborador de Fisioterapia. Universidad de Sevilla. Sevilla. España

S. Cruz Sicilia. Fisioterapeuta. Profesora Asociada. Departamento de Fisioterapia. Universidad de Sevilla. Sevilla. España

J. Maya Martín. Fisioterapeuta. Licenciado en Kinesiología y Fisiatría. Profesor Titular de Fisioterapia. Director del Departamento de Fisioterapia. Universidad de Sevilla. Sevilla. España

Correspondencia:

Manuel Albornoz Cabello
malbornoz@us.es

Recibido: 8 enero 2008
Aceptado: 21 febrero 2008

RESUMEN

El objetivo de este estudio de revisión bibliográfica es conocer los posibles riesgos para la salud de los campos electromagnéticos en los fisioterapeutas que aplican las corrientes de alta frecuencia. *Material y métodos:* se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed, Scopus, PEDro y CINAHL, con las palabras clave diatermia, campos electromagnéticos y Fisioterapia. *Resultados:* existe cierta controversia entre los diferentes estudios en relación con la inocuidad-peligrosidad de los campos electromagnéticos en las aplicaciones de las corrientes de alta frecuencia por parte de los fisioterapeutas. No obstante, los trabajos no arrojan unas conclusiones firmes, recomendando los autores que se estudie con mayor profundidad. *Discusión:* todos los estudios destacan la importancia para los fisioterapeutas, y sobre todo para las embarazadas, de mantener las distancias de seguridad de entre 1 y 2 metros.

Palabras clave: diatermia, campos electromagnéticos, Fisioterapia.

ABSTRACT

The aim of this bibliographical study is to establish the potential health risks from electromagnetic fields in physiotherapists applying high frequency currents. Material and methods: a bibliographical search was carried out in PubMed, Scopus, DePedro and CINAHL for the key words diathermy, electromagnetic field and Physiotherapy. Results: certain controversy exists among the different studies as to the innocuousness – danger of electromagnetic fields in the application of high frequency currents by physiotherapists. However, the authors reach no firm conclusions and recommend more in-depth study. Discussion: all the studies highlight the importance for physiotherapists, especially during pregnancy, of maintaining a safety distance of 1 – 2 metres from the equipment.

Key words: diathermy, electromagnetic fields, Physical Therapy.

INTRODUCCIÓN

Las corrientes de alta frecuencia pueden definirse como oscilaciones electromagnéticas con frecuencias superiores a 300.000 Hz ⁽¹⁾. En la práctica clínica, las corrientes utilizadas son de frecuencia entre 1 y 3.000 millones de oscilaciones por segundo; es decir, de 1 a 3.000 MHz ⁽²⁾. En las aplicaciones de electroterapia con corrientes de alta frecuencia se habla comúnmente de radiaciones electromagnéticas, que son radiaciones no ionizantes. La energía electromagnética suministrada por estas corrientes puede convertirse en energía térmica dentro del organismo. Por esta causa, clásicamente, se la denomina diatermia o termoterapia profunda ⁽³⁾. La diatermia se lleva empleando en Fisioterapia más de 50 años ⁽⁴⁾, y es una herramienta terapéutica muy útil por su versatilidad de aplicación en muy diversas afecciones y procesos de recuperación. Pero, según Shields y cols. ⁽⁵⁾, parece que la asociación entre los campos electromagnéticos (CEM) y sus efectos adversos para la salud está suponiendo una tendencia decreciente en la utilización de esta opción terapéutica por parte de los fisioterapeutas. La aplicación terapéutica en España de corrientes de onda corta (OC) está muy extendida en la práctica clínica cotidiana de los fisioterapeutas en el ámbito hospitalario, aunque no tanto en el ámbito privado, como ocurre en otros países ^(6, 7).

El presente trabajo se justifica por la controversia existente en la bibliografía en relación con estas corrientes de alta frecuencia, así como por el interés creciente por parte de los fisioterapeutas, sobre todo de sexo femenino, en cuanto a los efectos adversos y normas de seguridad de dichas aplicaciones de electroterapia. Por ello, nos planteamos como objetivos de este estudio: en primer lugar, conocer la seguridad para el fisioterapeuta de las aplicaciones de las corrientes de alta frecuencia; distinguir si existen diferencias por sexo en los riesgos de la exposición a estas corrientes, y finalmente, analizar la bibliografía en cuanto a los riesgos y normas de seguridad en las aplicaciones clínicas.

Después de nuestra revisión bibliográfica hemos podido comprobar que existe una controversia real en cuanto a la peligrosidad-inocuidad de la exposición profesional de los fisioterapeutas y del personal sanitario a las radiaciones periféricas que emiten los equipos de alta frecuencia, entre los cuales los más estudiados son los generadores de OC. Esta diversidad de opiniones aumenta si nos centramos en la exposición profesional

de fisioterapeutas embarazadas y, sobre todo, en si dicha exposición puede provocar algún disturbio en el desarrollo normal del embarazo o generar daños en el embrión o el feto.

Por un lado, tenemos estudios como los de Goldberg y cols. ⁽⁸⁾ y Brent ⁽⁹⁾, y otros ⁽¹⁰⁻¹⁴⁾, y por otro lado organismos como la National Radiological Protection Board (NRPB) ⁽¹⁵⁾, los cuales defienden que es seguro para los fisioterapeutas la aplicación de la OC, porque las ondas periféricas no llegan a superar los límites recomendados. Goldberg y cols. ⁽⁸⁾ y Brent ⁽⁹⁾ sugieren que la exposición a la radiación no ionizante en la mujer, antes de la concepción y dentro de los límites seguros descritos, no constituye ningún factor de riesgo para su salud reproductiva. Es decir, la conclusión a la que llegan estos estudios es que dependiendo de la intensidad de la radiación y de la distancia de seguridad a la que nos coloquemos así se derivarán efectos adversos o no. Así, Shields y cols. ⁽¹¹⁾ realizan una exhaustiva evaluación de la radiación electromagnética periférica de diferentes equipos de OC, concluyendo que debe establecerse una distancia de seguridad que varía en función del tipo de onda corta empleada. Según este trabajo, si se tiene en cuenta esta distancia, el operador no corre ningún peligro. Matin CJ. y cols. ⁽¹³⁾, tras una pormenorizada evaluación de los campos electromagnéticos generados alrededor de los electrodos y de diferentes equipos de aplicación de diatermia, establecen una distancia de seguridad y unas recomendaciones para garantizar a los operadores una práctica clínica segura.

También existen muchos estudios que encuentran indicios de posibles efectos teratogénicos en la exposición de los fisioterapeutas a los campos electromagnéticos generados alrededor de los equipos de alta frecuencia y piden cautela y precaución en la utilización de este tipo de corrientes. Shields y cols. ⁽⁵⁾ indican que los fisioterapeutas harían bien si asumieran que puede existir un riesgo real en la aplicación de corrientes de alta frecuencia, y por lo tanto, deberían poner en práctica las recomendaciones dadas por diversas entidades y autores en pro de una práctica clínica segura ⁽¹⁵⁻¹⁷⁾. Robert E. ⁽¹⁸⁾, Shaw GM. ⁽¹⁹⁾ y Savitz D. ⁽²⁰⁾ coinciden en la necesidad de establecer y definir el papel de la exposición a las corrientes de alta frecuencia y sus posibles efectos sobre el nacimiento y la salud reproductiva, así como en las limitaciones metodológicas de los estudios que han demostrado un riesgo elevado de dicha exposición. Otras investigaciones ^(10, 14), apuntan ciertos

riesgos para el fisioterapeuta en la aplicación de las corrientes de alta frecuencia. Así, Figà-Talamanca ⁽¹⁰⁾ documenta la posible corriente de inducción y un aumento de temperatura en el embrión de la fisioterapeuta embarazada ante la aplicación de microondas y otros aparatos magnéticos. Aunque no existen datos consistentes, este hecho aumentaría el riesgo de embriopatía. Además, Lerman y cols. ⁽¹⁴⁾ encontraron un aumento de la probabilidad de aborto en las fisioterapeutas expuestas a corrientes de onda corta. Sin embargo, al no excluir otros factores de riesgo asociados al ejercicio de la profesión (trabajo físico intenso, posiciones inadecuadas durante largos lapsos de tiempo, estrés,...), no se puede tomar como un dato concluyente. El estudio realizado por Taskinen y cols. ⁽¹²⁾, apunta a la existencia de efectos potencialmente dañinos para el embarazo en la aplicación de onda corta. No obstante, los autores piden precaución porque ningún dato es estadísticamente significativo y se necesitan más estudios de base que determinen los riesgos reales.

Como podemos observar existe una amplia controversia científica. También podemos indicar una falta de unanimidad si analizamos las diferentes propuestas de distintas entidades y autores sobre las distancias y exposiciones seguras en las aplicaciones de las corrientes de alta frecuencia. La *Nacional Radiological Protection Board* (NRPB) ⁽¹⁵⁾ estableció unos límites seguros de exposición en 1989, que son: para el campo eléctrico (CE) de 61,4 V/m y para el campo magnético (CM) de 0,18 A/m. En Finlandia ⁽¹²⁾, las medidas de seguridad para los equipos de OC no deben sobrepasar, ante exposiciones de dos horas o más al día, para los CE los 60 V/m y para los CM los 0,2 A/m. Aunque en estos «límites seguros» podemos apreciar una gran cercanía, no ocurre lo mismo con los aportados por estudios como el de Shields y cols. ⁽¹¹⁾, quienes proponen unos intervalos de distancia de seguridad que varían en función del modo y del método de aplicación.

MATERIAL Y MÉTODOS

La búsqueda y selección de los estudios se realizó mediante los descriptores o palabras clave: corrientes de alta frecuencia, campos electromagnéticos y Fisioterapia; tanto en castellano como en inglés, en las siguientes bases de datos: Scopus, Pubmed, DePedro,

CINAHL. Se recopilaron estudios científicos de las últimas dos décadas referentes a los campos electromagnéticos y a su influencia sobre los fisioterapeutas en las aplicaciones clínicas de las corrientes de alta frecuencia.

Los artículos utilizados para este estudio fueron seleccionados siguiendo los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios clínicos con grupo control.
- Estudios clínicos aleatorizados.
- Estudios clínicos donde la muestra está constituida por sujetos mayores de 18 años de edad.
- Estudios de revisión bibliográfica.
- Estudios experimentales controlados y aleatorizados sobre animales.

El análisis de los datos se realizó en base a más de 400 artículos de los que se seleccionaron los trabajos que cumplían los criterios anteriormente descritos y presentaban una alta calidad, así como tenían relación con el fin del presente estudio.

RESULTADOS

Según los estudios revisados podemos destacar cierta controversia ante la peligrosidad-inocuidad de la exposición de los fisioterapeutas a los CEM derivados de las corrientes parasitarias generadas por los equipos de alta frecuencia en funcionamiento.

Como ya indicamos en la introducción, existen autores que, tras sus estudios, apuntan la inexistencia de riesgo profesional para los fisioterapeutas que utilizan en su asistencia clínica equipos de alta frecuencia, fundamentalmente de OC ⁽⁸⁻¹⁴⁾, siempre y cuando esta práctica clínica se encuentre supeditada al cumplimiento de las distancias de seguridad propuestas por los organismos competentes ⁽¹⁵⁾.

Los límites de exposición seguros que se tienen como referencia en los artículos revisados son los propuestos por la Asociación Internacional de Protección contra la Radiación y la International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (IRPA/ICNIRP) en 1988, y por la National Radiological Protection Board (NRPB) en 1989 ⁽¹⁵⁾; o los recomendados por la American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH) ⁽²¹⁾, como se muestra en las tablas 1 y 2.

TABLA 1. Límites de la exposición propuestos
por la IRPA/ICNIRP (1988)

IRPA/INIRC	
<i>UNIDADES de OC (27 MHz) (si la exposición ≥ 6 min)</i>	
SAR	0,4 WKg ⁻¹
CAMPO ELÉCTRICO (CE)	61 Vm ⁻¹
CAMPO MAGNÉTICO (CM)	0,16 Am ⁻¹
DENSIDAD	≤ 10,000 Wm ⁻²
<i>LÍMITES PARA EL PÚBLICO EN GENERAL</i>	
CAMPO ELÉCTRICO (CE)	27,5 Vm ⁻¹
CAMPO MAGNÉTICO (CM)	0,073 Am ⁻¹

Fuente: Martín y cols. ⁽¹³⁾.

Autores como Brent ⁽⁹⁾, consideran que los campos electromagnéticos de baja frecuencia (EMF) son incapaces de producir hipertermia y, por tanto, no tiene sentido hablar de riesgos para la salud debido a su imposibilidad de dañar el ADN produciendo una mutación celular, sobre todo en lo concerniente a las fisioterapeutas embarazadas. Sin embargo, Taskinen y cols. ⁽¹²⁾, aunque sospechan la existencia de efectos potencialmente dañinos para el embarazo en la aplicación de las corrientes de OC, no pueden aportar datos concluyentes que confirmen dicha sospecha. Figà-Talamanca ⁽¹⁰⁾, al término de su revisión bibliográfica sobre los factores de riesgo para la salud reproductiva de la mujer, señala que los estudios en los que se defiende la peligrosidad de las ondas electromagnéticas derivadas de las corrientes de alta frecuencia no son concluyentes y, de este modo, sólo se pueden considerar como ondas «sospechosas».

Shields y cols. ⁽¹¹⁾, tras su evaluación pormenorizada de las radiaciones periféricas de diez equipos de electroterapia que suministran corrientes de OC, observan que la existencia de corrientes parasitarias es un hecho comprobado y que éstas no suponen ningún riesgo para la salud. Además proponen una distancia de seguridad determinada según el procedimiento de aplicación usado. Así, en la aplicación de OC continua en método capacitativo, la distancia a mantener del equipo es de 2 m, siendo de 1 m si se utiliza el método inductivo. Sin

TABLA 2. Límites de exposición recomendados
por la NRPB (1989)

NRPB	
CAMPO ELÉCTRICO (CE)	61,4 Vm ⁻¹
CAMPO MAGNÉTICO (CM)	0,18 Am ⁻¹
SAR (en órganos y tejidos internos)	0,1 Wkg ⁻¹
SAR (en tiempos superiores a 6 min)	≤10 Wkg ⁻¹
DENSIDAD (a 2,45 GHz)	50 Wm ⁻²

Fuente: National Radiological Protection Board ⁽¹⁵⁾.

embargo, en el empleo de la OC pulsada, la distancia de seguridad propuesta es algo menor: 1,5 m para el método capacitativo y 1 m para el inductivo. A partir de estas distancias han comprobado la caída de los CEM por debajo de los límites seguros.

En la misma línea de investigación, Martín y cols. ⁽¹³⁾ evalúan la densidad de la fuerza de los CEM alrededor de los electrodos y equipos de alta frecuencia y la exposición profesional de los fisioterapeutas. Observan que los fisioterapeutas sólo están expuestos a campos de radiofrecuencia por períodos de tiempo relativamente cortos, práctica que determina que los niveles de exposición queden por debajo de los recomendados por la IRPA/ICNIRP (1988) y la NRPB (1989). En todo caso, consideran necesario mantener una distancia de 0,5 m de los electrodos o cables y no permanecer un espacio largo de tiempo a menos de 1 m durante el tratamiento.

Lerman y cols. ⁽¹⁴⁾, aunque detectan que la densidad de los CEM de los equipos estudiados supera los límites recomendados por la NRPB (1989), proponen una distancia con la que aseguran una práctica profesional libre de riesgos para la salud. De este modo, aconsejan a los fisioterapeutas no acercarse a menos de 0,5 m de los electrodos y cables de los equipos de OC, y no permanecer durante prolongados períodos de tiempo a menos de 1 m de distancia de los electrodos mientras el equipo esté funcionando en el modo continuo.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran cierta controversia y la carencia de conclusiones firmes en relación a la peligrosidad-inocuidad de los campos electromagnéticos en las aplicaciones de las corrientes de alta frecuencia. No obstante, como hemos podido comprobar, los límites de exposición segura de los CEM parecen ampliamente aceptados. Sin embargo, la controversia existente en el ámbito científico con respecto a los posibles efectos adversos de las corrientes de alta frecuencia sigue siendo una realidad.

Después de la revisión bibliográfica llevada a cabo y de analizar los diferentes estudios, podemos observar cómo en todos los artículos en los que se trabaja para comprobar la inocuidad o peligrosidad de la exposición a los CEM generados como consecuencia de las corrientes parasitarias de los equipos de OC^(11, 13-15, 21), se toman como referencia los límites propuestos por la IRPA/ICNIRP (1988) y la NRPB (1989). Estos límites son los considerados como seguros, es decir, son aquellos que, respetados y no excedidos, hacen que la exposición a los CEM no suponga un riesgo para la salud del fisioterapeuta, del resto de personal sanitario y del público en general.

Todos los autores coinciden en señalar a la OC pulsátil como la más segura porque genera menos corrientes periféricas o parasitarias. En todos los casos, las distancias de seguridad propuestas son menores que en la OC continua^(11, 13, 14).

Pero, pese a compartir idénticos valores de referencia, los autores no proponen una distancia de seguridad coincidente. Por un lado, Shields y cols.⁽¹¹⁾ indican una diferenciación clara según el tipo de OC utilizada, continua o pulsátil, y del modo empleado, capacitativo o inductivo. Por otro lado, la propuesta que hacen autores como Martin y cols.⁽¹³⁾ y Lerman y cols.⁽¹⁴⁾ es la de mantenerse a una distancia específica, fundamentalmente de los electrodos y cables de los equipos de electroterapia cuando éstos están en funcionamiento.

Así, Shields y cols.⁽¹¹⁾ aconsejan mantenerse a una distancia de 2 m ante la utilización de OC continua en método capacitativo y 1 m si se trabaja con el inductivo. Cuando se emplea OC pulsátil, la distancia que proponen es de 1,5 m y 0,5 m si se usa el método capacitativo o inductivo, respectivamente.

Martin y cols.⁽¹³⁾ y Lerman y cols.⁽¹⁴⁾ consideran ne-

cesario mantenerse a una distancia de 0,5 m de los cables y electrodos, y cuando se permanece largos períodos de tiempo es preferible no colocarse a menos de 1 m de distancia si la OC está funcionando en modo continuo.

Las diferencias existentes entre unas recomendaciones y otras pueden deberse a la utilización de distintas unidades de alta frecuencia como objeto de estudio. Lerman y cols.⁽¹⁴⁾ basó su trabajo en cinco unidades de Curapuls 419 y diez unidades de Ultraterm 608S; mientras que Martin y cols.⁽¹³⁾ sometieron a estudio 5 Megatherm Jnr Mk, 4 Ultraterm 608, 5 Ultraterm 708S, 1 Sieretherm 609S, 1 Erbotherm 1100P, 17 Curapuls 419, 3 Megapulse y 3 Microtron 200, de diferentes casas comerciales.

En ningún caso se hace distinción o referencia a la necesidad de establecer otros límites u otras distancias de seguridad en el caso de que el operador (fisioterapeuta) de los equipos sea mujer y/o esté embarazada. Taskinen y cols.⁽¹²⁾, que centran su investigación en los efectos que diferentes aparatos de alta frecuencia pueden provocar a una fisioterapeuta gestante, utilizan como referencia de límites seguros de exposición profesional los ya citados en párrafos anteriores (IRPA/ICNIRP (1988) y NRPB (1989)).

Lo que no es posible clarificar es la potencialidad teratogénica de estos CEM periféricos, porque aunque queda evidenciada la capacidad mutagénica del calor, si éste se traduce en un aumento de la temperatura del embrión o del feto⁽²²⁻²⁴⁾, no ha podido demostrarse que los abortos y las malformaciones congénitas de los niños de fisioterapeutas que se han visto expuestas a CEM sean debidos a un aumento de la temperatura del embrión o del feto como consecuencia de dicha exposición^(10, 12, 14, 24). Para poder profundizar en este tema son necesarias, como nos apuntan Kitchen y cols.⁽²⁵⁾ y Shields y cols.⁽²⁶⁾, más investigaciones de base que permitan conocer los efectos reales de la exposición a los CEM sobre mujeres embarazadas. De todos modos, Shields y cols.⁽⁶⁾ indican que los fisioterapeutas harían bien si asumieran que el riesgo puede existir y si llevaran a la práctica todas las posibles medidas de seguridad que estuviesen a su alcance^(6, 27, 28). Dicho estudio⁽⁵⁾ demuestra que los profesionales de la Fisioterapia de Irlanda perciben como poco dañinas para la salud las radiaciones electromagnéticas absorbidas por la práctica asistencial. Esta concepción hace que los fisioterapeutas no tomen medidas de protección, aunque tengan

la posibilidad de hacerlo. Así, los fisioterapeutas encuestados consideraban que se encontraban en buena posición para protegerse del riesgo de la exposición profesional; pero en torno al 30 % de ellos no tomaba ninguna medida de seguridad. Para que esta actitud se modifique es necesario y urgente, como recogen Shields y cols.⁽⁶⁾, establecer pautas exhaustivas y rigurosas que permitan una práctica profesional segura tanto para los fisioterapeutas como para los pacientes y demás personal sanitario. Por ejemplo, en otro estudio⁽²⁷⁾ se plantea colocar los equipos en una habitación protegida y que garantice que terceras personas no estuviesen expuestas a una radiación periférica excesiva.

Con este fin, se hace necesario que los fisioterapeutas conozcan las verdaderas contraindicaciones y riesgos de la aplicación de la diatermia por OC. Para ello, como recogen Kitchen y cols.⁽²⁵⁾ y Shields y cols.⁽²⁶⁾, se necesitan más investigaciones de base que permitan un conocimiento más profundo del agente terapéutico que estamos estudiando. Aunque en dicho estudio⁽²⁶⁾ se hace evidente que en torno a un 90 % de los fisioterapeutas encuestados piensan que la OC, en cualquiera de sus modalidades, está contraindicada durante el embarazo, no hace ninguna referencia a si la manipulación de estos equipos por una fisioterapeuta embarazada supondría algún riesgo para su salud o la de su futuro hijo. De cualquier forma, se convierte en un acto de prudencia mantener cierta precaución por la asociación establecida entre la hipertermia y sus efectos teratógenos sobre el embrión o el feto^(22, 26). Brown-Woodman y cols.⁽²²⁾ demuestran, en un trabajo con ratas de nueve días de gestación, que el incremento de la temperatura rectal durante la aplicación de OC continua es directamente proporcional al tiempo de aplicación y ambas, a su vez, se relacionan con un aumento en la incidencia de malformaciones congénitas y con la disminución del peso fetal. Sobre esta misma cuestión profundiza Edwards⁽²³⁾, aunque en su investigación la hipertermia del embrión o del feto es debida a un proceso febril materno. En este caso, sus consecuencias dependen del grado de elevación de la temperatura, de su duración y de la etapa del desarrollo en la que se produzca. Parece que exposiciones suaves durante el período de implantación y exposiciones más severas durante el desarrollo embrionario y fetal pueden conducir a abortos prenatales. La hipertermia en el embrión y en el feto provoca una am-

plia gama de defectos estructurales y alteraciones funcionales, siendo el sistema nervioso central (SNC) el más vulnerable.

Al centrarnos en la hipotética hipertermia provocada por las radiaciones parasitarias los datos no son tan concluyentes. Lerman y cols.⁽²⁴⁾ observaron cómo la exposición de las fisioterapeutas embarazadas a trabajo de grandes esfuerzos y a los CEM generados por equipos de OC incrementaba la probabilidad de desarrollar malformaciones congénitas, pero al controlar las variables de confusión, como es el padecimiento de alguna enfermedad febril por la madre durante el período de gestación, la única variable estadísticamente significativa era la disminución del peso del recién nacido.

CONCLUSIONES

1. Las normas de seguridad en las aplicaciones de las corrientes de alta frecuencia se pueden dividir en dos grupos:
 - 1.1. En primer lugar están aquellas relacionadas con las distancias de seguridad a que debemos colocarnos los fisioterapeutas y los demás individuos mientras se emplean estas corrientes. Dichas distancias se sitúan entre 1 y 2 metros. Estas mismas distancias deben mantenerse en la separación de equipos^(11, 14, 27).
 - 1.2. En segundo lugar están las normas de seguridad que deben exigirse a los equipos de electroterapia que suministran estas corrientes, como es la Norma UNE-EN 60601-2-3:1996⁽²⁹⁾.
2. Los principios que deben regir en cuanto a la seguridad e higiene laboral de los fisioterapeutas, en relación con las aplicaciones de corrientes de alta frecuencia, no están determinados porque los estudios encaminados a este fin son poco concluyentes^(5, 30).
3. Debemos seguir investigando posibles influencias de estas corrientes de alta frecuencia para establecer la conveniencia de su empleo y las normas de seguridad a adoptar.
4. Los fisioterapeutas debemos estar atentos a cualquier indicio de influencia de estas aplicaciones terapéuticas, sobre todo en el ámbito hospitalario, donde tienen una mayor repercusión por estar más extendido su uso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bouwhuisen F, Maassen V, Meijer M, Zutphen H. Terapia de onda corta pulsátil y continua. ENRAF NONIUS, Amsterdam; 1986: 38.
2. Hüter-Becker A. Terapia física: termoterapia, mecanoterapia, electroterapia, ultrasonidos, fototerapia e inhalación / A. Hüter-Becker, H. Schewe, W. Heipertz. cop. 2005; p. 184-210.
3. Plaja J. Analgesia por medios físicos. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2003. p. 155-71.
4. Khan J. Principios y práctica de electroterapia / Joseph Khan; 1991. p 7-36.
5. Shields N, Gormley J, O'Hare N. Physiotherapist's perception of risk from electromagnetic fields. *Advances in Physiotherapy*. 2005; 7: 170-5.
6. Shields N, Gormley J, O'Hare N. Short-wave diathermy: current clinical and safety practices. *Physiother Res Int*. 2002; 7 (4): 191-202.
7. Pope GD, Mockett SP, Wright JP. A survey of electrotherapeutic modalities: ownership and use in the NHS in England. *Physiotherapy*. 1995; 81 (2): 82-91.
8. Goldberg MS, Mayo NE, Levy AR, Scott SC, Poitras B. Adverse reproductive outcomes among women exposed to low levels of ionizing radiation from diagnostic radiotherapy for adolescence idiopathic scoliosis. *Epidemiology*. 1998; 9: 271-8.
9. Brent RL. Utilization of developmental basic science principles in the evaluation of reproductive risks from pre-and postconception environmental radiation exposures. *Teratology*. 1999; 59: 182-204.
10. Figà-Talamanca I. Occupational risk factors and reproductive health of women. *Occupational Medicine*. 2006; 56: 521-31.
11. Shields N, O'Hare N, Gormley J. An evaluation of safety guidelines to restrict exposure to stray radiofrequency radiation from short-wave diathermy units. *Phys Med Biol*. 2004; 49 (13): 2999-3015.
12. Taskinen H, Kyyrönen P, Hemminki K. Effects of ultrasound, shortwave and physical exertion on pregnancy outcome in physiotherapists. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 1990; 44: 196-201.
13. Martin CJ, McCallum HM, Heaton B. An evaluation of radiofrequency exposure from therapeutic diathermy equipment in the light of current recommendations. *Clin Physiol Meas*. 1990; 11 (1): 53-63.
14. Lerman Y, Jacobovich R, Caner A, Ribak J. Electromagnetic fields of teams diathermy by shortwave in the departments of physiotherapy. *Physiotherapy*. 1996; 82 (8).
15. National Radiological Protection Board (1989). Guidance as to restrictions on exposures to time-varying electromagnetic fields and the 1988 recommendations of the International Non-ionising Radiation Committee. Report NRPB GS-11, HMSO.
16. Martin JC, McCallum HM, Strelley S, Heaton B. Electromagnetic fields from therapeutic diathermy equipment: a review of hazards and precautions. *Physiotherapy*. 1991; 77 (1): 3-7.
17. McDowell AD, Lunt MJ. Electromagnetic field strength measurements on megapulse units. *Physiotherapy*. 1991; 77 (12): 805-9.
18. Robert E. Intrauterine effects of electromagnetic fields (low frequency, mid-frequency RF, and microwaves): review of epidemiologic studies. *Teratology*. 1999; 59: 292-8.
19. Shaw GM. Adverse human reproductive outcomes and electromagnetic field: a brief summary of the epidemiologic literature. *Bioelectromagnetics*. 2001; (supl 5): 5-18.
20. Savitz D. Magnetic fields and miscarriage: are we done yet? *Epidemiology*. 2002; 13: 1-4.
21. Maccà I, Scapellato ML, Perini M, Virgili A, Saia B, Bartolucci GB. Occupational exposure to electromagnetic fields in physiotherapy departments. *Giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia*. 2002; 24 (4): 444-6.
22. Brown-Woodman PDC, Hadley JA, Waterhouse J, Webster WS. Teratogenic effects of exposure to radiofrequency radiation (27.12 MHz) from a shortwave diathermy unit. *Industrial Health*. 1988; 26 (1): 1-10.
23. Edwards MJ. Review: Hyperthermia and fever during pregnancy. *Birth Defects Research Part A. Clinical and Molecular Teratology*. 2006; 76 (7): 507-16.
24. Lerman Y, Jacobovich R, Green MS. Pregnancy outcome following exposure to shortwaves among female physiotherapists in Israel. *American Journal of Industrial Medicine*. 2001; 39 (5): 499-504.
25. Kitchen S, Partridge C. Review of shortwave diathermy continuous and pulsed patterns. *Physiotherapy*. 1992; 78 (4): 243-52.
26. Shields N, O'Hare N, Gormley J. Contraindications to shortwave diathermy survey of Irish physiotherapists. *Physiotherapy*. 2004; 90: 42-53.
27. Shields N, O'Hare N, Boyle G, Gormley J. Development and application of a quality control procedure for shortwave diathermy units. *Med Biol Eng Comput*. 2003; 41 (1): 62-8.
28. Prtridge CJ, Kitchen SS. Adverse effects of electrotherapy used by physiotherapists. *Physiotherapy*. 1999; 85 (6): 298-303.
29. Seco Calvo J. Física aplicada en Fisioterapia. Universidad de Salamanca. Salamanca; 2004, p. 354-8.
30. Guberan E, Campana A, Favali P, Guberan M, Sweetnam PM, Tuyn JWN, et al. Gender ratio of offspring and exposure to shortwave radiation among female physiotherapists. *Scand J Work Environ Health*. 1994; 20 (5): 345-8.