

**Universidad Inca Garcilaso De La Vega**

**Facultad de Tecnología Médica**

**Carrera de Terapia Física y Rehabilitación**



# **USO DE LA MAGNETOTERAPIA EN LA TERAPIA FISICA**

**Trabajo de investigación**

Trabajo de Suficiencia Profesional

Para optar por el Título Profesional

1964

**OLIVA INFANTE, Janneth Yannina**

**Asesor:**

**MG. MORALES MARTÍNEZ, MARX ENGELS**

**Lima – Perú**

**MAYO - 2018**

The logo of the Universidad de La Vega is centered on the page. It features a shield with a blue border and a yellow background. At the top of the shield, the text "INCA GARCILASO" is written in blue. The shield is divided into four quadrants: the top-left quadrant shows a red and white figure, the top-right quadrant shows a red and white figure, the bottom-left quadrant shows a green and blue plant, and the bottom-right quadrant shows a yellow crown. The text "UNIVERSIDAD" is written vertically on the left side of the shield, and "DE LA VEGA" is written vertically on the right side. At the bottom of the shield, the year "1964" is written. The shield is surrounded by a yellow and orange decorative border.

**USO DE LA MAGNETOTERAPIA EN LA  
TERAPIA FISICA**

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios y a mi ángel Arturo: porque me han permitido alcanzar tan anhelada meta, por ser mi fuerza a cada instante de mi vida y por nunca dejarme sola.

A mi madre: que siempre fue mi motor y motivo que a pesar de las adversidades siempre supo estar a mi lado y darme esas fuerzas para salir adelante y me enseñó a alcanzar los sueños que uno quiere y se propone.

A mi mamita coquita: que siempre con su amor incondicional, sus consejos, sus dedicatorias y la fe que puso en mí hoy solo puedo decirte mil gracias mi viejita linda. Y de forma general a cada una de las personas que si confiaron en mí y estuvieron a mi lado y pusieron su granito de arena para que esta sueño se llegue hacer realidad.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme la oportunidad de llegar hasta este punto de mi realización profesional.

A mi madre, mi abuelita, a mi pareja y a cada persona que siempre estuvieron a mi lado durante esta importante etapa en mi vida y hacer de mí una emprendedora.

A mi prestigiosa casa de estudios la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, por haberme acogido durante esta etapa de mi vida y hacer de mí una gran profesional.

Al Licenciado Morales Martínez Marx Engels el cual me brindó su apoyo y paciencia en todo momento en el transcurso de la realización del trabajo de suficiencia profesional.

También agradecer a todos los licenciados de la Universidad que me brindaron sus conocimientos y enseñanzas hacia mi persona para seguir avanzando en mi carrera profesional.

Agradecer a mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado un alto porcentaje a mi desempeño durante mi carrera profesional.

## RESUMEN

El uso de la Magnetoterapia y/o uso de un tratamiento mediante campos magnéticos, es cada más vez más utilizada en la terapia física. Existe un amplia lista donde es utilizada, sin embargo en un inicio era exclusiva para el tratamiento de la regeneración del tejido óseo, con el transcurrir de los años se ha comprobado que poderosos efectos de regeneración que tiene la Magnetoterapia debido a los cambios fisiológicos que provoca en el organismo humano. Actualmente los fisioterapeutas utilizan la magnetoterapia para los tratamientos de situaciones donde existe dolor, inflamación, lesiones de los músculos o descalcificación de huesos, utilizando los campos magnéticos de baja frecuencia (hasta 100 hz) y de baja intensidad (hasta 100 gauss). La aplicación dependerá del tratamiento a los pacientes, donde se determinara qué frecuencia e intensidad debe ser usada para su funcionamiento, sus efectos regeneradores unido a su alta tasa de penetración en el cuerpo humano hacen del magnetismo terapéutico un tratamiento de elección que además de ser fácil de aplicar nos ayude eficazmente frente a procesos inflamatorios y múltiples patologías que cursan con dolor local. La magnetoterapia en la terapia física resulta ser positivo, porque no solo calma el dolor, sino que estimula al organismo en el proceso de regeneración, además de encontrar pocas contraindicaciones.

**Palabras claves:** Magnetoterapia, terapia física, Consolidación, fracturas.

## ABSTRACT

The use of magneto-therapy and/or use of a magnetic field treatment is increasingly used in physical therapy. There is a wide list where it is used, however in the beginning was exclusive for the treatment of the regeneration of bone tissue, over the years it has been found that powerful regeneration effects that has magnetic therapy due to changes Physiological causes in the human organism. Currently, physiotherapists use magnetic therapy for the treatment of situations where there is pain, inflammation, muscle injuries or bone decalcification, using Low Frequency magnet fields (up to 100 Hz) and Low Intensity (up to 100 gauss). The application will depend on the treatment of patients, where it is determined which frequency and intensity should be used for its functioning, its regenerative effects coupled with its high penetration rate in the human body make the therapeutic magnetism a Treatment of choice that in addition to being easy to apply helps us effectively against inflammatory processes and multiple pathologies that take place with local pain. The magnetic therapy in the physical treatment proves to be positive, because it not only calms the pain, but it stimulates the organism in the regeneration process, in addition to finding few contraindications.

**Keywords:** Magnetism, physical therapy, consolidation, fractures.

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I: LA MAGNETOTERAPIA.....	11
1.1. Definición:.....	11
1.2. Biofísica .....	13
1.3. Mecanismo de acción de la Magnetoterapia .....	15
1.4. Efectos de la magnetoterapia .....	18
1.5 Las unidades de Magnetoterapia .....	22
CAPÍTULO II: APLICACIONES DE LA MAGNETOTERAPIA .....	25
2.1. Magnetoterapia en el tratamiento de las lesiones.....	25
2.2. Magnetoterapia en los deportistas.....	26
2.3 Principales aplicaciones de la magnetoterapia con fines terapéuticos.....	31
CAPÍTULO III: FRACTURAS: NOCIONES GENERALES Y TRATAMIENTO CON MAGNETOTERAPIA.....	34
3.1. Fractura .....	34
3.2. Clasificación.....	34
3.3. Manifestaciones clínicas de las fracturas. ....	37
3.4. Proceso de Consolidación. ....	38
3.5. Principios Generales del Tratamiento de las Fracturas. ....	39
3.6. Magnetoterapia en Fracturas. ....	39
3.7. La fisioterapia.....	40
3.8. Técnicas en la terapia física .....	42
3.9 Indicaciones.....	42
3.10Contraindicaciones .....	43
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES .....	46

BIBLIOGRAFÍA .....	47
ANEXOS .....	51
Es este caso colocar imágenes de pacientes, afectados en zonas del dolor o con patologías.....	51
ANEXO 1: APARATOS DE MAGNETOTERAPIA CUERPO COMPLETO .....	51
Fig. 1: Aparato cardiovascular de cuerpo completo.....	51
Fig. 2: Aparato de Magnetoterapia Completa .....	52
Fig. 3: Aparato para Dolencias deportivas.....	53
ANEXO 2: MAGNETOTERAPIA EN LOS DEPORTISTAS .....	54
Fig. 1: Aplicación de la Magnetoterapia en los deportistas. ....	54
Fig. 2: Rehabilitación con Magnetoterapia en los deportistas .....	55
ANEXO 3: MAGNETOTERAPIA EN FISIOTERAPIA.....	56
Fig. 1 Aplicación de la Magnetoterapia en fisioterapia.....	56
Fig. 2: Beneficios de la Magnetoterapia en Fisioterapia.....	57
ANEXO 4: MAGNETOTERAPIA EN TRATATAMIENTOS .....	58
Fig. 1: Atención con Magnetoterapia en tratamientos de la gonartrosis .....	58
Fig.2: Magnetoterapia en la osteoporosis.....	59
Fig.3: Magnetoterapia en retardos de consolidación.....	60
Fig. 4: Magnetoterapia /Retirada de placa y radio tras consolidación al año.....	61
Fig. 5: Fractura consolidada después de tres meses de tratamiento con Magnetoterapia.....	62
Fig. 6: Retraso de consolidación a los siete meses de la fractura.....	63

## INTRODUCCIÓN

Sobre la utilización del magnetismo a través de tiempo existen numerosos datos. Por ejemplo desde la época de las grandes civilizaciones, en Grecia, Roma, ya se conocían los poderes de la piedra imán. Asimismo se conocían desde tiempos remotos en China las propiedades de las agujas imantadas, que suspendidas de un hilo, mencionaban el norte, este fenómeno fue la base de la brújula, situación que paso al occidente en el siglo XIII. De la misma forma, se utilizaban piedras magnéticas para extraer de la piel fragmentos metálicos, luego de las batallas. Pero incluso en China, 200 años a.C., ya se conocían que las piedras magnéticas poseían propiedades curativas. Al respecto tuvieron que pasar como veinte siglos para que se considere las aplicaciones médicas del magnetismo.

Al respecto, las aplicaciones del electromagnetismo han contribuido significativamente en el desarrollo científico-técnico. Así mismo en el ámbito de la medicina también ha tenido un importante desarrollo. Situaciones relevantes son los equipos de resonancia magnética nuclear, y en el campo de la terapéutica se han desarrollado sistemáticamente, equipos cuyo nivel de prestaciones dan respuesta a las necesidades asistenciales de muchas especialidades médicas.

La magnetoterapia es la aplicación de energía magnética al organismo, con fines curativos. Está diseñada para trabajar en tejidos blandos, articulaciones, huesos y órganos internos.

Por ello, la investigación es importante porque estudia las posibilidades de tratamientos mediante el uso de la magnetoterapia en la terapia física. Donde los campos magnéticos terapéuticos indicados son de baja frecuencia (hasta 100 hz), como también de baja intensidad (hasta 100 gauss). Y puede ser a alta frecuencia (hasta 5000 hz). Que son aplicados frecuentemente en casos de dolor, trastornos inflamatorios y cicatrización de heridas.

En tal sentido se sabe que el fisioterapeuta no trata la lesión ósea en sí, pero si trata las consecuencias de las lesiones que le rodean para hacer que la recuperación de la fractura propiamente dicha sea la óptima en el menor tiempo posible, por ello se hace en empleo de la magnetoterapia.

Actualmente, el arsenal terapéutico que ofrece el uso de la magnetoterapia en múltiples patologías del sistema nervioso, circulatorio, en patologías de la piel, en el aparato locomotor y sus efectos regeneradores hacen del magnetismo terapéutico un tratamiento de elección por muchos, que además de ser fácil su aplicación ayuda de manera eficaz ante los procesos inflamatorios, como también las múltiples patologías que cursan con dolor local.

Por una parte, las corrientes inducidas por el campo magnético producen un estímulo directo del trofismo celular, que se manifiesta por el estímulo en la síntesis de la energía que requiere el organismo para su función a nivel celular favoreciendo de esta manera la multiplicación celular, la síntesis proteica y la producción de prostaglandinas (efecto antiinflamatorio) (1).

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.(18) Este potencial se mantiene mediante un mecanismo activo, en el que es fundamental la expulsión al exterior de la célula del ión  $Na^{+}$ , que penetra en ella espontáneamente (bomba de sodio) (1).

Sin embargo, en las indicaciones terapéuticas específicas tenemos: procesos reumáticos, reumatismos peri-articulares, trastornos de la osificación, traumatología, medicina laboral, medicina deportiva, patología vascular periférica, cirugía, otorrinolaringología, neurología, medicina interna, trastornos derivados del estrés.

# CAPÍTULO I: LA MAGNETOTERAPIA

## 1.1. Definición:

La magnetoterapia se basa en la utilización de campos magnéticos de frecuencia fija o variable para tratar distintas patologías. Su aplicación acelera los procesos químicos del organismo, como el sodio potásico, y ayuda a que los tejidos no disminuyan ante una enfermedad crónica o inflamatoria; también actúa sobre los huesos, los músculos y la linfa. (2)

Su fin principal radica en la eliminación del dolor, ya que relaja la musculatura para favorecer la circulación y la producción de vasodilatación, que liberan endorfinas y provocan un efecto antiinflamatorio. (2)

El tratamiento magnético continuo o fijo potencia, como hemos dicho anteriormente, los efectos antiinflamatorios y la aceleración del metabolismo. Se trata de un tratamiento cuyo polo sur creará un efecto positivo, mientras que el norte generará negativo para mejorar los procesos de generación ósea. (2)

La magnetoterapia de frecuencia variable ayudan a moldear la frecuencia para que los iones puedan moverse más sobre la zona y contribuir a la aceleración de los procesos metabólicos. (2)

Lo más frecuente es el tratamiento de osteoporosis, ya que dificulta la pérdida de calcio y favorece su regeneración; pero hay una gran cantidad de males para la que puede usarse: artrosis de rodilla, cadera o lumbar; espondilitis; ralentización de la cicatrización; quemaduras; asma; pie diabético; síndrome del tunel carpiano; lumbalgia; tendinitis o tendinosis; contusiones o contracturas. (2)

Especial atención a su uso, ya que no debe ser utilizado si el paciente lleva un marcapasos o está embarazada. También evitar utilizarlo en patologías tumorales o que su campo atraviese el corazón. (2)

Por otro lado se denomina magnetoterapia al tratamiento mediante campos magnéticos. Se puede diferenciar la aplicación de campos magnéticos producidos mediante corriente eléctrica de los campos magnéticos obtenidos mediante imanes, naturales o artificiales (1).

La magnetoterapia se define como la acción en la que se utilizan imanes permanentes o equipos generadores de campos electromagnéticos, para lograr un objetivo terapéutico. Cuando el campo magnético es generado a partir de la circulación de electricidad por un conductor, se denomina campo electromagnético (2).

Al respecto los autores indicaron que el tratamiento mediante campos magnéticos, es utilizado para lograr un objetivo terapéutico, esto gracias a que la baja y alta frecuencia actúa sobre los iones y moléculas libres que hay en nuestro organismo.

Por otro lado, La magnetoterapia (MT) consiste en el tratamiento mediante la utilización de los campos magnéticos. Estos pueden ser producidos mediante corriente eléctrica (magnetoterapia) o por medio de imanes (imanoterapia) (3).

Asimismo, la Magnetoterapia (MT) constituye un método fisiátrico seguro en el tratamiento de múltiples enfermedades, siendo utilizado como procedimiento estándar en los Centros de Rehabilitación y los SPA (3).

También, La terapia magnética consiste en el uso de imanes que se colocan en distintas partes del cuerpo con propósitos terapéuticos específicos (4).

Igualmente se indicó que, la magnetoterapia es el método mediante el cual actúan sobre el organismo campos magnéticos constantes o variables de baja frecuencia; esta posee múltiples efectos generales: analgésico, antiinflamatorio, regenerador tisular e inmunológico, por citar algunos (5).

Según señalan los autores anteriormente señalados, que se considera a la magnetoterapia como una rama de la medicina que estudia las diferentes posibilidades de tratamientos mediante la influencia de campos magnéticos en el organismo, estos campos magnéticos aplicados, son de baja frecuencia y de baja intensidad.

Del mismo modo, con la magnetoterapia, se sigue pretendiendo la estimulación metabólica mediante el aporte energético a base de fuerza magnética (6).

El magnetismo es una propiedad general de la materia, ésta es sensible a la acción de los campos magnéticos. Toda sustancia ubicada dentro de un campo magnético es afectada por la inducción magnética, exhibiendo variado comportamiento de acuerdo a

la categoría de sustancia que se trate: ferromagnética, diamagnética o paramagnética (7).

De las definiciones anteriores, la magnetoterapia está referida a un tratamiento mediante la aplicación de imanes, dónde exista dolor o alguna otra patología. Esta técnica usa un imán positivo y otro negativo denominado par biomagnético.

La magnetoterapia viene a ser un método terapéutico mediante el cual va a actuar campos magnéticos constantes o variables de baja frecuencia sobre el organismo. Se aplica a través de imanes permanentes o electroimanes, los electroimanes pueden ser constantes o variables y esto va a depender de acuerdo a la corriente que va a alimentar al equipo, a su vez pueden aplicarse de una forma continua o pulsada (8).

Es el método terapéutico mediante el cual actúan sobre el organismo campos magnéticos constantes o variables de baja frecuencia. La magnetoterapia se puede aplicar a través de imanes permanentes o electroimanes, los electroimanes pueden presentarse de forma constante o variable de acuerdo a la corriente que alimente el equipo, a su vez pueden aplicarse de forma continua o discontinua (9).

## **1.2. Biofísica**

En forma de líneas se establece el campo magnético entre un polo norte y un polo sur. Una barra imantada y/o un cable en el que se transporta corriente pueden intervenir en otros materiales magnéticos sin la necesidad de físicamente tocarlos, esto debido a que los objetos magnéticos producen un campo magnético. El campo magnético no afecta por igual las diferentes sustancias. Los campos magnéticos suelen representarse mediante líneas de campo magnético o líneas de fuerza.

Es importante saber que el organismo humano, es un 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 esto, 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 intensidad del campo en oersteds (1).

Para cualquier punto, se tiene que la dirección del campo magnético es igual a la dirección de las líneas de fuerza, como también la intensidad del campo es inversamente proporcional al espacio entre las líneas. Los distintos tipos de imán producen diferentes esquemas de líneas de fuerza, esto según su forma y su fuerza magnética. La estructura de las líneas de fuerza creadas por un imán o por cualquier objeto que genere un campo magnético puede visualizarse si se utiliza una brújula o limaduras de hierro. Los elementos o estructuras con propiedades magnéticas tienden a orientarse, siguiendo las líneas de campo magnético.

La corriente variable va a generar un campo electromagnético, esto es, tanto con componente eléctrico como componente magnético. Tenemos que en la aplicación terapéutica de la alta frecuencia van a predominar los efectos del campo eléctrico, produciendo calor. Por ello, y además de la habitual aplicación en forma continua, se introdujo posteriormente la aplicación pulsada para poder aprovechar el efecto biológico del componente magnético con mínima actuación del efecto térmico que produce el campo eléctrico (10).

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 (11).

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  $\mu$  es una constante denominada permeabilidad magnética, que depende de las características del medio (11).

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 (1).

**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) (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 (1).

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 (11).

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) (11).

### **1.3. Mecanismo de acción de la Magnetoterapia**

El mecanismo de acción de los campos magnéticos se muestra de manera sencilla. Es decir, si colocamos diversas partes del organismo en la zona de acción donde actúan los campos magnéticos, muestra a las líneas magnéticas que atraviesan superficies totalmente, que no solo actúan en los tejidos superficiales, sino que también atraviesan todo el organismo, incluyendo todos los órganos y los huesos, llegando a la profundidad absoluta.

Con la aplicación de magnetoterapia se alcanza a todas las células, iones de sodio y potasio que se ubican en la célula como también en el sistema coloidal.

Asimismo se origina un cambio del potencial eléctrico de la membrana celular, donde el resultado es un intercambio iónico acentuado.

Sin embargo, se mejora la circulación sanguínea tanto en los vasos como en los capilares que son observados minuciosamente con la termografía.

Por otro lado se aumentan las defensas orgánicas, lo que lo constituye como uno de sus principales efectos.

Con terapia de campos magnéticos se puede: Reducir el dolor, también relajar el espasmo, asimismo obtener efecto antiinflamatorio, con fortalecimiento simultáneo de las defensas orgánicas y recuperación de la energía.

El éxito del tratamiento va a depender de las características físicas del campo magnético que son la Intensidad del campo magnético que vendría a ser la inducción magnética que se va a medir en Gauss, Vector ya sea norte o sur, Frecuencia, Forma del impulso como tenemos la forma sinusoidal, semisinusoidal, cuadrada o triangular, Duración de la acción (para magnetoterapia o magneto osteogénesis) (8).

Todos los seres vivos están sometidos a la acción de un campo magnético terrestre, que si bien es de poca intensidad (4 G), es imprescindible para la vida. A lo largo de los siglos han existido fluctuaciones de la intensidad del campo magnético que han provocado problemas a la salud. Entonces, lo primero que se debe considerar es que el campo magnético es un agente que aporta energía a los sistemas biológicos. Como ya se conoce, los sistemas biológicos del cuerpo humano son, en esencia, el resultado de la interacción de procesos eléctricos y movimientos iónicos. (3)

Para un buen funcionamiento del organismo debe existir un equilibrio en la interacción de los procesos, y para esto es necesario un determinado nivel energético que garantice las reacciones. La pérdida del nivel energético en la célula lleva a la disfunción de esta, y por ende afecta el proceso hístico donde la célula interviene. De esta manera, se establecen las bases para una disfunción orgánica, y más allá hay una disfunción del organismo como un todo; en ese momento; el organismo se encuentra enfermo. La experiencia clínica demuestra que el campo magnético, con determinados parámetros de localización, intensidad y frecuencia, ofrece un flujo de energía que el organismo está en condiciones de transformar y aceptar para su recuperación. (1)

El mecanismo por el cual actúa este campo es a través de un reordenamiento de los dipolos magnéticos. Se le denomina dipolo al elemento o molécula cuya conformación incluye cargas positivas y negativas. Un ejemplo de dipolo es el átomo, que reúne varios elementos en determinado equilibrio como son los protones y electrones. Cada átomo tiene un “momento orbital y spin”, o un “momento magnético”, que se relaciona con su capacidad de girar y orientar sus cargas ante la presencia de las líneas de fuerza del campo magnético. Esto quiere decir que en el interior de la materia existen

pequeñas corrientes cerradas al movimiento de los electrones que contienen los átomos, cada una de estas origina un microscópico imán. Cuando los átomos de un material están orientados en todas direcciones sus efectos se anulan mutuamente y el material no presenta propiedades magnéticas; en cambio, si todos los átomos se alinean, actúan como un único imán, en ese caso se dice que la sustancia se ha magnetizado (13)

De manera que toda sustancia tiene un nivel de respuesta ante la presencia de un campo magnético. De acuerdo con los diferentes tipos de comportamiento magnético, los materiales pueden clasificarse en, diamagnéticos, paramagnéticos, y ferromagnéticos. (3)

El ferromagnetismo tiene su origen en las intensas fuerzas que los “momentos magnéticos” atómicos ejercen entre sí, de modo que en una pequeña región del material, los momentos se alinean entre sí, incluso sin campo externo, como ocurre en los minerales magnéticos. Al aplicar un campo magnético externo, los dipolos tienden a alinearse en la dirección de las líneas de fuerza del campo, produciéndose la magnetización del material. La intensidad de magnetización en cada dipolo individual es pequeña, pero una distribución completamente ordenada de tales momentos produce una gran magnetización. (3)

Cuando el campo aplicado se hace muy intenso, la sustancia se magnetiza totalmente y se alcanza la saturación. Si posteriormente se anula el campo, el material no retorna al estado original, y queda una magnetización remanente (imán permanente). Para anular completamente la magnetización hay que aplicar un campo de sentido contrario, campo coercitivo (14)

Material paramagnéticos, en esta clase de materiales, los momentos magnéticos de los átomos individuales no llegan a interactuar y la magnetización se torna cero en ausencia de un campo magnético externo. En presencia de un campo externo, se produce un alineamiento parcial de los momentos atómicos con el campo externo, resultando en una magnetización neta positiva y susceptibilidad magnética positiva. El paramagnetismo se presenta en materiales cuyas entidades microscópicas poseen momento magnético permanente. (3)

Materiales diamagnéticos, no manifiestan una fuerte interacción magnética, por lo que no aparecen magnéticamente ordenados. Esto se debe a la respuesta –desorganizada– de los momentos orbitales atómicos, a la aplicación de cualquier campo magnético exterior. En muchas sustancias, el diamagnetismo se encuentra enmascarado, y aquellas en que se manifiesta con claridad, están compuestas por átomos cuyo momento magnético neto es cero (debido a que los orbitales se encuentran llenos y no existen electrones desapareados). Expuestas a un campo magnetizante, se produce una magnetización inducida, de signo opuesto al del campo exterior, y determina valores negativos de susceptibilidad. Otra propiedad característica de los medios diamagnéticos es que su susceptibilidad es independiente de la temperatura. (3)

#### **1.4. Efectos de la magnetoterapia**

La magnetoterapia, ofrecen múltiples efectos, sobre los tejidos y los diferentes órganos del cuerpo, dentro de los principales tenemos:

##### **Efecto analgésico**

No se da de manera inmediata pero es duradero. Es considerado uno de los más importantes, porque liberan la presión y compresión de nuestro organismo, especialmente en una lesión. Gracias a la actuación del magnetismo sobre las terminaciones nerviosas que provocan la inflamación y por tanto el dolor el dolor, este se ve disminuido, presentando una duración elevada que se mantiene más allá del tratamiento.

Los diferentes pacientes que acuden tratamiento de fisioterapia nos transmiten casi siempre su preocupación por el dolor que afirman, disponer de un tratamiento que tiene un efecto analgésico comprobado nos permitirá actuar sobre este síntoma que aparte de dificultar la amplitud de movimientos y el desarrollo de la fuerza, es capaz de producir efectos psicológicos ingratos que llegan a producir que el paciente abandone por su cuenta el tratamiento impidiendo una rehabilitación completa (12).

De esta manera, el dolor no es sólo un síntoma del cual debemos de obviar sino que también nos dediquemos a mejorar los aspectos como el desarrollo de la amplitud angular o la mejora de la fuerza.

Los campos magnéticos producen un efecto calmante del dolor por múltiples vías, la Magnetoterapia pulsátil tiene demostrado un efecto antiinflamatorio y por tanto liberará

del exceso de presión a que se encuentran sometidos los receptores sensitivos locales. Produce un efecto de relajación sobre la musculatura induciendo un estado de relajación lo que hace que esta terapia se indique para tratamientos contra el insomnio, dolores de cabeza así como del estrés y sus efectos secundarios. Es indudable que el efecto de equilibrio provocado sobre el potencial de membrana eleva el umbral del dolor y por lo tanto el paciente percibe una molestia menor (12).

El efecto analgésico de los campos magnéticos se deriva en gran medida, de los efectos antiflogísticos, una vez que se libera la compresión a que son sometidos prácticamente todos los receptores sensitivos en el lugar de la lesión, además del efecto de regular el potencial de membrana ayuda a elevar el umbral de dolor en las fibras nerviosas sensitivas; de este modo, se puede decir que tiene una intervención indirecta y también directa sobre los mecanismos del dolor. Son conocidas las posibilidades de regeneración en lesiones nerviosas periféricas de determinada envergadura (2).

El discreto efecto analgésico que produce la magnetoterapia, es derivado de una acción directa en las terminaciones nerviosas, también de su actuación sobre el mecanismo que produce el dolor (inflamación). Este efecto es mantenido y persistente, sin embargo no es de aparición.

### **Vasodilatación.**

Los efectos del magnetismo sobre la dilatación de los vasos sanguíneos se encuentran más que demostrada, produciéndose de forma local un aumento de la circulación y levemente la temperatura, en tal sentido los campos magnéticos pulsantes facilitan la acción de vénulas y arteriolas aumentando el riego local de los tejidos. De manera directa favorece la nutrición de las células, asimismo disminuye la inflamación; en conjunto reequilibra la circulación de los tejidos en los que se es aplicado.

La vasodilatación obtenida favorece el aumento del nivel de oxígeno en los tejidos, la estimulación del riego local nos lleva directamente a una disminución de la concentración de anhídrido carbónico y a una elevación de la concentración de oxígeno, elemento imprescindible para la célula en las cantidades requeridas (12).

Cuando se aplica un campo magnético, se produce una apertura del número de capilares o pequeños vasos sanguíneos que funcionan, por unidad de volumen hística; esto provoca hiperemia o aumento de la circulación en la zona tratada. No solo ocurre la

vasodilatación por acción sobre la pared del vaso, sino que actúa sobre la columna circulatoria (2).

La magnetoterapia produce una importante vasodilatación, sin embargo presenta dos consecuencias: la hiperemia de la zona tratada y si se tratan zonas amplias del organismo, se tiene una hipotensión considerable.

### **Efecto antiinflamatorio.**

El campo magnético inducido produce un estímulo directo de trofismo celular, que es manifestado por el estímulo en la síntesis del ATP del AMPc y del ADN, y en la síntesis proteica y de la producción de prostaglandinas, produciendo un efecto antiinflamatorio.

Este es el efecto que puede manifestarse más precozmente. Ya se expresaron los cambios circulatorios inducidos y sus beneficios. Todo esto es apoyado, además, por el efecto de regulación del transporte de la membrana celular y la activación de diferentes proteínas y/o enzimas, a nivel plasmático, que repercuten de forma efectiva en la disminución de la hipoxia y el edema, incluso, y específicamente, en pacientes con microangiopatía (2).

Como se indicaba con anterioridad, su base tendrá actuación directa de los campos magnéticos de baja frecuencia, donde la circulación y la facilitación de un flujo sanguíneo normalizado podrá lograr un incremento sobre el nivel de oxígeno y de sustancias nutricias, siendo elementos necesarios para que la célula realice su reparación como la obtención de energía, y de esta manera eliminar los elementos tóxicos con mayor eficacia y sus efectos inflamatorios negativos irán desapareciendo poco a poco con ellos. La normalización del potencial de membrana y la fluidificación del medio acuoso en que se encuentra la célula facilitan su efecto antiflogístico.

### **Acción sobre el tejido óseo.**

Los efectos de la Magnetoterapia sobre la osteoporosis están más que demostrados, los campos magnéticos inducidos por medio de la piezoelectricidad son capaces de generar en el tejido óseo corrientes eléctricas de mínima intensidad que incitan a los osteoblastos a incrementar su producción de hueso. Éste incremento del tejido óseo por

acción del magnetismo convierte esta terapia en imprescindible para el tratamiento de la distrofia simpático refleja, de la osteoporosis y de las pseudoartrosis (12).

Un efecto trascendental de la magnetoterapia es su capacidad demostrada para el estímulo trófico del hueso y del colágeno. Lo anterior está vinculado con la producción local de corrientes inducidas de muy débil intensidad, que estimulan la osteogénesis por activación del mecanismo de la piezoelectricidad, o también llamada, en este caso, magnetostricción (2).

En tal sentido, el nivel de colágeno igualmente aumenta, lo cual se considera importante dado que constituye más del 20% del tejido óseo. Aunque este tenga un efecto aprovechable para usarlo en la cicatrización de lesiones como el de la piel, tendones, músculo y fascias.

### **Relajación de la musculatura**

Los campos magnéticos tienen un importante efecto de relajación muscular, tanto por su influencia sobre la fibra lisa como la estriada. Este efecto de relajación se debe a la disminución del tono simpático y por tanto, del nivel de contracción involuntaria de estos músculos (2).

La Magnetoterapia es muy eficaz como relajante muscular y lo es tanto en la musculatura de fibra lisa como la de fibra estriada, los campos magnéticos actúan sobre el sistema simpático disminuyendo el tono muscular. Este efecto relajante al comienzo puede ser puramente local pero conforme se continúa el tratamiento llega a generar un efecto amplio sobre sistema nervioso central debido a la disminución del tono simpático lo cual provocará un efecto generalizado de relajación. Un mejor descanso facilitará una recuperación más consistente, una vivencia de la situación personal con menos estrés facilita enfocar el momento en que se encuentra la patología de una forma más clara y permite ver los procesos evolutivos evitando enfocar nuestra mente siempre hacia los aspectos más negativos del tratamiento o de la evolución (12).

### **Regeneración de los tejidos.**

A través de los campos magnéticos, el efecto regenerador se puede lograr a cualquier nivel de profundidad, y no solo limitado a la piel. A diferencia de otros agentes terapéuticos, que a menudo encuentran barreras biológicas, los campos magnéticos se

transforman en la energía propia del organismo, oponiendo este último, poca resistencia. Su efecto está limitado solo por las posibilidades físicas del imán con que se cuenta al hacer la terapéutica, su radio de acción, su potencia y su frecuencia, entre otros parámetros (2).

El aumento de la circulación local facilita la regeneración del tejido dañado, los campos magnéticos estimulan la producción de colágeno, la formación de vasos sanguíneos y de tejido óseo, es indudable que si por cualquier medio conseguimos mejorar la circulación, activar los procesos energéticos y eliminar las sustancias de desecho habremos sentado las bases para que el cuerpo se ponga en marcha y active su capacidad de regeneración al máximo (12).

### **1.5 Las 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. (15)

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. (12)

Los aparatos de magnetoterapia constan de una consola y un aplicador o solenoide. Los mandos de la consola permiten seleccionar: (12)

- La forma de la onda que hay que aplicar: continua, a impulsos, sinusoidal, rectangular, en «tres cuartos», etc.
- 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. (12)

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. (12)

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. (12)

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. (12)

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). (12)

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). (12)



## CAPÍTULO II: APLICACIONES DE LA MAGNETOTERAPIA

### 2.1. Magnetoterapia en el tratamiento de las lesiones

En fisioterapia, el concepto de foco de fractura parece más adecuado, ya que el fisioterapeuta no trata la lesión ósea en sí, sino que deberá tratar todas las consecuencias de las lesiones que le rodean para hacer que la recuperación de la fractura propiamente dicha sea la óptima en el menor tiempo posible. Así pues, el fisioterapeuta, por ejemplo, será el encargado de la afectación muscular y ligamentosas, de la rigidez articular secundaria a la inmovilización, de recuperar la estabilidad articular, etc. (20).

La magnetoterapia se define como la acción en la que se utilizan imanes permanentes o equipos generadores de campos electromagnéticos, para lograr un objetivo terapéutico. Cuando el campo magnético es generado a partir de la circulación de electricidad por un conductor, se denomina campo electromagnético (2).

Efectos terapéuticos (21)

#### a) Efectos de magnetización

Modificación de la permeabilidad de la membrana celular.

Aporte de energía de la bomba sodio – potasio.

Estimulación de la síntesis de ADN celular.

Activación de los sistemas de oxido reducción en los ribosomas y en los citocromos de la célula.

#### b) Efecto piezo-eléctrico

#### c) Efecto metabólico

Estimulación de actividad mitótica (efectos sobre los fibroblastos del tejido conectivo, que proliferan aumentando en número).

Favorecimiento de la neoformación capilar (eleva el riego sanguíneo)

**d)** Efecto analgésico

**e)** Efecto neurovegetativo (regula la secreción de hormonas y las enzimas y ejerce un efecto miorelajante)

Indicaciones (22)

- Contusiones.
- Contracturas.
- Retardo en la cicatrización.
- Mejora del trofismo local, pie diabético.
- Lumbalgia, dorsalgia.

Contraindicaciones (22)

- No aplicar en pacientes portadores de marcapasos.
- No aplicar durante el embarazo.
- No utilizar en patologías tumorales.
- No aplicar de forma que el campo atravesase el corazón

## **2.2. Magnetoterapia en los deportistas**

En la práctica del deporte es muy habitual sufrir algún tipo de lesión como fracturas, esguinces, calambres continuados o dolores de rodilla. A través de la aplicación de la magnetoterapia se puede estimular de forma específica diferentes tipos de tejido (23).

Hoy en día la práctica de la actividad física se ha convertido en un hábito social que va aumentando cada vez más. El ejercicio físico practicado habitualmente contribuye a la reducción de la frecuencia cardiaca, del riesgo de enfermedad cardiovascular y reduce la pérdida de masa ósea que se asocia con la edad y la osteoporosis. La actividad física también ayuda al organismo a utilizar las calorías de manera más eficiente con la consiguiente regulación del peso, además de incrementa la tasa de metabolismo basal, reducir el apetito y ayudar a reducir la grasa corporal (24).

Por otro lado, en el deporte de alta competición se ha producido un cambio de actitud que se traduce en una mayor presión sobre los deportistas para mejorar sus resultados.

Esto ha ocasionado un incremento del número de lesiones atribuidas tanto al propio deportista como al equipamiento, la estructura y la característica del propio deporte, lo que conlleva un aumento de presión sobre los servicios médicos (24).

Existen otros autores que definen las lesiones deportivas como un intencionado o in intencionado golpe sobre el cuerpo causado por la exposición a energía mecánica, calor, electricidad, agentes químicos y radiación que interactúan con el cuerpo en cantidad o en índices que exceden el umbral de tolerancia humano. También se considera lesión deportiva un intencionado o in intencionado golpe sobre el cuerpo por la participación en un juego o actividad que requiere un esfuerzo físico llevado a cabo por la diversión, motivación o comportamiento (24).

La lesión deportiva es un tipo de lesión, dolor o daño físico que se produce como resultado del deporte, la actividad física o el ejercicio (25).

Las lesiones deportivas se asocian al sistema músculo esquelético, que comprende músculos, huesos, articulaciones y tejidos asociados como los ligamentos y los tendones (Walker, 2010) (25).

Si bien las lesiones de la columna vertebral en atletas pueden afectar cualquiera de los segmentos, las ubicadas en la región lumbar son las más frecuentes y por su elevada asociación con cambios degenerativos, suelen ser las que generan más dudas respecto de las posibilidades de un retorno deportivo al nivel pre-profesional (26).

### **Clasificación de la lesión deportiva**

Independientemente de en que parte del cuerpo se produzca la lesión, o de la gravedad de esta, las lesiones deportivas se clasifican comúnmente en dos tipos: agudas o crónicas (Walker, 2010) (25).

#### **Lesiones agudas**

Se refieren a las lesiones deportivas que se producen se manera súbita. Los ejemplos más comunes de lesiones agudas son las fracturas de hueso, las distensiones de músculos y tendones, los esguinces de ligamento y las contusiones. Las lesiones agudas normalmente producen dolor, hinchazón, edema, fragilidad y la imposibilidad de usar o cargar el área lesionada (25).

#### **Lesiones crónicas**

Se refieren a las lesiones deportivas que se mantienen durante un periodo prolongado de tiempo y son también llamadas lesiones por uso excesivo. Ejemplos comunes de lesiones crónicas son la tendinitis, bursitis, fractura por estrés. Las lesiones crónicas,

como las agudas también producen dolor, hinchazón, sensibilidad, fragilidad y la imposibilidad de usar o cargar el área lesionada (25).

Rodríguez L, Gusi. (2002) sostuvo que la lesión y su severidad suelen clasificarse, entre otras formas, según la influencia que ejercen en la actividad de la persona. Atendiendo a la repercusión de las alteraciones, las lesiones o los dolores sobre las actividades deportivas o de fitness, se pueden establecer cuatro (21):

- **Primer nivel:** Las lesiones no afectan a las actividades deportivas o de fitness y, en consecuencia, no repercuten significativamente en la programación del entrenamiento (21).
- **Segundo nivel:** Obligan a modificar las características de las actividades deportivas o fitness (intensidad, duración, técnica, etc.) y, por lo tanto, inciden en el programa de entrenamiento generando cambios y pérdidas de tiempo para lograr los objetivos predeterminados (21).
- **Tercer nivel:** Imposibilitan que el deportista lleve a cabo en parte o totalmente las actividades deportivas o de fitness.
- **Cuarto nivel:** Además de lo recogido en el tercer nivel, las lesiones producen alteraciones en la vida cotidiana del deportista (21).
- Por ejemplo, un traumatismo en el muslo puede provocar dolor o un hematoma en un deportista. El dolor es molesto, pero puede (21):
- Permitir al deportista hacer los ejercicios o actividades que tenían previstos el mismo o el entrenador (primer nivel) (21).
- Obligarle a reducir la intensidad del ejercicio, ya que ocasiona, por ejemplo, una marcha asimétrica o con un ritmo descompensado (segundo nivel) (21).
- Impedirle realizar determinados ejercicios previstos que requieran fuerza explosiva, como la carrera de velocidad o los saltos (tercer nivel) (21).
- Ocasionarle una incapacidad en su vida doméstica, por ejemplo, subir las escaleras de acceso a su casa de forma autónoma (cuarto nivel) (21).
- De esta manera, una misma lesión o alteración aparentemente idéntica puede afectar de modo diferente a cada especialidad deportiva según las necesidades concretas de entrenamiento y competitivas que precise (21).

La Magnetoterapia una terapia especialmente indicada para el tratamiento de lesiones deportivas. Hoy en día la Magnetoterapia es considerada como una buena alternativa

para la recuperación y rehabilitación a la que se someten muchos deportistas de élite (23).

Con la aplicación de esta terapia conseguiremos actuar de forma profunda en el organismo además de ser totalmente indolora. Los campos magnéticos estáticos actúan sobre la zona lesionada, acelerando el crecimiento celular y aumentando la cantidad de glóbulos rojos y blancos. Esto, en conjunto, agiliza la remodelación ósea y regenera los tejidos. Es por ello que muchos deportistas se han sometido a esta práctica para reducir sus tiempos de curación y aliviar el dolor en las áreas localizadas (23).

La rotura del ligamento lateral interno, rotura del cruzado anterior y afectación también del menisco medial, es una lesión típica de deportistas, especialmente de los esquiadores. El nombre pone de manifiesto la gravedad de la lesión que se produce con cierta facilidad al bloquearse los esquíes mientras que la rodilla rota hasta producir una afectación del menisco medial, rotura del cruzado anterior y rotura del ligamento lateral interno de la rodilla. Es una patología compleja que cursa con gran dolor y limitación de la movilidad de la rodilla, que requiere como mínimo entre cuatro y seis meses de rehabilitación (12).

Se puede producir en múltiples actividades pero el mecanismo es siempre muy similar: alteración muy rápida del movimiento de la rodilla y un frenazo violento de la misma, esto hace que la tibia rote sobre el fémur hacia el exterior con la pierna fija. Este tipo de lesión también es posible cuando se produce un traumatismo potente sobre la articulación de la rodilla el cual sea capaz de provocar el mismo tipo de rotación y la lesión consiguiente (12).

Barros (2012) indicó que el paciente lo suele percibir como un crujido e inmediatamente tras ello un fuerte dolor que es acompañado por una inestabilidad en la articulación de la rodilla, que le impedirá probablemente deambular, en breve tiempo aparece inflamación y la amplitud de los movimientos queda limitada. Pruebas físicas y radiológicas confirmarán la lesión, tras ello y según el grado de afectación el paciente se someterá a un tratamiento conservador o quirúrgico, tanto en un caso como el otro la acción del fisioterapeuta es imprescindible para garantizar una recuperación de calidad (12).

La magnetoterapia colaborará en el proceso de rehabilitación favoreciendo la disminución del dolor, aportando un aumento del riego sanguíneo sobre los diversos tejidos afectados en el momento en que haya desaparecido el derrame y favoreciendo la regeneración de los tejidos (12).

Los diversos tipos de magnetoterapia de alta y baja frecuencia son capaces de ayudar en esta patología la magnetoterapia es capaz de actuar sobre la gran cantidad de iones libres e incluso moléculas equilibradas eléctricamente como el agua que funcionan como dipolos debido a la orientación de sus cargas, cuando se someten a la influencia de un campo magnético al que se dota de una frecuencia eficaz en el tratamiento de lesiones ligamentosas, estamos aportando un incremento del movimiento a estas sustancias por efecto de encontrarse en medio de un campo magnético oscilante y ser repelidas o atraídas en función de su carga, realmente estamos consiguiendo la transformación de un campo electromagnético en una fuerza electro motriz, el efecto no es tan intenso como para proporcionar calor que debamos valorar como un elemento más de la ecuación terapéutica, aunque en algunos casos los pacientes lleguen a percibirlo, este movimiento extra acelera los procesos químicos en el organismo, favorece la acción de la bomba sodio potasio y ayuda a regular los intercambios en un tejido en que estos se veían disminuidos por la acción de una patología crónica o inflamatoria (12).

La magnetoterapia actuará también sobre el tejido óseo, la linfa, los músculos, en todos estos casos va a acelerar el trofismo y favorecer los procesos de rehabilitación (12).

### **2.3 Principales aplicaciones de la magnetoterapia con fines terapéuticos**

En investigaciones realizadas en importantes centros científicos se ha comprobado el efecto sedante del campo magnético sobre el sistema nervioso central, el sistema nervioso periférico y la musculatura, el cual ha mostrado una acción mioenergética y espasmolítica sobre los músculos así como también antialérgica, cicatrizante y trófica (27).

También puede ser utilizado para el tratamiento ortopédico-traumatológico, sea invasivo o no invasivo, de manera que induce en el organismo cambios de la membrana celular de los tejidos, metabólicos, de los procesos enzimáticos, en la actividad de reconstrucción y normalización del tejido nervioso en el ámbito celular (28).

El CME estimula la acción general de la normalización sobre los impulsos nerviosos, la circulación sanguínea y la dinámica muscular y de coordinación. El campo magnético aumenta la actividad inmunológica e intensifica la microcirculación.

Las acciones locales del CME pueden condicionar la reestructuración general adaptativa de todo el organismo y efectos antiinflamatorios en regiones distintas del lugar de acción (29).

Su aplicación clínica comienza a extenderse cuando la magnetoterapia logra ajustar frecuencias e intensidades adaptándose así a la patología y características concretas de cada paciente, si al comienzo el tratamiento de la osteoporosis y de la falta de consolidación ósea en las fracturas eran los tratamientos clásicos y casi exclusivos de esta terapia, en el momento actual además del sistema esquelético las aplicaciones clínicas de la magnetoterapia se extienden al sistema circulatorio, respiratorio, neurológico y muscular (12).

Dado que la Magnetoterapia posee un potente efecto generador, antiinflamatorio, analgésico, circulatorio, existe múltiples patologías que son beneficiadas con su tratamiento.

Las principales aplicaciones de la magnetoterapia con fines terapéuticos son:

### **En Reumatología**

#### **a) Osteoporosis**

Los tratamientos con terapia magnética para la osteoporosis siguen las mismas reglas que se aplican al tratamiento de la artritis. Es decir, los imanes tienen que aplicarse tan cerca del punto de dolor como sea posible (30).

También se usan los mismos tipos de dispositivos para el tratamiento de la osteoporosis: las correas de terapia magnética, envolturas, plantillas, almohadillas... Debido a que la osteoporosis se encuentra predominantemente en los huesos largos (aunque pueden ser afectados todos los huesos de baja densidad) la mayoría de las articulaciones que soportan una gran carga diaria se ven afectadas. Por esta misma razón, existen algunos síntomas dolorosos que pueden llegar a ser muy graves y el simple hecho de moverse puede llegar a ser una experiencia extremadamente dolorosa para el paciente (30).

#### **b) Artrosis**

Posee efecto antiinflamatorio como también calmante del dolor, es considerado muy eficaz en esta patología degenerativa.

#### **c) Artritis**

Al igual que en las artrosis la artritis es beneficiada por los efectos antiálgicos y antiinflamatorios.

#### **d) Neuralgias**

Mediante la activación del trofismo se mejora la regeneración del tejido nervioso.

#### **e) Cervicalgia.**

Se logra calmar el dolor, también se consigue disminuir el proceso inflamatorio local.

## **En Traumatología**

### **a) Fracturas.**

La activación de los osteoblastos contribuyen a aumentar la densidad de tejido óseo y con ello favorecen la consolidación de las fracturas.

### **b) Fibromialgia.**

La magnetoterapia es un buen aliado contra la fibromialgia ya que permite tratar amplias zonas y los efectos relajantes, antiinflamatorios y activación de la circulación son capaces de mejorar los síntomas del territorio que tratamos (12).

### **c) Síndrome del túnel carpiano.**

Como en cualquier síndrome de atrapamiento la magnetoterapia actuará como un eficaz antiinflamatorio local, disminuyendo la presión sobre el tejido y favoreciendo de este modo una rehabilitación más temprana (12).

### **d) Lumbalgia, dorsalgia, contracturas, tendinitis, etc.**

La lista de patologías a tratar es prácticamente inagotable, ello se debe no a una sola causa sino al efecto combinado de la acción trófica sobre el metabolismo, la aceleración de los procesos de regeneración ósea, al efecto antiálgico del campo magnético sobre los más diversos tejidos del cuerpo humano, al efecto antiinflamatorio, al incremento de la circulación local. Todo ello en conjunto y actuando al mismo tiempo es lo que consigue los resultados en muchos casos sorprendentes que constatar produce esta potente terapia física.

## CAPÍTULO III: FRACTURAS: NOCIONES GENERALES Y TRATAMIENTO CON MAGNETOTERAPIA

### 3.1. Fractura

Se define fractura como la pérdida de continuidad del hueso por la acción de un traumatismo mecánico y el foco de fractura como el conjunto de lesión ósea y las partes blanda próximas lesionadas en el traumatismo, que también incluye la lesión del periostio, vasos sanguíneos, nervios, músculos, piel, etc. (20).

La fractura puede definirse como la interrupción de la continuidad ósea ó cartilaginosa (31).

### 3.2. Clasificación

<p><b>Clasificación según su etiología.</b></p> <p>Hay varias circunstancias que pueden dar lugar a una fractura, aunque la susceptibilidad de un hueso para fracturarse por una lesión única se relaciona no sólo con su módulo de elasticidad y</p>	Fracturas habituales	El factor fundamental es un único traumatismo cuya violencia es capaz de desencadenar una fractura en un hueso de cualquier calidad.
	Fracturas por insuficiencia ó patológicas	En estas fracturas el factor fundamental es la debilidad ósea. Pueden deberse a procesos generales que cursen con osteopenia u osteosclerosis bien sean enfermedades óseas fragilizantes constitucionales ó metabólicas. O puede deberse a procesos locales como son los tumores primarios o metastásicos, ó procedimientos iatrogénicos que debiliten un área circunscrita de hueso.
	Fracturas por fatiga ó estrés	La fractura es el resultado de sollicitaciones mecánicas repetidas.

<p>sus propiedades anisométricas, sino también con su capacidad de energía. (31).</p>					
<p><b>Clasificación según su mecanismo de producción</b></p>	<p>Fracturas por mecanismo directo</p>	<p>Son las producidas en el lugar del impacto de la fuerza responsable.</p>			
	<p>Fracturas por mecanismo indirecto</p>	<p>Fracturas por compresión: La fuerza actúa en el eje del hueso, suele afectar a las vértebras, meseta tibial y calcaneo.</p>			
		<p>Fracturas por flexión: La fuerza actúa en dirección perpendicular al eje mayor del hueso y en uno de sus extremos, estando el otro fijo.</p>			
		<p>Fractura por cizallamiento: El hueso es sometido a una fuerza de dirección paralela y de sentido opuesto, originándose una fractura de trazo horizontal.</p>			
		<p>Fractura por torsión: La torsión se define como la deformación de un objeto como resultado de una fuerza que le imprime un movimiento de rotación sobre su eje, estando un extremo fijo.</p>			
		<p>Fracturas por tracción: Se produce por el resultado de la acción de dos fuerzas de la misma dirección y sentido opuesto.</p>			
<p><b>Clasificación según la afectación de partes</b></p>		<p><b>Herida</b></p>	<p><b>Contaminación</b></p>	<p><b>Afectación partes blandas</b></p>	<p><b>Daño óseo</b></p>
	<p>I :</p>	<p>↓1 cm</p>	<p>limpia</p>	<p>mínimo</p>	<p>simple, mínima conminución</p>

<b>blandas.</b>  A veces se olvida que cualquier fractura, las partes blandas adyacentes sufre los efectos del mismo traumatismo y que esto supondrá:  - Un mayor riesgo de infección  - Reducción del potencial de consolidación ósea  - Modificación de las posibilidades terapéuticas (31)	II:	↑ 1 cm	moderada	moderada Afecta algún Músculo	conminución moderada
	III A	↑ 10 cm	alto	aplastamiento severo	conminuta, se puede cubrir
	III B	↑ 10 cm	alto	grave, pérdida de cobertura	cobertura pobre
		↑ 10 cm	alto	lesión vascular nerviosa	cobertura pobre
<b>Clasificación según su patrón de</b>	Fracturas incompletas:	Fisuras: Que afecta a parte del espesor Fracturas en tallo verde: son fracturas por flexión en huesos flexibles (niños). Fracturas en caña de bambú o fracturas en torus: Son			

<b>interrupción</b>  Según la continuidad ósea las fracturas se pueden dividir:		fracturas infantiles, aparecen en zonas de unión metafiso - diafisarias .
	Fracturas completas	Fracturas completas simples: Tienen un trazo único y no hay desplazamiento
		Fractura completa con desplazamiento: Son las que pierden la alineación de los fragmentos y dependiendo de su localización
<b>Clasificación según su estabilidad</b>	Estables:	Son las que no tienen tendencia a desplazarse tras conseguir la reducción. Son fracturas de trazo transversal u oblicuo, menor de 45°.
	Inestables	Son las que tienden a desplazarse tras la reducción. Son fracturas con un trazo oblicuo mayor de 45°, excepto las de trazo espiroideo.

### 3.3. Manifestaciones clínicas de las fracturas.

#### Anamnesis

Toda interrupción ósea va a producir un cuadro de impotencia funcional, que será, absoluta (sí los fragmentos están desplazados) ó relativa (en las fisuras y fracturas engranadas) (31).

Dolor; que podrá originar un shock traumático. Habrá crepitación de los fragmentos y hemorragias (31).

Aunque puede que el paciente no mencione antecedente traumático, si se trata de fracturas por sobrecarga ó patológicas, la anamnesis debe ir dirigida a recoger datos de cómo ha sido el accidente, cuanto tiempo hace y los datos propios del enfermo (31).

#### Exploración

Debe comenzarse con la inspección y palpación de la zona lesionada, seguido de una evaluación de la movilidad y del estado neuro-vascular (31).

La lesión nerviosa podrá ser inmediata, simultánea a la fractura, como consecuencia del traumatismo ó secundaria a los desplazamientos fragmentarios que elongarán, contundirán ó seccionarán al nervio (31).

### **Exploración Radiologica**

Es imprescindible para la evaluación de la fractura. No solo no confirma el diagnóstico, sino que establece las características de la fractura.

Deben pedirse dos proyecciones, generalmente perpendiculares(deberá girarse el aparato de Rx, no el miembro) y deberá incluir las dos articulaciones adyacentes, para descartar lesiones asociadas (31).

En caso de dudas puede ser necesario el uso de otras proyecciones, radiografías en estrés o recurrir a técnicas de imagen como TAC, gammagrafías o tomografías. Pueden ser necesario radiografías de los dos miembros para comparación, como ocurre en la infancia, solicitar radiografías en ocasiones sucesivas (31).

### **3.4. Proceso de Consolidación.**

La reparación de la fractura tiene unas características especiales, es un proceso de restauración que se completa sin formación de cicatriz. A diferencia de lo que ocurre en otros tejidos como la piel, al finalizar el proceso de reparación sólo queda hueso maduro en lugar de la fractura (31).

### **Evolución del Callo de Fractura.**

#### **Fase de Impacto**

La consolidación espontánea de la fractura empieza con la formación de un hematoma en el lugar de la fractura, ya que la necrosis y hemorragia que se producen va a liberar factores que iniciaran y regularan todo el proceso de activación y que comprenderá tres fases (31):

- Migración de células mesenquimales atraídas por factores quimiotácticos
- Proliferación celular como respuesta a factores mitogénicos
- Diferenciación celular regulada por factores inductores

Se produce un acumulo de liquido en el espacio intersticial por vasodilatación y aumenta la permeabilidad capilar en respuesta a factores como histamina, serotonina, etc. y localmente se concentran, leucocitos, PMN y especialmente neutrófilos, a los que se unen progresivamente células de la serie mononuclear-fagocítica (31).

### **Fase de Formación de Callo Blando**

Hay proliferación y diferenciación celular con un aumento de proliferación vascular. La proliferación se pone en marcha donde se encuentra el periostio, endostio y tejido circundantes vasculares, comienzan a aparecer osteoblastos, osteoclastos y condroblastos (31).

### **Fase de Formación de Callo Duro**

Se produce la mineralización del callo blando y variara dependiendo del tejido subyacente (31).

- El tejido osteoide neoformado se va a mineralizar directamente por el depósito de cristales de hidroxapatita.
- El tejido cartilaginoso seguirá un proceso de osificación endcondral similar al que siguen los moldes cartilaginosos del feto. El tejido óseo resultante es de tipo fibrilar.

### **Fase de Remodelación**

Durará meses y años, hasta que el hueso fibrilar se transforma en laminar trabecular en las zonas epifisometafisaria y haversiano en la cortical diafisaria (31).

### **3.5. Principios Generales del Tratamiento de las Fracturas.**

El objetivo principal es conseguir la máxima recuperación funcional posible del segmento afectado mediante el establecimiento unas condiciones que faciliten los procesos biológicos normales de consolidación en una posición adecuada de los fragmentos fractuarios (31).

Las fases del tratamiento pueden resumirse en (31):

- Reducción
- Contención
- Rehabilitación

### **3.6. Magnetoterapia en Fracturas.**

La magnetoterapia supone el uso de campos magnéticos de alta y baja frecuencia para tratamiento terapéutico, forma parte del conjunto de terapias físicas que usamos en fisioterapia para colaborar de forma efectiva en los más diversos procesos de rehabilitación (12).

Con la magnetoterapia obtenemos resultados debido a la agitación que provoca a nivel iónico y molecular favoreciendo de este modo la aceleración en los procesos químicos del organismo, aunque lo definamos de forma tan sencilla los efectos se producen a múltiples niveles desde el celular al orgánico (12).

Los campos magnéticos alcanzan el interior del cuerpo humano hasta la profundidad en que se encuentra el hueso, el efecto piezoeléctrico y la generación de micro corrientes en este tejido parecen ser los responsables de la estimulación de los osteoblastos y por tanto de la regeneración del tejido óseo (12).

Existen multitud de estudios que demuestran la eficacia de la magnetoterapia en Fracturas tibiales con eficacia superior al 85% incluso en pseudoartrosis cronificadas de más de seis meses de antigüedad (22).

Diversos tipos de pseudoartrosis incluso en situaciones de fracturas múltiples o infectadas con un porcentaje de éxito superior al 80% (22).

Resultados muy favorables en pseudoartrosis de escafoides cronificadas de más de seis meses de evolución (22).

Por otro lado, la terapia física ha tenido un desarrollo vertiginoso en los últimos años, es una rama de las ciencias de la salud que paso por diferentes fases hasta llegar a su consolidación.

### **3.7. La fisioterapia**

La fisioterapia, es la parte integrante de una terapia física, la actividad propia del enfermo, para fines curativos (18).

Su definición surgió de la mano de la gimnasia cuando ésta se desarrolló desde una perspectiva científica (19).

La fisioterapia es la que representa parte de la medicina física, lo que, por otro lado, supone una rama de la ciencia médica científica. En tal sentido la terapia física se sirve, predominantemente, de factores físicos, como son el calor, la energía mecánica, el frío, las radiaciones de luz visibles e invisibles, así como numerosas y muy distintas formas de la energía eléctrica con diversos fines terapéuticos.

Los objetivos profilácticos, terapéuticos y rehabilitadores son apoyos para el desarrollo, el mantenimiento y la recuperación de todas las funciones en el ámbito somático y psíquico o para el aprendizaje de funcionamientos alternativos para las disfunciones que no sean recuperables (18).

Un requisito obligatorio previo para el tratamiento es el diagnóstico en fisioterapia, que depende tanto de la enfermedad como del paciente. Los procedimientos propuestos son técnicas fisioterapéuticas especiales para los enfermos, formas dosificadas de los ejercicios deportivos y gimnásticos para personas sanas, y series de movimientos que se desarrollan durante un día normal (18).

Se han tomado los principios de aprendizaje, ejercicio y entrenamiento del desarrollo corporal, deporte y medicina deportiva buscando un incremento progresivo del rendimiento sin perjuicio físico. De manera circunstancial, y siempre que sea necesario, se combinan otros procedimientos de la terapia física para ampliar el tratamiento, entre los que se incluyen los masajes, la electroterapia y la hidroterapia, entre otros. La situación del tratamiento en fisioterapia –independientemente de que lo sea a nivel individual o en grupo– está marcada por el acercamiento personal entre el responsable y el paciente (18).

Fueron muchos los investigadores que se percataron del potencial del ejercicio físico para preservar la salud, curar la enfermedad y restaurar la capacidad de movimiento. Uno de ellos, Sebastián Busqué, fue el primero en utilizar la palabra “rehabilitación” en la bibliografía médica en 1865 (19).

Poco más tarde, la escuela francesa de Neurología desarrolló el concepto de “reeducción locomotriz”, que supuso una revolución en la aplicación de los ejercicios al tratamiento de las enfermedades nerviosas (19).

Sobre ésta columna fueron agregándose otros procedimientos terapéuticos físicos: unos clásicos como el masaje o el calor, y otros novedosos, como la electroterapia o la mecanoterapia. Cada uno de ellos fue construyendo el edificio de la especialidad, de modo que a fines del siglo XIX ya existían gabinetes de fisioterapia, llamados entonces “Institutos de mecanoterapia”, en hospitales, clínicas y fábricas con sistemas asistenciales para trabajadores (19)

### **3.8. Técnicas en la terapia física**

El movimiento es el resultado “del funcionamiento combinado de músculos, tendones, articulaciones y huesos, es decir, de la interacción activa y pasiva del sistema locomotor”. (Barham1982). La actividad muscular es posible gracias a la función neurofisiológica de la motricidad sensorial y a los procesos energético-musculares. Sin embargo el factor más importante para el movimiento es el ser humano cuando está motivado para aquél. Esto es válido también para la terapia de movimiento. Para la motivación, en la práctica es determinante la información al paciente sobre el objetivo del tratamiento fisioterapéutico y el aprendizaje de la observación del cuerpo (17).

Ambos conceptos son importantes para la práctica individual de los pacientes. El aprendizaje de la observación ocurre cuando se dirige la atención hacia el cambio de tensión de los músculos, a las diferentes posturas del cuerpo, a las elongaciones musculares, a los movimientos de las articulaciones, a las posturas en el trabajo, etc (17).

En este sentido las técnicas de fisioterapia se dividen en: Técnicas fisioterapéuticas de tratamiento y Técnicas fisioterapéuticas de exploración.

Las técnicas de tratamiento se subdividen en técnicas activas y técnicas pasivas. Esta división se hace para conseguir un aspecto general sistemático. Se completa con la inclusión de los capítulos “Moverse en el agua” y “Técnicas fisioterapéuticas especiales” (18)

### **3.9 Indicaciones**

La indicación terapéutica más conocida de la magnetoterapia de baja frecuencia es en el retardo de consolidación ósea (13).

También se aplica en la enfermedad de Perthes y para acelerar la cicatrización de heridas (14).

La aplicación de campos electromagnéticos se recomienda en las enfermedades articulares, fundamentalmente las artritis en estadio agudo, ya sean de origen traumática, metabólica (como la gota), o reumática; en las lesiones ligamentosas y el esguince; en las entidades periarticulares como las bursitis, la epicondilitis, la

trocanteritis y la periartritis escápulo humeral; en el túnel del carpo; ha contribuido positivamente con casos sometidos a sustitución protésica articular, sobre todo durante los primeros meses de evolución; en los fenómenos articulares degenerativos como la osteoartritis. Con menor efectividad, se ha reportado en la necrosis avascular de la cabeza del fémur, y en la enfermedad de Perthes (15).

Sin embargo las indicaciones más frecuentes de las múltiples que puede tener la magnetoterapia son:

- En traumatología: fracturas, contusiones, dorsalgia, luxaciones, tendinitis, epicondilitis, contracturas musculares, esguinces, lumbalgias, ciáticas, hernias y protusiones discales, latigazo cervical, pseudoartrosis, artrosis.
- Medicina deportiva: contracturas, esguinces, bursitis, tendinitis.
- Neurología: neuralgias, dolor fantasma, cefáleas.
- Reumatología: osteoporosis, artritis, fibromialgia, artrosis...
- Trastornos de la osificación
- Traumatología
- Patología vascular periférica
- Sinusitis
- Migrañas
- Síndromes vertiginosos secundarios a trastornos de la microcirculación.

### **3.10 Contraindicaciones**

No se han reportado contraindicaciones absolutas para el empleo de la magnetoterapia.

Sin embargo, la magnetoterapia está contraindicada en personas con cáncer en fase aguda o sospecha de ello ya que estimula la proliferación células cancerosas (16).

Los tratamientos de con magnetoterapia No aplicarlos durante el embarazo (16).

Por otro lado, Hulme J, Robinson V, DeBie , Wells G, Judd M (2002) señalaron que existen situaciones que requieren una especial consideración; son las siguientes (17):

- ✓ Hemorragias o tendencia a la hemorragia. El efecto más inmediato de los campos magnéticos es una vasodilatación, por lo que puede agravar una hemorragia. Debido a esto, se debe evitar el tratamiento durante el período menstrual. Consideración especial hay que tener con pacientes hemofílicos, pero, cuando existe un control de la enfermedad y el tratamiento es adecuado,

con factores de coagulación, es posible hacer aplicaciones a intensidades muy bajas, que suelen ser muy efectivas en los procesos hemarróicos que padecen estos pacientes (17).

- ✓ Anemia severa. En este caso el organismo, no se encuentra en condiciones de responder a la demanda de oxígeno que se presentará inmediatamente después de la aplicación.
- ✓ Enfermos portadores de marcapasos. Por la posibilidad de interferencias con el equipo.
- ✓ Embarazo. Aunque no hay muchos trabajos que se refieren a esta temática, habitualmente no se aplica ningún medio físico a la mujer embarazada.
- ✓ Enfermedades virales, micosis, que se encuentren en peligro de diseminación.
- ✓ Hipotensión, por la posible producción de una lipotimia (17).
- ✓ Sin embargo, está contraindicado en tumores, incluso profundos, por su efecto del crecimiento tisular y de aumento de la circulación (14).

También tenemos contraindicaciones:

**Relativas:**

- Tuberculosis
- Embarazo
- Marcapaso
- Micosis
- Hemorragias
- Estados de pre-infarto
- Hipotensión

**Absolutas:**

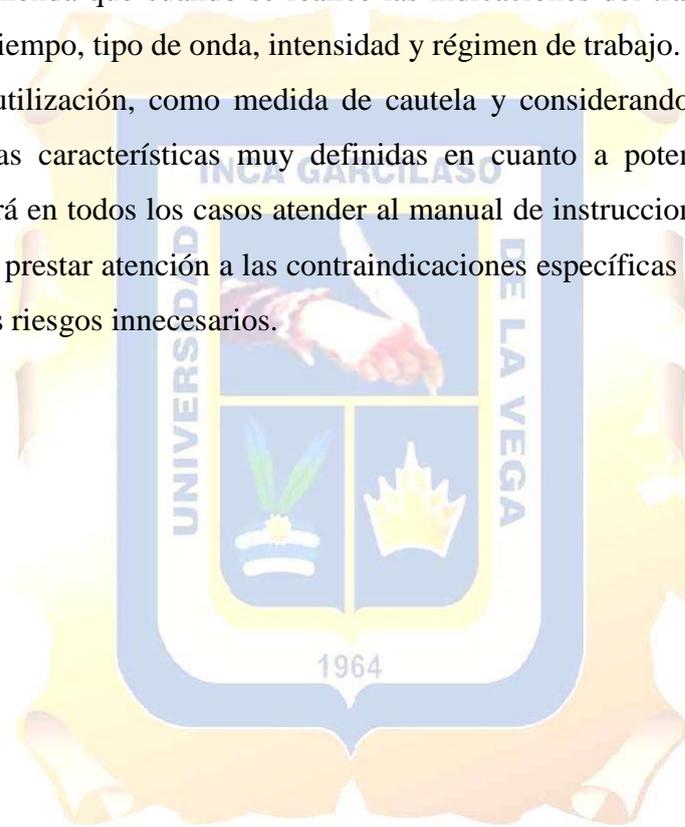
- Embolia
- Claudicación intermitente
- Angiopatía diabética
- Angina de pecho
- Insuficiencia coronaria

## CONCLUSIONES

1. La magnetoterapia es usada frecuentemente en fisioterapia, por su efectiva recuperación de fracturas, también con fines analgésicos, antiinflamatorios.
2. El tratamiento mediante la magnetoterapia se considera una efectiva práctica, beneficiosa, segura, que además cuenta con pocas contraindicaciones.
3. La magnetoterapia es usada con frecuencia para el tratamiento de traumatología: fracturas óseas, contracturas, tendinopatías, lumbalgias, distensiones, epicondilitis, discopatías, ciática.
4. La magnetoterapia también está indicada en reumatología: osteoporosis, artrosis, artritis, fibromialgia.
5. Son pocas las contraindicaciones del uso de la magnetoterapia, sin embargo hay que tener en cuenta que está contraindicado en mujeres embarazadas, también en pacientes con marcapasos.
6. Su fin principal radica en la eliminación del dolor, ya que relaja la musculatura para favorecer la circulación y la producción de vasodilatación, que liberan endorfinas y provocan un efecto antiinflamatorio.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda no indicar el uso de magnetoterapia sin antes saber las condiciones previas.
2. Se recomienda verificar la evolución de pacientes a los cuales se aplica la magnetoterapia.
3. Se recomienda al fisioterapeuta aplicar debidamente los parámetros establecidos.
4. Se recomienda que cuando se realice las indicaciones del tratamiento, se tenga claro el tiempo, tipo de onda, intensidad y régimen de trabajo.
5. Para la utilización, como medida de cautela y considerando que cada equipo tiene unas características muy definidas en cuanto a potencia y frecuencia, convendrá en todos los casos atender al manual de instrucciones propio de cada equipo y prestar atención a las contraindicaciones específicas lo cual evitará que corramos riesgos innecesarios.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Capote Cabrera A, López Pérez YM, Bravo Acosta T. Agentes Físicos La Habana: Ciencias Médicas; 2009.
2. Martín Cordero E. Agentes Físicos Terapéuticos La Habana: ECIMED; 2008.
3. Arce C. Agentes Físicos Lima: MT; 2005.
4. Snyder M, Lindquist R. Terapias complementarias y alternativas en enfermería Colombia: El Manual Moderno; 2010.
5. Rodríguez Pino A, Ortiz Vázquez D, González Gámez S, Álvarez González E. Eficacia de la magnetoterapia en pacientes ecuatorianos con síndrome de pinzamiento del hombro Cuba: MEDISAN; 2016.
6. Rodríguez Martín JM. Electroterapia en Fisioterapia (3ª edición) Madrid: Médica Panamericana; 2013.
7. Pérez Martínez G. Magnetoterapia Salud de Hierro con imanes Argentina: Círculo Azul Camet; 2013.
8. Figueroa D, Calvo R, Villalón I, Tuca M, Vaisman A, Valdés M. Factores clínicos y hallazgos en la artroscopia de pacientes con artrosis de rodilla que favorecen la conversión a artroplastia total. Revista EspCiraOrtTraumatol. 2013;; p. 263-267.
9. Matía A, Posadas F, Zancajo M, Del Canto F, Hernández M, Galán M. Gestión por procesos de la artrosis de rodilla o cadera para su atención integrada en los distintos niveles asistenciales. RevGestEvalCostSanit. 2013;; p. 651-73.
10. Paredes E. Magnetoterapia vs. Laserterapia, en el tratamiento fisioterapéutico convencional en pacientes de 50 a 75 años que padecen gonartrosis de rodilla en el hospital regional docente Ambato y en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Ambato [tesis] Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; 2015.
11. Zaragoza Rubira JR. MAGNETOTERAPIA. [Online]; 2017. Acceso 12 de Mayode 2018. Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/magneto.morrillo.pdf>.

12. Barrios Marco F. Efisioterapia. [Online]; 2012. Disponible en: <https://www.efisioterapia.net/articulos/aplicaciones-clinicas-magnetoterapia>.
13. Berjano P. Aplicación de los campos magnéticos en medicina. Rev. Clin Esp. 1996;; p. 63-65.
14. Plaja J. Magnetoterapia. Electromedicarín News. 1999;; p. 5-6.
15. Martín Cordero J, García Delgado JA. Efectos Biológicos en su: Introducción a la Magnetoterapia La Habana: CIMEQ; 2002.
16. Clínica Sanares. Magnetoterapia, qué es y para qué sirve. [Online]; 2014. Acceso 20 de 04de 2018. Disponible en: <http://www.sanares.com/magnetoterapia-que-es-y-para-que-sirve/>.
17. Hulme J, Robinson V, DeBie , Wells G, Judd M. Electromagnetic fields for the treatment of osteoarthritis (Cochrane Review).: The Cochrane Library,; 2002.
18. Ehrenberg H, Haeusermann U. Fundamentos de la Fisioterapia. sld. 2010;; p. 13-105.
19. Suárez Madinyá V. Magnetoterapia como tratamiento alternativo en la gonartrosis: Pacientes ambulatorios mayores de 50 años del Centro de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Luis Vernaza de Guayaquil Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2014.
20. Miralles. Cirugía Ortopédica y Traumatología en zonas de menor desarrollo. Rehabilitación y Fisioterapia. 2010.
21. Rodríguez L, Gusi. Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas España: Síntesis; 2002.
22. Efisioterapia. Magneto indicaciones. [Online].; 2017. Acceso 29 de Diciembre de 2018. Disponible en: <https://www.efisioterapia.net/articulos/magnetoterapia-indicaciones>.
23. Recuperación Funcional Centro de Salud y Bienestar. Magnetoterapia en lesiones deportistas. [Online]; 2017. Acceso 23 de abrilde 2018. Disponible en:

<http://recuperacion-funcional.com/magnetoterapia-lesiones-deportivas/>.

24. Adamuz Cervera , Nerín Rotger.. El fisioterapeuta en la prevención de lesiones del deporte. Rev fisioter (Guadalupe). 2006;(31-36).
25. Brad Walker. La anatomía de las lesiones deportivas México: Paidotribo; 2010.
26. Pantoja C, Samuel. Lesiones de la columna lumbar en el deportista / Lumbar spine injuries in athletes. Rev. Méd. Clín. Condes. 2012;(275-282).
27. Zayas Guillot D. Magnetoterapia, Su aplicación en la Medicina. Rev Cubana Med Milit. 2001;(263-71).
28. Adair RK. Effect of ELP magnetic fields on biological magnetite. Bioelectromagnetics. 1993;(1-4).
29. Guillén P, Madrigal J. Aplicaciones clínicas de los campos magnéticos, magnetoterapia y magnetoosteogenia. Rev Esp Cir Osteoart. 1985;(120-257).
30. Fisioterapia. El uso de la Magnetoterapia en la osteoporosis. [Online]; 2017. Acceso 12 de Mayode 2018. Disponible en: <http://www.mifisioterapia.com/el-uso-de-la-magnetoterapia-en-la-osteoporosis/>.
31. Ruiz del Pino J, Hazañas Ruiz , Conde Melgar MJ, Enríquez Alvarez , Peña Mellado. Fracturas: Conceptos generales y Tratamiento Málaga: Facultativo general. Urgencias Hospital Universitario “Virgen de la Victoria” Málaga; 2012.
32. Wong Marzano LP. Magnetoterapia en el tratamiento de la gonartrosis hospital Nacional Luis Nicasio Sáenz 2016. Lima : Universidad San Martín de Porres; 2017.
33. Moreno Remache T. Eficacia de la aplicación de onda corta frente a la Magnetoterapia en el tratamiento fisioterapéutico convencional de lumbalgia crónica en pacientes que acuden al patronato Municipal de Amparo social de Latacunga Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; 2015.
34. Morales Castillo M. Magnetoterapia como medio de tratamiento en pacientes campesinos con artrosis que acuden a rehabilitación a la unidad básica de rehabilitación Santiago de Píllaro en el periodo febrero - julio del 2011 Ambato –

- Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.; 2012.
35. Ruiz M, Vázquez , Cubero A, Salas , Jiménez J, Arauzo , et al. Efectos sobre la Salud Humana de los Campos Magnéticos y Eléctricos de muy baja frecuencia (ELF) Córdoba: Junta de Andalucía. Consejería de Empleo.; 2010.
  36. González Arias A. Magnetismo y Pseudociencia en la Medicina. Revista Cubana de Física. 2003;; p. 59-64.
  37. Espinosa Álvarez R, Montero García J, Novoa Blanco F. Tratamiento magnético de los traumatismos no complicados. Reportes preliminares. Rev Cubana Med Gen Integr. 2007;; p. 7.
  38. FULTENA. Tratado de magnetoterapia y Acupuntura Buenos Aires: ClubdeSalud; 2010.
  39. Suarez Lopez M. Frecuencia y estrategias de prevención de lesiones músculo-esqueléticas en fisioterapeutas de Lima Metropolitana, diciembre 2012 Lima: Universidad Nacional de San Marcos; 2013.
  40. Navarrete Mejía PJ. Magnetoterapia en el tratamiento de la gonartrosis atendidos en el Hospital Nacional PNP Luis Nicasio Sáenz en el periodo comprendido de agosto-noviembre del 2016. Lima: Universidad San Martín de Porres; 2017.
  41. Magneto Health. Dispositivo Médico Para Magnetoterapia. Production Quality Assurance System. 2014;(16 - 46).

## ANEXOS

**Es este caso colocar imágenes de pacientes, afectados en zonas del dolor o con patologías**

### ANEXO 1: APARATOS DE MAGNETOTERAPIA PARA CUERPO COMPLETO

**Fig. 1: Aparato cardiovascular de cuerpo completo**



1964  
**Referencia Bibliográfica:** Martín Cordero, J. E. (2008). Agentes Físicos Terapéuticos. La Habana: ECIMED.

**Fig. 2: Aparato de Magnetoterapia Completa**



**Referencia:** <https://www.fisiomarket.com/930-Magnetoterapia-de-camilla-BIOHELP.html>



**Fig. 3: Aparato para Dolencias deportivas.**



**Referencia:** <http://recuperacion-funcional.com/magnetoterapia-lesiones-deportivas/>



## ANEXO 2: MAGNETOTERAPIA EN LOS DEPORTISTAS

**Fig. 1:** Aplicación de la Magnetoterapia en los deportistas.



**Referencia:** <https://www.vavel.com/es/futbol/2012/02/27/valencia-cf/107899.html>



**Fig. 2: Rehabilitación con Magnetoterapia en los deportistas**

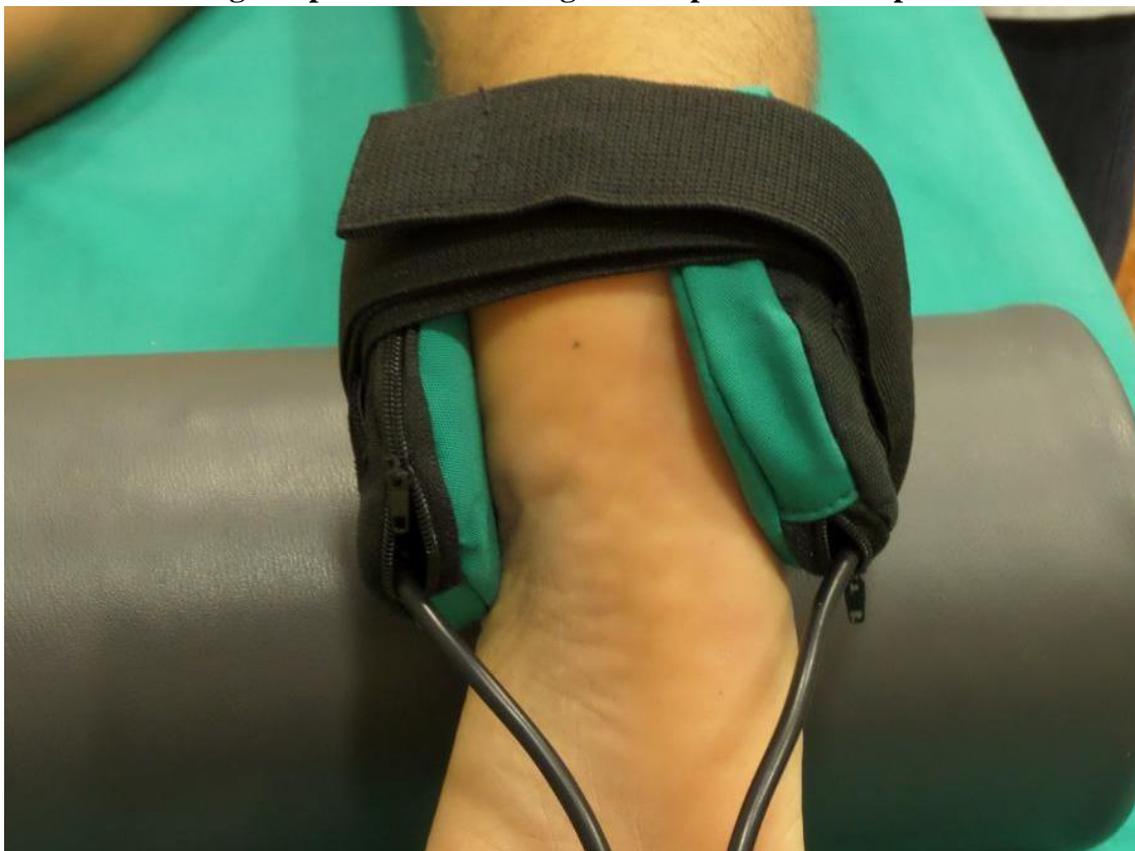


Referencia: <https://www.clinicabeiman.es/que-es-la-magnetoterapia/>



### ANEXO 3: MAGNETOTERAPIA EN FISIOTERAPIA

**Fig. 1** Aplicación de la Magnetoterapia en fisioterapia.



Referencia: <https://www.efisioterapia.net/articulos/magnetoterapia-fisioterapia-0>



**Fig. 2: Beneficios de la Magnetoterapia en Fisioterapia**



**Referencia:** <http://www.admedicos.com/fr/especialidades/conoces-los-beneficios-de-la-magnetoterapia/>



## ANEXO 4: MAGNETOTERAPIA EN TRATATAMIENTOS

**Fig. 1:** Atención con Magnetoterapia en tratamientos de la gonartrosis



**Referencia:** Navarrete Mejía PJ. Magnetoterapia en el tratamiento de la gonartrosis atendidos en el Hospital Nacional PNP Luis Nicasio Sáenz en el periodo comprendido de agosto-noviembre del 2016. Lima: Universidad San Martín de Porres; 2017.

**Fig.2: Magnetoterapia en la osteoporosis**



**Referencia:** <http://www.mifisioterapia.com/el-uso-de-la-magnetoterapia-en-la-osteoporosis/>



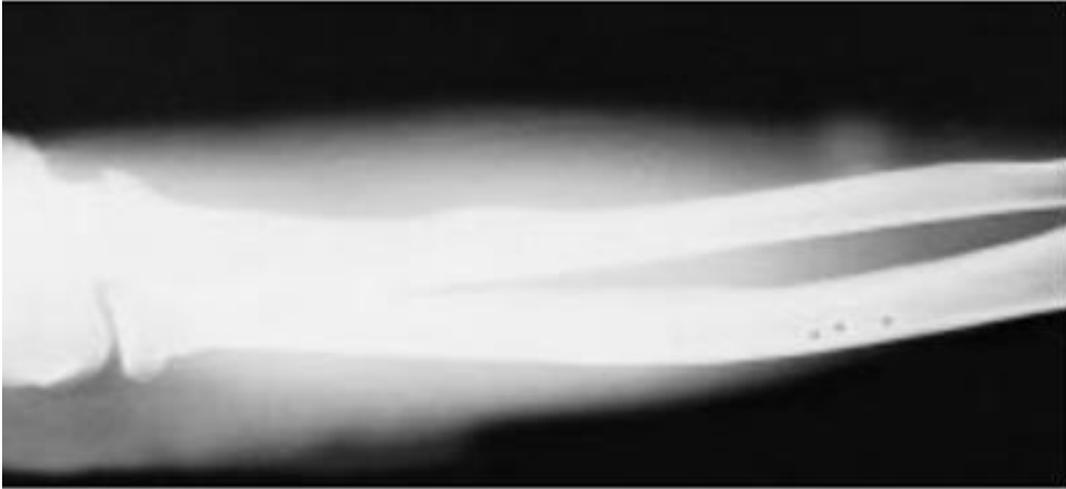
**Fig.3: Magnetoterapia en retardos de consolidación**



**Referencia Bibliográfica:** <http://cinder.medicosenmerida.com.mx/magnetoterapia-en-retardos-de-consolidacion/>



**Fig. 4: Magnetoterapia /Retirada de placa y radio tras consolidación al año**



**Referencia Bibliográfica:** <http://cinder.medicosenmerida.com.mx/magnetoterapia-en-retardos-de-consolidacion/>



**Fig. 5: Fractura consolidada después de tres meses de tratamiento con Magnetoterapia**



**Referencia Bibliográfica:** <http://cinder.medicosenmerida.com.mx/magnetoterapia-en-retardos-de-consolidacion/>

**Fig. 6: Retraso de consolidación a los siete meses de la fractura**



**Referencia Bibliográfica:** <http://cinder.medicosenmerida.com.mx/magnetoterapia-en-retardos-de-consolidacion/>