FRACTALIZER BIOMEDICAL

# microTMS – Guía de usuario



Imagen ilustrativa

| Fabricante | Modelo | Tipo | País de origen |
|---|---|---|---|
| FRACTALIZER® | microTMS 4.0 SE (sin pantalla) | Electromagnético | Ensamblado y diseñado en México con partes de importación |

Ficha técnica general

| | |
|---|---|
| Voltaje de entrada | Adaptador externo (convertidor de 110VAC a 12VDC) |
| Potencia de entrada promedio | 40w |
| Potencia pico de entrada | 120w |
| Voltaje de operación interna | 12V |
| Intensidad pico de campo magnético | 1000G (100 mT) |
| Tipo de campo magnético | Vorticial, de alta densidad autocomprimido |
| Tamaño de bobina (transductor) | 145 mm |
| Precisión de focalización de campo magnético | Área puntual de 30 mm |
| Alcance total de campo magnético efectivo | Estimulación profunda de hasta 30 cm, intensidad máxima en superficie de contacto |
| Alcance de radiación dispersa | 1 metro |
| Tipo de transductor magnético | Circular |
| Tipo de terapia | No invasiva |
| Distribución de campo magnético | Vorticial radiante, disminución en tasa de r^-3 |
| Rango de frecuencias recomendado | 1 Hz – 700 Hz (1 kHz) |
| Rango de frecuencias máximo | 5 Hz – 1000 Hz (1 kHz) |
| Tipo de rack/torre médica | Modular |
| Tipo de gabinete | ABS, Certificación eléctrica UL, Certificación IP67 |
| Ambulatorio | Sí |
| Tipo de instalación eléctrica para alimentación | 110-130 V AC |
| Tierra física | Recomendable |
| Tipo de visualización de señal | Osciloscopio de almacenamiento digital pre-calibrado |
| Tipo de sonda de monitoreo de señal | 1:1 |
| Rango de voltaje en monitor | 0.1V – 40V |

¿Qué es la magnetoterapia (*bioelectromagnetics*)? ..... 5
Fundamentos de dosimetría de radiación electromagnética en el cuerpo humano ..... 6
Protocolos ..... 9
Protocolos para TMS de baja y media intensidad ..... 10
Protocolos para TMS de alta intensidad (no aplica para este modelo microTMS) ..... 12
Bibliografía ..... 13

# Fundamentos (*background*)

## ¿Qué es la magnetoterapia (*bioelectromagnetics*)?

Lo que últimamente se conoce con el término clínico de estimulación magnética transcraneal (*TMS* por sus siglas en inglés) proviene de un tipo de tecnología que se comenzó a estudiar en la parte científica desde hace décadas, y esto es el efecto que tienen los campos electromagnéticos en un organismo. Probablemente la primera vez que se popularizó la tecnología electromagnética como posible indicación o alternativa terapéutica fue en el año 2003, cuando el gobierno de los Estados Unidos hizo público un artículo bajo la agencia NASA dando testimonio de que efectivamente los campos electromagnéticos tienen un efecto benéfico en el cuerpo humano, y que de hecho lo habían desde entonces utilizado en los astronautas, para regular su homeostasis orgánica en el espacio.

Es importante definir qué es un campo electromagnético, así como definir cómo es que a partir de estos fundamentos, se ha establecido lo que ahora es la TMS.

El cuerpo humano cuenta con varios sistemas integrales que vuelven funcional al organismo, como lo es el sistema musculoesquelético, endocrino, digestivo, entre otros, y cada uno de ellos está compuesto de órganos, que a su vez se componen de tejidos, y que a su vez de células, que a su vez de organelos, que a su vez de biomoléculas, que a su vez de átomos, y que a su vez de partículas eléctricas -protones y electrones-.

En cada nivel que estudiamos al cuerpo humano encontramos propiedades eléctricas. Por ejemplo, el sistema nervioso cuenta con neuronas -células-, las cuales producen potenciales de acción a partir de generar un voltaje en su membrana, y este se transmite a lo largo del axón para mover un músculo; y este es un claro ejemplo de cómo la electricidad está presente en el tejido nervioso. De la misma manera podemos derivar metódicamente en cómo la electricidad también está presente no solo a nivel tisular y celular, sino también molecular y atómico.

A manera general, los neurotransmisores portan una carga parcial y forman dipolos eléctricos que en la sinapsis neuronal, producen una corriente eléctrica siguiendo el principio de la ley de Ampere -toda carga eléctrica en movimiento representa una corriente eléctrica que a su alrededor genera un campo magnético-. Así como un átomo presenta un momento magnético debido al movimiento de sus electrones por el mismo principio.

Así como el cuerpo trabaja, produce electricidad y campos magnéticos, podemos argumentar ahora por la ley de Faraday -los campos eléctricos y magnéticos están interconectados o son dependientes uno de otro-, que también el cuerpo interactúa con campos eléctricos y magnéticos del exterior. Si resumimos ambos campos en una sola disciplina, podemos definir lo anterior como electromagnetismo.

La rama científica que estudia los campos de energía generados por el cuerpo humano o cualquier organismo se denomina bioelectromagnetismo (*bioelectromagnetism* en inglés) y la rama biomédica que estudia el efecto terapéutico que tienen los campos de energía externos o ajenos, en el cuerpo humano, se denomina magnetoterapia (*bioelectromagnetics* en inglés).

Dado que los campos eléctricos variantes producen campos magnéticos y viceversa, podemos decir que estos fenómenos son siempre radiación electromagnética, y como consecuencia producen ondas electromagnéticas. Esto ocurre siempre que los campos tengan una frecuencia distinta de

cero, es decir que no sean estáticos. Es importante destacar que la magnetoterapia es distinta al biomagnetismo por esta misma razón, ya que el biomagnetismo utiliza campos magnéticos estáticos (frecuencia igual a cero) como alternativa terapéutica, y en la magnetoterapia se utilizan campos magnéticos con frecuencia distinta de cero, por lo tanto son campos electromagnéticos por su propia naturaleza, y por lo tanto inducen corrientes eléctricas y campos magnéticos en el cuerpo humano, de manera no invasiva.

## Fundamentos de dosimetría de radiación electromagnética en el cuerpo humano

Ya que se ha tratado el tema de la frecuencia de un campo electromagnético, podemos ahora tratar el tema de cómo se aplica esta energía para beneficio del cuerpo humano. Y es que todas las técnicas de magnetoterapia involucran ciertos parámetros, los cuales son determinantes para una práctica clínica asertiva; estos parámetros son la frecuencia, la intensidad de campo magnético, la duración del pulso de campo magnético, la duración de cada sesión, la región de aplicación y el número de sesiones.

Esto anterior son los parámetros básicos y el estándar en la práctica; sin embargo, en la actualidad, se ha descubierto que existen otros parámetros que son fundamentales para un tratamiento electromagnético, y que de hecho somos los primeros fabricantes en tomarlo en cuenta. Esto es, la geometría del campo magnético, la densidad del campo magnético y el impulso electromagnético. Todos estos parámetros están incluidos en este equipo y ha sido demostrado científicamente que muestran una superioridad a los equipos anteriores del mercado.

Nuestro campo electromagnético tiene una tecnología auto-comprimida debido a su geometría vorticial, y por tanto mayor densidad magnética y alcance de radiación <<a la redonda>>. Sin entrar a detalle de lo que esto significa, podemos contrastar que es tecnología similar a las técnicas que se utilizan para producir energía por fusión nuclear, solo que aplicado a la medicina, y sin ningún efecto secundario.

Por otra parte, entrando específicamente en el tema de dosimetría, es indispensable hacer la siguiente distinción. Es posible el haber escuchado acerca de que la radiación electromagnética es dañina, como por ejemplo el WiFi, los radares de microondas, los radios de UHF, la radiología en rayos X, etc. Sin embargo, no hay qué confundir esta terminología con la magnetoterapia. Todos los campos eléctricos y magnéticos, como se ha mencionado anteriormente, se denomina radiación electromagnética, pero no toda la radiación es igual. A manera general, existe la radiación ionizante, la radiación no ionizante y la radiación nuclear, y todas tienen una aplicación en la medicina; sin embargo la radiación que producen los TMS en magnetoterapia es radiación noble, no invasiva y no ionizante, es decir que es totalmente segura, eficaz y sin efectos secundarios.

Una propiedad interesante de este tipo de radiación noble es que es selectiva, es decir que tiene efectos terapéuticos en las células sanas y en casos de enfermedades autoinmunes o cancerosas, tiene la propiedad de inducir apoptosis a las células <<malas>> y ayudar a las células sanas. Esto se considera una técnica avanzada en la medicina, dado que normalmente la terapia por radiación no

es selectiva, y afecta a células buenas y malas, pero en este caso, el TMS sí es selectivo y además no es invasivo.

El principal factor que tiene que ver con esta selectividad es la frecuencia del campo electromagnético, y es que todo equipo médico que emite radiación electromagnética por debajo de UHF (miles de millones de Hz) se considera terapéutico y sin efectos adversos. En el caso de la estimulación magnética transcraneal, la frecuencia varía desde menos de 1 Hz hasta un promedio máximo de 700 Hz. Aunado a esto, si seguimos los protocolos terapéuticos que son reproducibles en la práctica clínica o indicados para cierto padecimiento, nos encontramos con la propiedad de campo coherente, además de selectivo; en pocas palabras un tratamiento específico para cada padecimiento, el cual se establece variando los parámetros básicos.

Finalmente, la medicina moderna que es selectiva, y se basa en el paciente, no en los síntomas, se denomina biomedicina o medicina biológica. Y la rama tecnológica que desarrolla la biomedicina se llama biomédica.

# Protocolos

## Protocolos para TMS de baja y media intensidad

| Padecimiento | Región cerebral | Intensidad (lo considera el aplicador) | Frecuencia (protocolos - previamente precargados en cada programa-) | Tiempo de sesión (tiempo automático en los programas prevargados) (esperar 5 min entre cada sesión) | Duración del tratamiento (depende de la intensidad de cada sesión) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ansiedad | Corteza prefrontal dorsolateral (ambas) | | 54 Hz | 8 min | 2-3 sesiones por semana (días alternados), hasta que el terapeuta indique. Comúnmente 2 a 3 meses |
| Depresión | Corteza prefrontal dorsolateral izquierda | | 108 Hz, 417 Hz, 512 Hz, 432 Hz | 8 min | 2-3 sesiones por semana (días alternados), hasta que el terapeuta indique. Comúnmente 2 a 3 meses |
| TDAH | Corteza prefrontal dorsolateral y corteza orbitofrontal | | 54 Hz, 72 Hz | 8 min | 2-3 sesiones por semana (días alternados), hasta que el terapeuta indique |
| Alzheimer y demencia | Corteza prefrontal y el precúneo | | 72 Hz, 75 Hz, 417 Hz | 8 min | 5 a 7 sesiones por semana (diario), tiempo indefinid |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Derrame cerebral | Corteza motor primaria y la corteza prefrontal | | 27 Hz, 54 Hz, 72 Hz, 108 Hz, 256 Hz | 8 min | 4 sesiones por semana (alternado), hasta que el terapeuta indique |
| Trastorno bipolar | Corteza prefrontal dorsolateral y corteza orbitofrontal | | 10 Hz, 27 Hz, 114 Hz | 8 min | 3 sesiones por semana (días alternados), hasta que el terapeuta indique |
| Autismo | Corteza prefrontal dorsolateral | | 54 Hz | 8 min | 2 sesiones por semana (días alternados), hasta que el terapeuta indique |
| Trastornos del estado de ánimo | Corteza prefrontal dorsolateral | | 64 Hz, 128 Hz, 432 Hz, 417 Hz | 8 min | 2 sesiones por semana (días alternados), hasta que el terapeuta indique |

Es verdad que de las últimas alternativas en trastornos de psicología y psiquiatría es justamente el TMS. Sin embargo, en ciertos casos, el TMS de baja y media intensidad no es suficiente y en esos casos se recomienda migrar a TMS de alta intensidad para lograr una neuromodulación más efectiva. Aun así, cuando el paciente no responde al de baja intensidad, es recomendable comenzar por este mismo de baja intensidad, antes de probar el de alta intensidad.

Por otra parte, existen otros padecimientos para los cuales se recomienda comenzar el tratamiento por el TMS de alta intensidad, sin abordar el de baja o media intensidad, y ambos casos -para los casos de pacientes que requieren migrar a alta intensidad, así como para los padecimientos que se comienzan desde alta intensidad- se ilustran en la siguiente tabla, ya que nosotros también contamos con soluciones de TMS de alta intensidad en otros equipos.

## Protocolos para TMS de alta intensidad (no aplica para este modelo microTMS)

| Padecimiento | Región cerebral | Intensidad (constante) | Frecuencia (constante) | Tiempo de sesión (constante) | Número de sesiones |
|---|---|---|---|---|---|
| Parkinson | Corteza motora | 0.5 a 1 Tesla | 1 Hz o cercano | 10-20 min | 2-3 por semana (días alternados) hasta que el terapeuta indique |
| Depresión | Corteza prefrontal dorsolateral izquierda | 0.5 a 1 Tesla | 1 Hz o cercano | 10-20 min | 3-4 por semana (días alternados), por 1 mes |
| Ansiedad | Corteza prefrontal dorsolateral | 0.5 a 1 Tesla | 1 Hz o cercano | 10-20 min | 3-4 por semana (días alternados), por 1 mes |
| TOC | Corteza prefrontal dorsolateral (circuito frontolímbico y circuito sensoriomotor) | 0.5 a 1 Tesla | 1 Hz o cercano | 10-20 min | 3-4 por semana (días alternados), por 1 mes |
| Esquizofrenia | Corteza prefrontal dorsolateral y corteza | 0.5 a 1 Tesla | 1 Hz o cercano | 10-20 min | 2-3 por semana (días alternados) hasta que el |
| | temporoparietal izquierda | | | | terapeuta indique |
| TDAH | Corteza prefrontal dorsolateral y corteza orbitofrontal | 0.5 a 1 Tesla | 1 Hz o cercano | 10-20 min | 3-4 por semana (días alternados), por 1 mes |
| Autismo | Corteza prefrontal dorsolateral | 0.5 a 1 Tesla | 1 Hz o cercano | 10-20 min | 1-3 por semana (días alternados) hasta que el terapeuta indique |
| Migraña | Corteza somatosensorial y corteza motor | 0.5 a 1 Tesla | 1 Hz o cercano | 10-20 min | 1 por semana hasta que el |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | terapeuta indique |

## Bibliografía


- Hernandez, C. et al (2023). Efecto de campos magnéticos en modelos biológicos y su possible aplicación como tratamiento del Alzheimer. Revista Naturaleza y Tecnología.

- Lisanby, S. H., Kinnunen, L. H., & Crupain, M. J. (2002). Applications of TMS to therapy in psychiatry. Journal of Clinical Neurophysiology, 19(4), 344-360.

- George, M. S., & Belmaker, R. H. (Eds.). (2007). Transcranial magnetic stimulation in clinical psychiatry

- Markov, M. S. (2007). Pulsed electromagnetic field therapy history, state of the art and future. *The Environmentalist*, *27*(4), 465-475.

- Markov, M. S. (2007). Expanding use of pulsed electromagnetic field therapies. *Electromagnetic biology and medicine*, *26*(3), 257-274.

- Funk, R. H., Monsees, T., & Özkucur, N. (2009). Electromagnetic effects–From cell biology to medicine. Progress in histochemistry and cytochemistry, 43(4), 177-264.