

MAGNETOTERAPIA

J.R. Zaragoza Rubira

Denominamos magnetoterapia al tratamiento mediante campos magnéticos. Podemos diferenciar la aplicación de campos magnéticos producidos mediante corriente eléctrica (magnetoterapia propiamente dicha) de los campos magnéticos obtenidos mediante imanes, naturales o artificiales (imanterapia).

Los campos magnéticos aplicados a la medicina son de baja frecuencia y de baja intensidad.

EL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

Todos los seres vivos se encuentran bajo el influjo del campo magnético terrestre. Este campo, a lo largo de la historia geológica de la tierra, ha sufrido notables modificaciones, tanto en dirección como en intensidad. En la actualidad, y aunque su intensidad varía según diversos factores, en especial la latitud, se considera que su intensidad promedio es de 0.4-0.5 gauss.

Muchos seres vivos presentan sensibilidad al campo magnético terrestre (ciertas bacterias, palomas mensajeras, delfines, etc), algunas personas tienen también una sensibilidad especial en este sentido, por lo que prefieren situarse en situación norte-sur para conciliar el sueño.

La prueba definitiva de la importancia del campo magnético, en determinadas funciones fisiológicas, la ha proporcionado el examen médico de astronautas que han permanecido algún tiempo en estaciones espaciales: se les ha detectado la existencia de un discreto grado de osteoporosis, solo atribuible a la permanencia temporal en un medio con ausencia de campo magnético. Esta alteración, que se recupera con la vuelta a la superficie terrestre, ha mostrado la importancia de los campos magnéticos para el mantenimiento de una correcta osificación o para el tratamiento de la osteoporosis.

HISTORIA

Existen numerosos datos sobre la utilización del magnetismo en la antigüedad. El nombre de magnetismo se acuñó en Grecia, bien debido al pastor Magnes, el cual –según se dice – comprobó como ciertos minerales atraían la contera metálica de su bastón, o bien derivado de la ciudad de Magnes, en Asia menor, donde abundan los minerales de estas características.

Por otra parte, en China se conocían desde muy antiguo las propiedades de las agujas imantadas, que, suspendidas de un hilo, señalaban el norte, fenómeno base de la brújula, que pasó a Occidente en el siglo XIII.

Paracelso, en el siglo XVI, utilizaba en sus tratamientos barras imantadas, distinguiendo los distintos efectos terapéuticos del polo norte y del polo sur. En 1600, el médico inglés William Gilbert, en su obra De Magnete, considera la tierra como un enorme imán, lo que explicaba la orientación de la aguja magnética en el sentido de los meridianos.

La utilización de la imanterapia es discontinua pero, en el siglo XVIII, Mesmer la fundamenta y aplica con gran éxito, ante de establecer la teoría de "magnetismo animal".

En el siglo XIX, el estudio de las corrientes alternas conduce al descubrimiento de la producción, a partir de ellas, del campo electromagnético. Los trabajos de Faraday, Maxwell y Gauss establecen las bases teóricas de sus aplicaciones prácticas, industriales y médicas.

A principios del presente siglo, destaca el interés por el efecto de los campos magnéticos sobre el organismo humano. M.F. Barnothy, en Estados Unidos, inicia una serie de recopilaciones de trabajos sobre el efecto biológico de los campos magnéticos. La NASA tiene un interés especial en el tema, por lo que propicia numerosas investigaciones. Y en distintos países, en especial en Alemania e Italia, destaca el interés por la aplicación terapéutica de la magnetoterapia.

BIOFISICA

El campo magnético se establece entre un polo norte y un polo sur, en forma de líneas de campo, magnético que circulan de sur a norte. La intensidad del campo magnético (H) se mide en oersteds.

El campo magnético no afecta por igual las diferentes sustancias, por ello se denomina inducción magnética (B).

La relación entre ambas magnitudes es: $B = \mu H$, donde μ es una constante denominada permeabilidad magnética, que depende de las características del medio.

En relación a la inducción magnética, se distinguen tres tipos de sustancias:

- Diamagnéticas: que son repelidas por los campos magnéticos (tienen permeabilidad magnética negativa), como el bismuto, el cobre, el antimonio.

- Paramagnéticas: que son atraídas por los campos magnéticos con una intensidad de magnitud semejante a la intensidad de dicho campo (permeabilidad magnética igual a 1)

- Ferromagnéticas: que son atraídas con gran intensidad por los campos magnéticos. La más importante es el hierro y, en menor proporción, el níquel y el cobalto.

- La unidad de inducción magnética, hasta la adopción del Sistema Internacional de Unidades (SI) en 1975, era el gauss. Desde la adopción del SI es el tesla, que equivale a 10.000 gauss. Esta disparidad de magnitud hace que, en medidas de pequeña intensidad, siga utilizándose habitualmente el gauss (equivalente a 10^{-4} teslas) y que para medir efectos de campos magnéticos de muy pequeña intensidad, como los producidos por las redes de conducción eléctrica, se emplee indistintamente el microtesla (en Europa) o el miligauss (en Estados Unidos). La equivalencia es: $1 \mu T = 10 \text{ mG}$.

Es importante saber que el organismo humano, en su conjunto, se comporta ante los campos magnéticos como paramagnético, es decir, que su inducción magnética es prácticamente igual, numéricamente, a la intensidad del campo magnético. Por ello, en aplicaciones médicas, se emplea en ocasiones el gauss, para indicar la intensidad de campo magnético, ya que, aunque sea unidad de inducción magnética, su valor numérico es igual al de la intensidad del campo en oersteds. No obstante, en el organismo humano hay ciertas localizaciones de comportamiento diamagnético (membranas celulares), y otras de comportamiento ferromagnético (hierro contenido en la hemoglobina y en ciertas enzimas y pigmentos).

EFFECTOS BIOLÓGICOS

La corriente variable genera un campo electromagnético, esto es, con componentes eléctricos y magnéticos.

En la aplicación terapéutica de la alta frecuencia, predominan los efectos del campo eléctrico (producción de calor). Por ello, y además de la habitual aplicación en forma continua, se introdujo posteriormente la aplicación pulsada, para aprovechar el efecto biológico del componente magnético, con mínima actuación del efecto térmico que produce el campo eléctrico.

La comprobación de los efectos terapéuticos de los campos magnéticos planteó la posibilidad de utilizar en terapéutica su producción mediante corrientes de baja frecuencia, ya que en ellas, al contrario que en la alta frecuencia, el campo magnético es mucho más intenso que el eléctrico. Los primeros ensayos fueron muy alentadores, y de las experiencias biológicas se pasó pronto a la aplicación clínica. En la actualidad, la frecuencia empleada en la producción de campos magnéticos terapéuticos es de 1 a 100 Hz. Los campos magnéticos producen efectos bioquímicos, celulares, tisulares y sistémicos.

En el ámbito bioquímico, encontramos los siguientes efectos fundamentales:

- a) Desviación de las partículas con carga eléctrica en movimiento.
- b) Producción de corrientes inducidas, intra y extra-celulares.
- c) Efecto piezoeléctrico sobre hueso y colágeno.
- d) Aumento de la solubilidad de distintas sustancias en agua.

En el ámbito celular, los efectos indicados en el ámbito bioquímico determinan los siguientes:

- a) Estímulo general del metabolismo celular.
- b) Normalización del potencial de membrana alterado.

Por una parte, las corrientes inducidas producidas por el campo magnético producen un estímulo directo del trofismo celular, que se manifiesta por el estímulo en la síntesis del ATP, del AMPc y del ADN, favoreciendo la multiplicación celular, y en la síntesis proteica y de la producción de prostaglandinas (efecto antiinflamatorio).

Por otra parte, hay un estímulo del flujo iónico a través de la membrana celular, en especial de los iones Ca^{++} , Na^+ y K^+ . Esta acción tiene gran importancia, cuando el potencial de membrana está alterado. Las cifras normales del potencial de membrana se sitúan entre -60 y -90 mV. Este potencial se mantiene mediante un mecanismo activo, en el que es fundamental la expulsión al exterior de la célula del ion Na^+ , que penetra en ella espontáneamente (bomba de sodio).

En circunstancias patológicas, la bomba de sodio no actúa y el ion sodio queda intracelular, con retención de agua (edema celular). En esta situación, los campos magnéticos pueden normalizar el potencial de membrana alterado. Tanto por el efecto de las corrientes inducidas intracelularmente, como por el efecto directo de los campos magnéticos sobre los iones sodio, éstos se movilizan hacia el exterior y restablecen la normalidad del potencial de membrana, por lo que reducen el edema celular, que es uno de los primeros estadios de la inflamación a escala celular, tisular y de órganos.

EFFECTOS EN ÓRGANOS Y SISTEMAS

Desde el punto de vista tisular y orgánico, la magnetoterapia presenta una serie de acciones (tabla 22.1) de las cuales las más importantes son:

1. Relajación muscular

Los campos magnéticos tienen un importante efecto de relajación muscular sobre la fibra lisa y la estriada, que se considera debido a la disminución del tono simpático.

Esta actuación sobre la fibra estriada supone un efecto relajante o, en su caso, descontracturante sobre el músculo esquelético.

En su actuación sobre la fibra lisa, la magnetoterapia presenta un efecto relajante y antiespasmódico en: espasmos digestivos, de las vías biliares y de las vías urinarias, y asma.

2. Vasodilatación

Por el mismo mecanismo de relajación muscular, en este caso sobre la capa muscular lisa periarterial, la magnetoterapia produce una importante vasodilatación, demostrable por termografía, con dos consecuencias: por una parte, la hiperemia de la zona tratada y, por otra, si se tratan zonas amplias del organismo, una hipotensión más o menos importante.

La hiperemia local tiene los siguientes efectos terapéuticos, ya conocidos:

- Efecto trófico, por mayor aporte de nutrientes a la zona.
- Efecto antiinflamatorio, por mayor aporte de elementos de defensa, bioquímicos o formes.
- Efectos de regulación circulatoria, tanto por producir vasodilatación arterial (en angioespasmos, Raynaud, etc) como por estimular el retorno venoso.

3. Aumento de la presión parcial del oxígeno en los tejidos

Un efecto particular de los campos magnéticos, bien demostrado por Warnken, es el aumento de la capacidad de disolución del oxígeno atmosférico en el agua y, por tanto, en el plasma sanguíneo. Con ello, la presión parcial de oxígeno puede incrementarse notablemente. Este aumento local de la circulación conduce a un mayor aporte de oxígeno, tanto a órganos internos como a zonas distales, lo que mejora su trofismo.

4. Efecto sobre el metabolismo del calcio en el hueso y sobre el colágeno

Un efecto importante de la magnetoterapia es su capacidad de estímulo trófico del hueso y del colágeno, efecto ligado a la producción local de corrientes de muy débil intensidad, por el mecanismo de la piezoelectricidad.

Ya comentamos la observación de la osteoporosis producida en ausencia de campos magnéticos. A la inversa, la magnetoterapia ayuda a la fijación del calcio en el hueso, por lo que se emplea en osteoporosis, general o localizada, síndrome de Sudeck, retardos de osificación y pseudoartrosis.

Los campos magnéticos estimulan la producción del colágeno, lo cual es de interés tanto en los procesos de cicatrización como para la prevención del envejecimiento de la piel.

5. Efecto analgésico

La magnetoterapia produce un discreto efecto analgésico, derivado tanto de una acción directa en las terminaciones nerviosas, como de su actuación sobre el mecanismo productor del dolor (inflamación). En clínica, este efecto no es de rápida aparición, pero es mantenido y persistente.

6. Efecto de relajación orgánica generalizada

Finalmente, la magnetoterapia posee un efecto generalizado de relajación y sedación, muy útil para el tratamiento del estrés y de las afecciones de él derivadas. Este efecto se ha supuesto debido, por una parte, al aumento en la producción de endorfinas y, por otra, al hecho de su actuación de relajación muscular e hipotensora, puesto que siempre que se asocian estos dos efectos hay un marcado efecto relajante general sobre el organismo.

De hecho, la magnetoterapia es una buena técnica para el tratamiento del estrés y los trastornos de él derivados: intranquilidad, insomnio, cefaleas. taquicardias emocionales y otros cuadros de origen tensional.

UNIDADES DE MAGNETOTERAPIA

Para los tratamientos médicos, empleamos campos magnéticos variables, de baja frecuencia y baja intensidad. Por campos variables entendemos aquellos cuya intensidad varía respecto al tiempo. Según la forma de realizarse esta variación, distinguimos:

- a) Campos sinusoidales.

b) En forma de impulsos (los más utilizados en terapéutica): impulsos sinusoidales, rectangulares, en onda «tres cuartos», etc.

Por otra parte, la aplicación puede corresponder a una sola polaridad (norte o sur) u oscilar entre polaridad norte y polaridad sur.

Baja intensidad indica que la máxima intensidad de aplicación no sobrepasa los 100 gauss. Normalmente, no se sobrepasan los 50 gauss más que en determinados tratamientos.

Por baja frecuencia entendemos frecuencias no superiores a 100 Hz. Muchas aplicaciones se realizan a 50 Hz, tanto por los buenos resultados que se obtienen con esta frecuencia, como por el hecho de que, al ser la frecuencia de la corriente alterna de la red, es sencilla la construcción de unidades de magnetoterapia de esta frecuencia específica.

Los aparatos de magnetoterapia constan de una consola y un aplicador o solenoide. Los mandos de la consola permiten seleccionar:

- La forma de la onda que hay que aplicar: continua, a impulsos, sinusoidal, rectangular, en «tres cuartos», etc. (fig. 22.1).

- La frecuencia, entre 1 y 100 Hz. Como hemos indicado, algunas unidades presentan frecuencia fija a 50 Hz.

- La intensidad: de 1 a 100 gauss.

- El temporizador: generalmente hasta 60 minutos, ya que las sesiones pueden ser largas.

- El aplicador es un solenoide que produce el campo magnético y que está incluido en un cilindro de material plástico, para facilitar su limpieza, donde se introduce la zona que hay que tratar. Generalmente, existen dos diámetros de solenoides: los de pequeño tamaño (15-20 cm de diámetro), para extremidades (pierna, hasta rodilla; brazo, antebrazo), y los de tamaño grande (60 cm de diámetro), para el resto de las localizaciones y para el cuerpo entero.

Para aplicaciones generales, hay dispositivos especiales, consistentes en una camilla con un solenoide desplazable, dotado de un pequeño motor para realizar barridos sobre zonas amplias o sobre el cuerpo entero (fig. 22.2).

Hay unidades que presentan dos solenoides; éstos se colocan en serie sobre el paciente para realizar tratamientos generales, sin la movilización que supondría el empleo de un solenoide único, y presentan más eficacia terapéutica. Los campos magnéticos producidos por cada uno de los solenoides pueden colocarse en serie, pero también en oposición. Con ello se consigue una línea límite de los campos magnéticos de los dos solenoides, en la que el campo magnético tiene dirección perpendicular. Esta disposición se considera de especial interés en el tratamiento de fracturas y procesos óseos localizados. (fig. 22.3).

También existen aplicadores de placas, cuadradas o redondas, que se sitúan enfrentados sobre la zona que hay que tratar. Se emplean en tratamientos muy localizados y que precisan largo tiempo de tratamiento (retardos de consolidación, pseudoartrosis). En algunos casos, presentan un diseño especial, para que puedan introducirse en el propio yeso.

Para aplicar el tratamiento, basta localizar la zona que hay que tratar en el interior del cilindro (solenoides) y aplicar la frecuencia y la intensidad prescritas, durante el tiempo indicado (generalmente, de 15 a 30 minutos en aplicaciones localizadas y de 30 a 60 minutos cuando se realiza sobre más de una zona o en aplicaciones generalizadas).

Las sesiones suelen ser diarias y su número es muy variable: pocas sesiones para los procesos agudos y subagudos, y hasta 20 sesiones o más para los procesos crónicos (artrosis, osteoporosis).

INDICACIONES GENERALES

De los efectos biológicos se deduce que las indicaciones generales de la magnetoterapia son (fig.22.2):

1. Estímulo del metabolismo del calcio en el hueso y estímulo sobre el colágeno. Ya se han indicado sus fundamentos, basados en el efecto piezoeléctrico.
2. Efecto trófico sobre células, tejidos y órganos basados en la actuación intracelular de los campos magnéticos (corrientes de inducción); en el mayor aporte trófico producido por la vasodilatación, y en el aumento de la presión parcial de oxígeno sobre tejidos y órganos.
3. Efecto antiinflamatorio: tanto por la producción de hiperemia, como por el estímulo en la liberación de sustancias antiinflamatorias (prostaglandinas). Por ello se emplea en inflamaciones subagudas y crónicas, y, con precaución (frecuencias e intensidades bajas), en las agudas.
4. Efecto analgésico: no es inmediato, pero es duradero; deriva tanto de la actuación de los campos magnéticos sobre las terminaciones nerviosas como de la reducción de las condiciones que provocan el dolor (inflamación).
5. Descontracturante: por su efecto relajante sobre la fibra estriada.
6. Antiespasmódico: por su efecto directo sobre la fibra lisa.
7. Hipotensor: por su efecto de relajación vascular, cuando actúa sobre zonas amplias.
8. Sedación general: tanto por aumento en la producción de endorfinas, como por su efecto hipotensor y de relajación muscular.

INDICACIONES ESPECÍFICAS

El campo de las indicaciones de la magnetoterapia es muy amplio. Los principales campos de interés son:

1. Procesos reumáticos:
 - En especial, artropatías degenerativas de cualquier localización: gonartrosis, coxartrosis, espondilosis (columna cervical y lumbar), etc.
 - En artropatías inflamatorias: artritis reumáticas, espondilitis anquilopoyética.
2. Reumatismos periarticulares:
 - Polimialgia reumática, síndromes discales, radiculitis, ciatalgias, periartritis.
 - Miositis y tenositis.
 - Patología muscular traumática en fase aguda o subaguda.
3. Trastornos de la osificación:
 - Osteoporosis, tanto generalizadas (posmenopausia) como localizadas (Sudeck).
 - Retardo de consolidación de las fracturas: se acelera su proceso curativo ya desde los primeros días de aplicación.
 - Seudoartrosis.
4. Traumatología, medicina laboral, medicina deportiva:
 - Contusiones, distorsiones, luxaciones.
 - Contracturas musculares.
 - Tendinitis, epicondilitis.
5. Patología vascular periférica: -
 - Úlceras varicosas y posflebíticas de miembros inferiores, postraumáticas, de decúbito.
 - Alteraciones de la circulación periférica, tipo acrocianosis y enfermedad de Raynaud.
6. Cirugía:
 - Aceleración de la cicatrización y del proceso curativo de las heridas y quemaduras.
7. Otorrinolaringología:

- Sinusitis.
- Síndromes vertiginosos secundarios a trastornos de la microcirculación.

8. Neurología:

- Dolor de origen nervioso, en general.
- Neuralgias: braquial, intercostal, del trigémino.
- Isquialgia, lumbalgia, ciática, migrañas.

9. Medicina interna:

- Asma bronquial.
- Colitis ulcerosa, úlcera gástrica crónica.
- Nefrosis, nefrosclerosis.
- Insuficiencia hepática, cardíaca.
- Trastornos de la circulación cerebral.
- Estímulo trófico de diversos órganos.

10. Trastornos derivados del estrés:

- Inquietud, insomnio, cefaleas tensionales, taquicardias emocionales, etc.

CONTRAINDICACIONES

No existen contraindicaciones absolutas para la aplicación de la magnetoterapia.

Sin embargo, existen situaciones que requieren precauciones especiales; son las siguientes:

- Enfermos portadores de marcapasos.
 - Embarazo.
 - Enfermedades víricas, micosis.
 - Hipotensión, por la posible producción de una lipotimia.
 - Hemorragias o heridas hemorrágicas, por la posibilidad de agravamiento de la hemorragia. Advertencia a la mujer con la menstruación en aplicaciones abdominales.
- La presencia de placas o implantes metálicos no es contraindicación de la magnetoterapia, debido a que su posibilidad de calentamiento es muy remota.

MAGNETOFOROS

Denominamos magnetóforos a los discos magnéticos (de tamaño variable), placas u otros objetos magnéticos preparados para su colocación sobre el organismo, con el fin de comunicar, localmente, el efecto de un campo magnético.

Estos dispositivos, con una intensidad local de hasta 500 gauss, tienen un efecto directo sobre la zona, sobre todo de tipo analgésico y antiinflamatorio así como una actuación refleja, si se aplican sobre puntos de acupuntura.