

Universidad Abierta Interamericana
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría



Tesis de Grado

Estimulación magnética vs electroestimulación: Efectos en la hipertrofia muscular

Alumno: Cabo, Cristián

Tutor: Airasca, Daniel

Fecha: 31 de Julio de 2020

Resumen

Introducción: La estimulación magnética es un tipo de estimulación poco conocida, tiene la capacidad de estimular a través de ondas magnéticas con incomodidad mínima en su aplicación. Debido a su innovación en la estimulación muscular, no hay suficiente evidencia sobre los efectos que posee para producir hipertrofia muscular, por esta cuestión se necesita mayores datos sobre su aplicación.

Objetivo: Comparar la efectividad al aplicar electroestimulación y estimulación magnética para hipertrofia muscular.

Método: Se realizó un estudio de 4 (cuatro) semanas de duración, con 6 (seis) sujetos masculinos de entre 22 y 30 años de edad. Se aplicaron dos aparatos de estimulación en ambos cuádriceps femorales, en uno electroestimulación y en la otra estimulación magnética. Además, se realizaron una serie de preguntas sobre la aplicación de los aparatos. Se realizó la recolección de datos a través de mediciones antropométricas en ambos cuádriceps.

Resultados: Como resultados se vió un aumento de entre 2 (dos) y 3 (tres) centímetros entre todos los sujetos con la estimulación magnética, en cambio con la electroestimulación se vió un aumento menor a 2 (dos) centímetros entre los mismos sujetos. En las entrevistas todos coincidieron que la estimulación magnética es de mayor comodidad.

Conclusión: Se evidenció un mayor aumento de hipertrofia muscular en el cuádriceps en el que se utilizó la estimulación magnética en los 6 (seis) sujetos, mostrando que el elemento se puede utilizar como complemento o reemplazo de la electroestimulación (ondas rusas) para producir una estimulación muscular. Además, se observó que éste tipo de estimulación, es más confortable en su aplicación que la electroestimulación.

Palabras clave: Estimulación Magnética, Hipertrofia, Ondas Rusas, Cuádriceps Femoral.

Índice	
Resumen	2
Introducción	5
Estado del arte	7
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
Justificación	9
Marco Teórico	10
Estimulación Magnética	10
¿Qué es?	10
¿Cómo Funciona?	10
Usos	10
Zonas del cuerpo donde se puede utilizar	10
¿Cómo es y qué tipo de tratamientos se pueden realizar?	11
Beneficios del Tratamiento	11
Resultados del Tratamiento	12
Cuidados y Precauciones que Deberías Recomendar a tus Pacientes	12
Como recomendación a los pacientes:	12
Contraindicaciones y Efectos Secundarios	12
Especificaciones Técnicas:	13
Características eléctricas:	13
Accesorios:	13
Dimensiones:	13
Ondas Rusas	14
Utilización de las corrientes rusas	14
Las principales indicaciones de esta modalidad terapéutica son:	14
Dinámica de las Sesiones.	15
Contraindicaciones.	15
Hipertrofia Muscular	16
Tipos de hipertrofia	16
Bases Fisiológicas	18
Cuádriceps Femoral	18
Ubicación Anatómica	19
Función	19

Marco metodológico	20
Tipo de estudio:	20
Selección de la muestra:	20
Instrumentos y materiales:	20
Metodo de recoleccion de datos:	20
Análisis de datos:	21
Lugar de realización de la investigación:	21
Procedimiento:	21
Protocolo:	22
Parámetros:	22
Ondas Rusas:	22
Estimulación Magnética:	23
Resultados:	24
Conclusión	31
Bibliografía	32
Anexos	33

Introducción

La siguiente investigación está enfocada a la comparación de dos tipos de estimulaciones distintas, la primera es la más conocida, la electroestimulación y la otra es estimulación magnética, las cuales tienen como finalidad fortalecer una zona o grupo muscular como principal función.

Anteriormente para el fortalecimiento muscular sólo se utilizaba electroestimulación (ondas rusas), la cual a través de la contracción y relajación del músculo, controlando distintos parámetros, se aplica para generar el efecto deseado, habiendo diferentes tipos y formas de corrientes. Fue poco estudiado el uso de un elemento que no sea de electroestimulación.

Al comienzo, la estimulación magnética fue descubierta y utilizada para fortalecimiento en rehabilitación de patologías neuromusculares, ya que se observaban beneficios que con otros elementos no se producían. Al descubrirse que no es agresivo se comenzó a utilizar en pacientes menores para el fortalecimiento muscular y con el paso del tiempo se llegó a utilizar como elemento de estética para el fortalecimiento muscular y tonificación. En la actualidad todavía hay poca información sobre el tema, pero ya se ha comenzado a investigar más sobre sus posibles utilidades en el campo del fortalecimiento corporal como complemento al entrenamiento físico.

Hay diversos estudios destinados a la comparación de dos aparatos distintos para un mismo fin, como el estudio realizado en European Journal of Applied Physiology donde se investigó sobre la “Comparación de la estimulación nerviosa eléctrica, la estimulación muscular eléctrica y la estimulación nerviosa magnética para evaluar la función neuromuscular de los músculos flexores plantares”, siempre teniendo en cuenta su funcionamiento, efectividad, confort y diversos parámetros que puedan llegar a tomarse en la zona a tratar, buscando el elemento que evidencie mejores resultados tanto para el paciente como para el kinesiólogo y los objetivos que se planteen a futuro.

Interiorizando en el tema se notó que hay muchas comparaciones sobre las ondas rusas con otro tipo de corriente para lo que es el fortalecimiento muscular, teniendo en cuenta mediciones como perímetro del músculo a tratar, pliegues grasos o fuerza, entonces se analizó la aplicación de otro tipo de artefacto que realice la misma función o similar, pero que utilice otro tipo estimulación, como lo es la estimulación magnética.

Se pensó en utilizar éste elemento dado que por el momento se encuentra muy poca información en internet, estudios o en distintos sitios, sobre su aplicación para hipertrofia muscular. Es este vacío de información lo que impulsó la realización de esta investigación y

la comparación para detectar si es más efectivo y si se puede llegar a utilizar como un reemplazo o complemento para los electroestimuladores.

Además, se notó que el mayor inconveniente que encuentran los pacientes es el miedo o desconfianza hacia la corriente, ya que para la aplicación de ondas rusas se colocan electrodos sobre la piel y en el transcurso de la sesión pueden llegar a afectar si se encuentran mal colocados o con parámetros incorrectos. Entonces, al hallar que la estimulación magnética no produciría esa sensación de corriente y quemaduras luego de la aplicación se puso en análisis el aparato que podría cumplir los objetivos con mayor comodidad para el paciente.

Estado del arte

En un estudio realizado en European Journal of Applied Physiology se investigó sobre la “Comparación de la estimulación nerviosa eléctrica, la estimulación muscular eléctrica y la estimulación nerviosa magnética para evaluar la función neuromuscular de los músculos flexores plantares”. Esta investigación dio como resultado que en cuanto a la contracción no hubo cambios notorios entre las 3 estimulaciones, pero si hubo una diferencia en cuanto a la incomodidad que genera el aparato en el paciente, siendo la estimulación nerviosa magnética la de resultados más bajos.

En otra investigación que se realizó en base a la “Estimulación eléctrica y magnética de los nervios intercostales”, se desarrolló una comparación entre ambos. Los resultados que arrojó esta investigación fueron que la estimulación magnética es más eficaz en la obtención de una acción motriz compuesta y además es más confortable a la hora de ser aplicada.

Como trabajo que se relacione con la investigación en curso se halló un artículo sobre “el entrenamiento muscular con estimulación magnética repetida de cuádriceps en pacientes con EPOC grave” la cual arrojó como resultado que éste tipo de estimulación es efectiva para utilizarse como método de entrenamiento en este tipo de pacientes.

Con respecto a información sobre comparación entre estimulación eléctrica y magnética, no se encontraron artículos que las apliquen teniendo como objetivo el aumento de masa muscular en un músculo específico, dado que no se utiliza para esa finalidad en la actualidad.

Objetivo General

Comparar la efectividad al aplicar electroestimulación y estimulación magnética para hipertrofia muscular.

Objetivos Específicos

- Describir los efectos de la aplicación de estimulación magnética.
- Comparar la estimulación magnética y la electroestimulación (ondas rusas).
- Cuantificar el aumento del perímetro del muslo.
- Identificar cuál es la opción más efectiva para el fortalecimiento e hipertrofia muscular.

Justificación

La siguiente investigación pondrá a prueba la estimulación magnética en comparación con la electroestimulación, aplicadas a fortalecer e hipertrofiar la musculatura; con la principal finalidad de detectar cuál de las dos es más eficiente tanto en efectividad como en comodidad para el paciente.

Si bien la estimulación magnética se encuentra sumamente estudiada en su aplicación sobre patologías neuromusculares, los resultados en hipertrofia muscular han sido escasamente analizados. Dado que en la actualidad los deportistas cada vez más incorporan complementos a su rutina de ejercicios, la estimulación magnética puede ser una herramienta que ayude a cumplir sus objetivos.

Los valores obtenidos luego del período de prueba representarán información que favorecerá al conocimiento de este nuevo dispositivo, que servirá para evaluar su utilidad para otros objetivos. Conocer sus funciones generará beneficios para el profesional en cuanto a la definición del costo económico de la aplicación, analizando el tiempo de duración de la sesión como una variable que afecta de forma directa en la decisión de optar por uno u otro aparato. Lo cual es de incumbencia también para el paciente, ya que es una de las características que posiblemente tomará en cuenta a la hora de elegir entre las opciones.

Marco Teórico

Estimulación Magnética

¿Qué es?

Es una nueva tecnología que combina pulsos magnéticos con estimulación neuromuscular, reclutando un mayor número de fibras musculares que la estimulación convencional.

Inicialmente, esta tecnología fue descubierta y utilizada para rehabilitación de patologías neuromusculares. Actualmente, en estética, se utiliza para el levantamiento y firmeza de zonas corporales que presentan flacidez, adiposidad y celulitis.

Este nuevo método de neuro modulación garantiza el aumento de volumen muscular en menos cantidad de tiempo de trabajo y repetición de sesiones.

Una sesión, equivale a 60 aplicaciones de electroestimulación y más de 10 horas de trabajo físico.

¿Cómo Funciona?

La estimulación magnética estimula el sistema nervioso generando variaciones en el campo magnético que provoca el máximo potencial eléctrico neuronal en la unión con el músculo.

Esto causa una despolarización de las membranas celulares provocando la contracción del músculo.

En resumen, estimula la unión del sistema nervioso con el músculo, provocando una potente contracción que se traduce en un aumento del tono muscular y el volumen de la fibra muscular. De este modo, disminuye la flacidez y estimula la circulación, minimizando la celulitis y la adiposidad localizada.

Usos

Es muy efectivo para tonificar, levantar y reafirmar.

Ideal para personas que necesitan tonificar su cuerpo por el paso del tiempo o la falta de actividad física, como así también en ciertas personas que necesitan aumentar el tono muscular por condiciones alteradas en sus funciones.

Zonas del cuerpo donde se puede utilizar

Es un equipo de alta demanda para el levantamiento de glúteos y mamas. Pero también se puede utilizar con magníficos resultados para modelar el abdomen, flancos, brazos, entrepiernas, muslos, gemelos y espalda, entre otras zonas.

Además, es de mucha utilidad en subglúteos y pantalón de montar, para dar batalla a la tan temida celulitis y así mejorar sus condiciones.

Es un equipo de alta demanda para el levantamiento de glúteos y mamas. Pero también se puede utilizar con magníficos resultados para modelar el abdomen, flancos, brazos, entrepiernas, muslos, gemelos y espalda, entre otras zonas.

¿Cómo es y qué tipo de tratamientos se pueden realizar?

Consta de uno o dos cabezales sujetos por medio de bandas elásticas a la superficie de la piel de grupos musculares seleccionados según la acción que realizan.

Cada cabezal contiene un sistema de ventilación continua, lo que permite utilizar el equipo de manera constante sin riesgo de que sufra un sobrecalentamiento ni sensaciones desagradables en los clientes.

Se utiliza tanto para tratamientos estéticos como modelación corporal, celulitis y flacidez muscular, como así también en rehabilitación para el tratamiento de patologías neuromusculares: Esclerosis, Distrofias Musculares, Miopatías, etc.

Es ideal para devolver funcionalidad a músculos afectados o revertir patrones característicos de las enfermedades y lograr una mejor funcionalidad y calidad de vida a estos pacientes.

Beneficios del Tratamiento

Sus beneficios son múltiples, siempre relacionados a su efectividad, resultados a corto plazo y levantamiento de ciertos grupos musculares.

Sus principales beneficios son:

- Reafirma y tonifica glúteos y mamas de forma rápida, segura, eficaz y sencilla.
- Sus resultados son óptimos y visibles desde la primera sesión.
- Una sesión equivale a la aplicación de 60 sesiones de electroestimulación.
- El equipo consta de dos cabezales, lo que permite abarcar mayor número de grupos musculares en menor tiempo.
- Ofrece la ventaja de seleccionar el músculo a tratar, de modo que los resultados son visibles en un lapso menor de tiempo.
- Cada sesión dura aproximadamente entre 20 a 30 minutos y no se requiere de elementos extra, trabaja directamente sobre la piel.
- Es completamente indoloro y se pueden evidenciar resultados desde la primera sesión.
- Permite la estimulación selectiva de cada vientre muscular, ya sean pequeños o profundos, inalcanzables por medio de otras tecnologías.

- Es una técnica no invasiva e indolora ya que no presenta la sensación de corriente eléctrica que transmite la electroestimulación.

Resultados del Tratamiento

Los resultados son visibles desde la primera sesión. La turgencia y firmeza del vientre muscular es apreciable desde la primera aplicación.

No obstante, este resultado es momentáneo y debe reforzarse con una sesión semanal durante al menos 6 a 8 semanas. Luego, se realizan sesiones de mantenimiento mensuales durante todo el año.

Como toda tecnología y tratamiento estético, es fundamental el refuerzo con alimentación y actividad física.

Cuidados y Precauciones que Deberías Recomendar a tus Pacientes

Su aplicación no requiere de preparación previa alguna. Durante su aplicación lo importante es no superponer los cabezales (en caso de que sean dobles) en una misma región.

Lo ideal es no aplicar ningún gel, crema o producto sobre la piel previamente al tratamiento.

Como recomendación a los pacientes:

- Mantener la frecuencia semanal de repetición del tratamiento para un mejor resultado.
- Acompañar el tratamiento con actividad física (musculación, fitness, crossfit, etc.).
- Mantener hábitos alimenticios acordes si además se busca reducción de panículo adiposo.
- Para potenciar sus resultados, se puede combinar con otros tratamientos y/o tecnología, como criolipolisis, velashape, radiofrecuencia u ondas de choque, según el fin que se busque.
- Una vez realizada la sesión es recomendable la aplicación de productos reafirmantes para ayudar al trabajo del aspecto de la piel.

Contraindicaciones y Efectos Secundarios

Si bien es un equipo bastante inocuo, siempre es conveniente observar y valorar al paciente o consultarle por situaciones particulares en las que su aplicación puede ser desfavorable.

Se recomienda no realizar en casos de pacientes con:

- Marcapasos
- Embarazo
- Trombosis.
- Tumores.
- Epilepsia
- Hernias.

La inocuidad de este equipo se traduce a que no presenta efectos secundarios.

Solo se puede presentar una sensación de cansancio muscular y leve molestia como si se hubiese realizado un intenso trabajo físico muscular.

Especificaciones Técnicas:

Características generales:

Estimulación Neuro-muscular Magnética Periférica (EMP)

- Estimulación magnética sin contacto con la piel
- Estimulación a través de vendajes o yesos (eje: quemados, quebrados).
- No hay sensación eléctrica, ideal para recién nacidos y niños.
- No existen quemaduras químicas de la piel, ya que no se apoya.
- En veterinaria, para animales, a través del pelo

Características eléctricas:

Aparato Clase I

Alimentación: 220 VCA 50 Hz.

Consumo promedio: 200 V.A.

Controlado por Microprocesador.

Pantalla LCD Gráfica de Color de 5,7” sensible al tacto en Equipo.

Accesorios:

1 o 2 Cabezales

1 Cable de Alimentación.

Dimensiones:

Ancho: 50 cm.

Alto: 30 cm.

Profundidad: 30 cm.

Peso Total: 15 Kg. Aprox.

Ondas Rusas

Las ondas rusas fueron descritas y estudiadas por el profesor Kotz hace ya varias décadas, debido a su capacidad de lograr importantes cambios en el trofismo muscular. Técnicamente se trata de corrientes de media frecuencia moduladas con señales de baja frecuencia: la corriente de frecuencia media tiene como objetivo la disminución de la resistencia o impedancia cutánea, permitiendo a la señal de baja frecuencia actuar en profundidad sobre la musculatura. El empleo de las corrientes rusas lejos está de pertenecer exclusivamente al campo de la rehabilitación, ya que estas corrientes fueron incorporadas a la estética debido a su capacidad de producir hipertrofia muscular, por lo que representan una importante herramienta en aquellos tratamientos en los que el objetivo se centra en la tonificación de músculos flácidos o en la modelación de los contornos corporales.

Utilización de las corrientes rusas

Al igual que la corriente interferencial, las ondas rusas vencen la impedancia de la piel por su frecuencia elevada (alrededor de 2500 Hz.), permitiendo su acción a gran profundidad, sin alterar la sensibilidad cutánea. Debido a sus características, las corrientes rusas son empleadas cuando el objetivo perseguido es la obtención de altos niveles de fortalecimiento muscular, el cual en ocasiones es acompañado de hipertrofia de la musculatura estimulada. La importancia terapéutica de su utilización radica en su capacidad de lograr notables cambios en el trofismo y función muscular, ya que estas corrientes consisten en estímulos eléctricos mantenidos y uniformes, altamente tonificantes y a la vez modeladores del contorno corporal, razón por la cual esta modalidad eléctrica es elegida tanto en la Fisioterapia como en la Estética. Las corrientes rusas se utilizan en el abordaje de la musculatura

cuya inervación se halla intacta, y mediante su aplicación es posible lograr un mantenimiento de la flexibilidad, reducción del grado de atrofia (por ejemplo, en zonas lesionadas) o estimulación del aumento de la fuerza muscular.

Las principales indicaciones de esta modalidad terapéutica son:

- Atrofias por desuso.
- Periodos de inmovilización post-yeso.
- Fortalecimiento en procesos post quirúrgicos.
- Procesos post traumáticos (contusiones, esguinces, etc.) con el objetivo de fortalecer la musculatura durante la etapa sub-aguda.

- Hipertrofia muscular progresiva.
- Rehabilitación deportiva.
- Flaccidez y modelación de contornos corporales.
- Levantamiento e hipertrofia de glúteos.

Dinámica de las Sesiones.

La dinámica de las sesiones es la misma para ambos tipos de corriente, debido principalmente a que su acción terapéutica es similar. En la rehabilitación, la frecuencia de las sesiones debe ser diaria, variando el tiempo de las mismas según las características previas de la musculatura estimulada. Estas diferentes variables son especificadas en el apartado “Protocolos de tratamiento”. En el campo de la estética, por su parte, el tiempo de estimulación variará en función de la capacidad de respuesta del músculo o grupo muscular estimulado, pudiendo alcanzar valores altos (15 - 20 minutos) en aquellos pacientes entrenados o que practican deportes

con cierta frecuencia. En pacientes sedentarios deberá trabajarse con tiempos prudentes, recomendándole incluso un trabajo muscular intercalado con periodos de pausa a los fines de otorgarle a los músculos involucrados en la terapia el tiempo necesario de descanso, evitando de este modo la aparición de fatiga muscular. En este tipo de pacientes se recomiendan dos series de 8 a 10 minutos, con descanso de 3 a 5 minutos entre cada serie.

Contraindicaciones.

Es destacable lo seguras que resultan las corrientes interferenciales y las ondas Rusas, debido a que pertenecen al grupo de las corrientes bidireccionales, sin componente galvánico, disminuyendo así el riesgo de producir sensaciones displacenteras. Por otro lado, las características intrínsecas de su mecanismo de generación y origen, hacen que no existan molestias significativas que obliguen a discontinuar el tratamiento, y que ocasionen dolor.

- Pacientes portadores de marcapasos.
- Zonas de la piel que presentan heridas abiertas o micosis.
- Presencia de prótesis metálicas subyacentes de localización superficial, si el paciente experimenta sensaciones dolorosas.
- Zona abdominal en pacientes embarazadas.
- Procesos neoplásicos coexistentes.
- Isquemia por insuficiencia arterial .
- Úlceras varicosas .

- Tromboflebitis .
- Síndrome febril, Procesos infecciosos.
- Pacientes epilépticos.
- Sobre órganos de los sentidos.
- Zona genito-urinaria en caso que la paciente tenga colocado un DIU.

Hipertrofia Muscular

El aumento del diámetro del músculo como resultado del entrenamiento muscular, es denominado hipertrofia funcional (del latín hipertrofia, alimentación reforzada). Las fibras musculares que son células diferenciadas altamente especializadas, no son capaces por lo visto, al igual que las células nerviosas, de dividirse formando nuevas células. De todas formas, la división de las células musculares tiene lugar solamente en casos peculiares y en una cantidad muy pequeña. La hipertrofia funcional del músculo se produce en parte por la degradación longitudinal, y principalmente, engrosamiento (aumento de volumen) de las fibras musculares.

Tipos de hipertrofia

Es posible distinguir dos tipos fundamentales de hipertrofia funcional de las fibras musculares: el sarcoplasmático y el miofibrilar.

El primer tipo se refiere al engrosamiento de las fibras musculares, preferentemente por aumento del volumen del sarcoplasma, es decir de la parte no contráctil del músculo. Conjuntamente aumentan las reservas metabólicas como son el glucógeno, las sustancias no nitrogenadas de creatinfosfato, la mioglobina, los vasos capilares que mediante el entrenamiento también provocan cierto engrosamiento muscular.

El contenido de agua en los músculos de los individuos entrenados es algo mayor que en los músculos de aquellos que no lo están. Sin embargo, semejantes músculos hipertrofiados no obtienen ventajas funcionales de ningún tipo.

La hipertrofia sarcoplasmática influye poco en el incremento de la fuerza de los músculos, influyendo considerablemente en la resistencia muscular, entendiéndose ésta última como la capacidad de soportar un esfuerzo en el tiempo.

La hipertrofia miofibrilar en cambio, se relaciona con el aumento del volumen de las miofibrillas, del aparato propiamente contráctil de las fibras musculares, que son los

pequeños filamentos proteicos, de Actina y Miosina. El tamaño y número de estos filamentos aumentan como resultado del entrenamiento, haciendo que aumente el diámetro transversal de cada una de las miofibrillas que componen el músculo, generando así un considerable incremento en la densidad miofibrilar, pero no así del tamaño del vientre muscular. Este tipo de hipertrofia determina la fuerza máxima del músculo. También aumenta sustancialmente su fuerza absoluta la cual no varía o quizás solo un poco con el primer tipo de hipertrofia funcional.

El entrenamiento es entonces “la llave” determinante del tipo de hipertrofia a desarrollar. Mientras que los ejercicios dinámicos prolongados consiguen la hipertrofia sarcoplasmática, los trabajos isométricos con aplicación de grandes tensiones musculares (más de dos tercios de la fuerza máxima voluntaria de los grupos musculares entrenados), permiten el desarrollo de la hipertrofia funcional correspondiente a la hipertrofia miofibrilar.

La hipertrofia funcional se basa en la síntesis intensa de las proteínas musculares. La actividad muscular influye en el aparato genético de las células musculares que dirige la regulación de la síntesis proteica.

Así la concentración de los ácidos ribonucleicos y desoxirribonucleico es mayor en los músculos hipertrofiados que en el músculo normal.

Las hormonas andrógenas desempeñan un papel importante en la regulación del volumen de la masa muscular y particularmente en el desarrollo de hipertrofia funcional de los músculos.

En el hombre, estas hormonas son elaboradas por las glándulas sexuales (por los testículos) y en la corteza de las glándulas suprarrenales, mientras que en la mujer solamente en éstas últimas, por lo que la cantidad de hormonas y la fuerza muscular luego de un entrenamiento específico es menor en la mujer. Correspondientemente, la cantidad de andrógenos es mayor en el organismo del hombre determinando mayor masa muscular y mejor receptividad a los trabajos de fuerza.

El método de ejercicios repetidos por grupo muscular está encaminado a intensificar la síntesis de las proteínas contráctiles y el aumento de la masa muscular. Los ejercicios se ejecutan con número de repeticiones entre 6 y 12 hasta el rechazo (hasta no poder más). La resistencia a superar no debe nunca exceder el 70 % de la fuerza máxima o 1 RM. Con estas magnitudes de fuerza, el flujo de sangre a través del músculo disminuye bruscamente, lo que se acompaña de la aparición de la hipoxia local. En estas condiciones (déficit de la

producción energética aeróbica) se agotan considerablemente las reservas anaerobias alácticas; en los músculos se acumula una gran cantidad de creatina libre y se intensifica notablemente la formación de ácido láctico como resultado de la glucólisis. Debido al déficit de los compuestos macro energéticos, al cumplir un gran volumen de trabajo, se destruyen las proteínas musculares y se acumulan sus productos de su descomposición (péptidos de bajo peso molecular, etc.). Los productos de desecho de las proteínas, al igual que la creatina libre, sirven de inductores de la síntesis proteica en el periodo de descanso, durante el cual se restablece el abastecimiento normal de oxígeno y sustancias nutritivas a los tejidos. La acumulación del ácido láctico durante el trabajo límite y la variación de la presión osmótica intramuscular provocada por ésta, contribuyen a retener en los músculos el líquido intersticial, rico en sustancias nutritivas.

Si tales entrenamientos se repiten sistemáticamente, aumenta considerablemente el contenido de proteínas contráctiles y crece el volumen total de la masa muscular.

Bases Fisiologicas

La hipertrofia se explica por cuatro causas principales:

- ☐ Un aumento de las miofibrillas (Hipertrofia).
- ☐ Un desarrollo de los recubrimientos musculares (tejido conjuntivo).
- ☐ Un aumento de la vascularización.
- ☐ Un aumento del número de fibras (hiperplasia). Por regla general, se acepta que el número de fibras viene determinado genéticamente y que este número permanece invariable a lo largo de la vida. Hasta el momento no se puede sumar a la hiperplasia como causa del incremento del tamaño muscular. Scarfo 2005

El músculo en el cual voy a realizar el trabajo va a ser en el Cuádriceps Femoral.

Cuádriceps Femoral

El cuádriceps femoral es un músculo potente y voluminoso, posee una superficie de sección fisiológica de 148 cm² lo que, en un trayecto de 8 cm, le brinda una potencia de trabajo de 42 kilográmetros.

Ubicación Anatómica

Por lo que respecta a su topografía, pertenece al grupo muscular anterior del muslo. Envuelve casi por completo el cuerpo del fémur. Está formado por medio de cuatro cabezas musculares

distintas, que son los músculos recto femoral (recto anterior), vasto medial (vasto interno), vasto lateral (vasto externo) y vasto intermedio (Crural).

El recto anterior se origina por un tendón directo, sobre la espina iliaca antero-inferior y por un tendón reflejo, en la parte posterior del canal subcóticoideo; los vastos en los labios externos e internos de la línea áspera; y el crural sobre la cara anterior y externa, en los 2/3 superiores de la diáfisis femoral. Las fibras de los vastos convergen por delante hacia el eje medio del muslo y hacia la rótula (patella). Las fibras del recto anterior y del crural se dirigen verticalmente. Finalizan en un tendón en común que se inserta en la rótula, para ser más específicos, en los bordes superiores y laterales de la rótula, en los bordes laterales de los cóndilos por las aletas rotulianas, en los bordes laterales de los meniscos por los ligamentos menisco-rotulianos y en la tuberosidad tibial por el ligamento rotuliano.

Función

La función del cuádriceps femoral es realizar la extensión global de la pierna sobre el muslo, es decir lo utilizamos diariamente para levantarnos de la cama, caminar, correr, saltar, etc.

El cuádriceps, específicamente el vasto medial, desempeña la importante función de estabilización de la rótula y la articulación de la rodilla durante la marcha. Cabe destacar que el recto anterior (RA), es el único músculo biarticular del cuádriceps, es decir, actúa en la acción de dos articulaciones. Al discurrir por delante del eje de flexión – extensión de la articulación de la cadera y por delante del de la rodilla, el RA se encarga de ser flexor de cadera y como integrante del cuádriceps, extensor de rodilla.

Este músculo no va a representar más que la quinta parte de la fuerza total del cuádriceps. Su eficacia como extensor de la rodilla, depende de la posición de la cadera y con respecto a su función como flexor de la cadera, está dada por la ubicación de la rodilla, siendo las otras tres cabezas del cuádriceps más eficaz que el RA, que ya estará distendido por la flexión de la cadera. Por acción de los glúteos, la cadera se coloca en extensión, en tanto que la rodilla y el tobillo se extienden y así el cuádriceps posee su potencia máxima, gracias a la eficacia aumentada del RA.

Marco metodológico

Tipo de estudio:

El presente trabajo es un estudio de intervención o experimental (analítico, epidemiológico, prospectivo), de carácter cuantitativo.

Selección de la muestra:

Esta investigación se realizó desde el mes de marzo hasta el mes de junio, en la ciudad de Rosario. La muestra estuvo conformada por un total de 6 (seis) personas seleccionadas de forma intencional, de sexo masculino y edades que oscilaban entre 22 y 30 años. Como dato a tener en cuenta, ninguno de los 6 (seis) miembros de la muestra ha utilizado el elemento de estimulación magnética alguna vez.

Instrumentos y materiales:

Se utilizaron diferentes elementos para dicho trabajo como los que se mencionan a continuación:

- Un equipo de corrientes múltiples.
- Un equipo de Estimulación Magnética marca Texel llamado Tesla Gen Dúo.
- Seis electrodos .
- Una cinta antropométrica de 2mts. Para medir el perímetro del muslo de los pacientes.
- Una lapicera azul para marcar los puntos de referencia y la recolección de datos.

Método de recolección de datos:

Para el registro sistemático de los datos se formularon fichas de cada uno de los pacientes donde se registró:

- Número de sujeto.
- Pierna hábil.
- Medición previa a la aplicación.
- Medición posterior a la aplicación.
- Fecha de inicio del estudio.
- Fecha de finalización del estudio.
- Pregunta subjetiva sobre la sensación de confort en el uso de ambos aparatos.

La variable en estudio es el perímetro del muslo. El perímetro es la longitud del contorno de una superficie. Se realizaron mediciones antropométricas para obtener los distintos valores de la variable en estudio antes y después de la aplicación del aparato de fisioterapia.

Ademas, se realizaron breves preguntas subjetivas al finalizar la ultima sesión, para conocer la opinion que cada uno de los sujetos con respecto a su experiencia en las aplicaciones.

Análisis de datos:

El análisis de los valores cuantitativos de las mediciones obtenidas se realizó en una hoja de cálculo de Excel, aplicando porcentajes y media aritmética para la comparación objetiva estadística.

Las preguntas fueron respondidas personalmente por los pacientes y transcritas en Word con lenguaje técnico.

Lugar de realización de la investigación:

Se realizó el estudio en un consultorio de Kinesiología llamado Consultorios Belgrano, ubicado en la calle Mendoza 6950, entre las calles Ecuador y Colombia, en la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe. El periodo en el que se realizó el estudio fue del 21 de febrero, concluyendo el 12 de junio de 2020. Se realizó en dos etapas, una comprendida entre el 21 de febrero al 13 de marzo de 2020, donde se aplicó el protocolo en 4 (cuatro) sujetos, y despues en el periodo del 22 de mayo al 12 de junio de 2020 donde se termino el trabajo con los 2 (dos) sujetos restantes.

Procedimiento:

1. **Posición del sujeto:** Se coloca de pie con las piernas ligeramente separadas y el peso distribuido de igual manera en ambos lados evitando realizar alguna contracción del músculo cuádriceps. El antropometrista se coloca de manera lateral al mismo.
2. **Señalización de los puntos de referencia:** La medición se realizo en un punto específico que queda comprendido en la mitad entre el trocánter mayor del fémur y la meseta tibial. Antes de esto se señaló el trocánter mayor y la cara externa de la meseta tibial. Luego, con la cinta antropométrica paralela al muslo, se midió la distancia entre ambos puntos tomando el punto medio. Finalmente, este último punto se tomó como referencia para medir el perímetro del muslo. Se repitió en ambos miembros inferiores.

3. **Toma de medición:** se utilizó una técnica, en la cual se toma la cinta perpendicular al muslo, luego se contornea el perímetro, produciéndose la lectura donde la marca “0” intersecta al valor de la cinta. Al realizar la medición no se deben comprimir los tejidos blandos de la zona y debe controlarse el nivel de la cinta en la cara interior del muslo donde suele desnivelarse.
4. **Colocación de los electrodos:** La colocación de los electrodos debe estar orientada a conseguir la mejor contracción muscular posible. Esto se puede hacer colocando los electrodos en los puntos motores de los músculos del cuádriceps, que, al estar colocados próximo al nervio, realizar la mejor respuesta exitomotriz del grupo muscular.

Se utilizaron 3 (tres) electrodos en la parte proximal del muslo donde se encuentran las inserciones proximales de los músculos y los otros 3 (tres) en la parte proximal, donde se encuentran los puntos motores del vasto interno, vasto externo y recto anterior. De esta manera queda la corriente dividida en 3 (tres) canales lo que permite manejarla de manera individual en cada músculo, permitiéndolo controlar la intensidad.
5. **Colocación del elemento de estimulación magnética:** Se colocan ambos cabezales en los mismos puntos motores que los electrodos, pero de la pierna contraria, al tener solo 2 (dos) cabezales, se realiza de un musculo a la vez por un periodo de tiempo determinado por el elemento.

Protocolo:

El músculo seleccionado fue el cuádriceps femoral. Se realizó la aplicación de ambos aparatos en simultaneo, es decir uno en cada muslo al mismo tiempo, con una duración de 30 minutos por sesión.

El tiempo total del protocolo fue de 4 (cuatro) semanas, se realizó la aplicación 1(una) vez a la semana.

Parámetros:

Ondas Rusas:

- Tiempo: 30 minutos.
- Frecuencia: 70Hz, para estimular fibras mixtas.
- Relación: 1/1.
- Rampa de Ascenso y descenso: 1 segundo.

- Tiempo de estimulación: 3 segundos.
- Tiempo de pausa: 1 segundo.

Estimulación Magnética:

- Potencia: 100%.
- Frecuencia: 1 segundo.
- Cantidad de Pulsos: 200.
- Pulso: único.
- Tiempo: 30 minutos.

Resultados:

Los resultados de la investigación se volcaron en las siguiente tablas y gráficos, donde se observan los datos obtenidos en el transcurso de dicho estudio.

La comparación se realiza calculando la diferencia sobre la medición antes y después de la aplicación en ambos muslos, está expresada en centímetros. Luego se calculó el porcentaje de hipertrofia que hubo al finalizar la sesión.

Día 1 de protocolo, se pactó el encuentro en el consultorio donde se encontraban los elementos a utilizar en la sesión. Los sujetos fueron informados sobre el procedimiento a realizar, tanto sobre los elementos de fisioterapia, como también de los datos que serán registrados. Se tomaron los datos personales y medidas iniciales en la ficha anteriormente descripta, y se procedió a iniciar con el estudio.

		Musculo con Estimulacion Magnetica				Musculo con Ondas Rusas			
Día 1	Sujeto	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje
	1	63,8	67	3,2	5,0%	65,6	68,2	2,6	4,0%
	2	46	48	2	4,3%	46	47	1	2,2%
	3	54,1	56	1,9	3,5%	57	57,3	0,3	0,5%
	4	74	75,2	1,2	1,6%	74	74	0	0,0%
	5	57	57,8	0,8	1,4%	57,2	57,4	0,2	0,3%
	6	49,2	50,1	0,9	1,8%	49	49,4	0,4	0,8%

Tabla N°1: Se observan las mediciones de los seis sujetos en el primer día de protocolo.

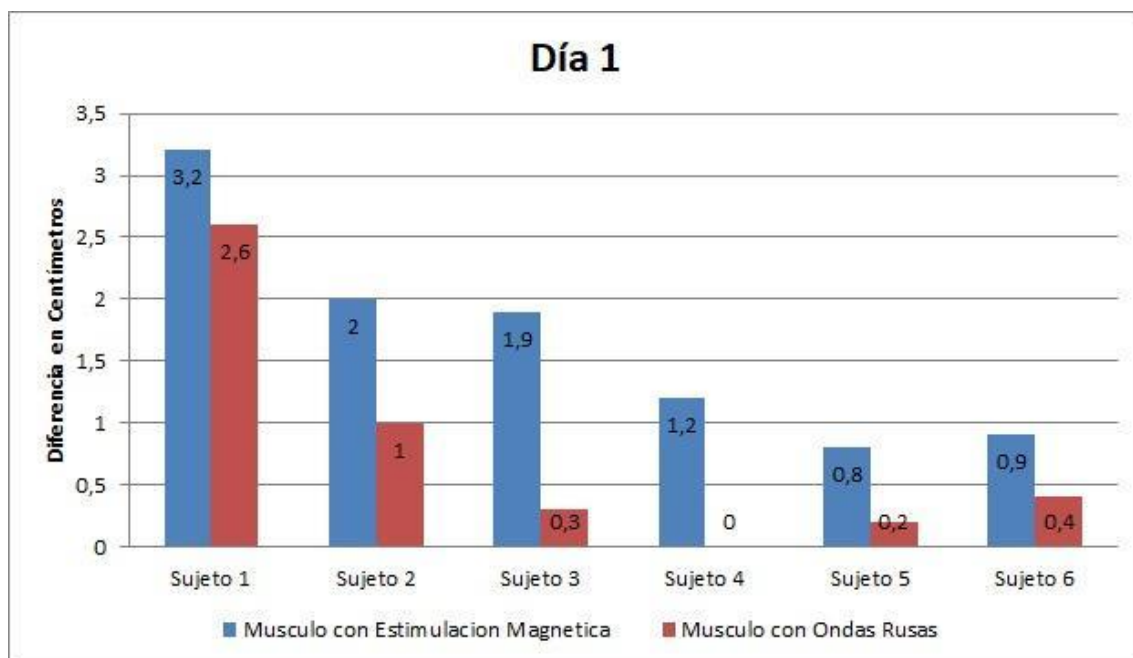


Grafico N°1: relación de los resultados de la primer sesión del protocolo.

En el día uno del tratamiento, se puede observar en el Gráfico N°1 que el sujeto número uno tuvo un aumento mayor en ambos muslos, comparado con el resto. En todos los sujetos se evidenció que hubo más hipertrofia en el muslo que sufrió la aplicación de estimulación magnética, con diferencias considerables en el sujeto número cuatro.

Día 2 de protocolo, se repitió el mismo procedimiento que en el día anterior sin realizar las preguntas personales.

		Musculo con Estimulacion Magnetica				Musculo con Ondas Rusas			
	Sujeto	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje
Día 2	1	63	65	2	3,2%	66	67	1	1,5%
	2	46	47,5	1,5	3,3%	46	47	1	2,2%
	3	57	59	2	3,5%	58	59	1	1,7%
	4	73,5	75	1,5	2,0%	74,3	75,2	0,9	1,2%
	5	56,8	57,3	0,5	0,9%	56,5	57	0,5	0,9%
	6	49,3	50	0,7	1,4%	49,2	49,8	0,6	1,2%

Tabla N°2: Se observan las mediciones en el día 2 de protocolo.

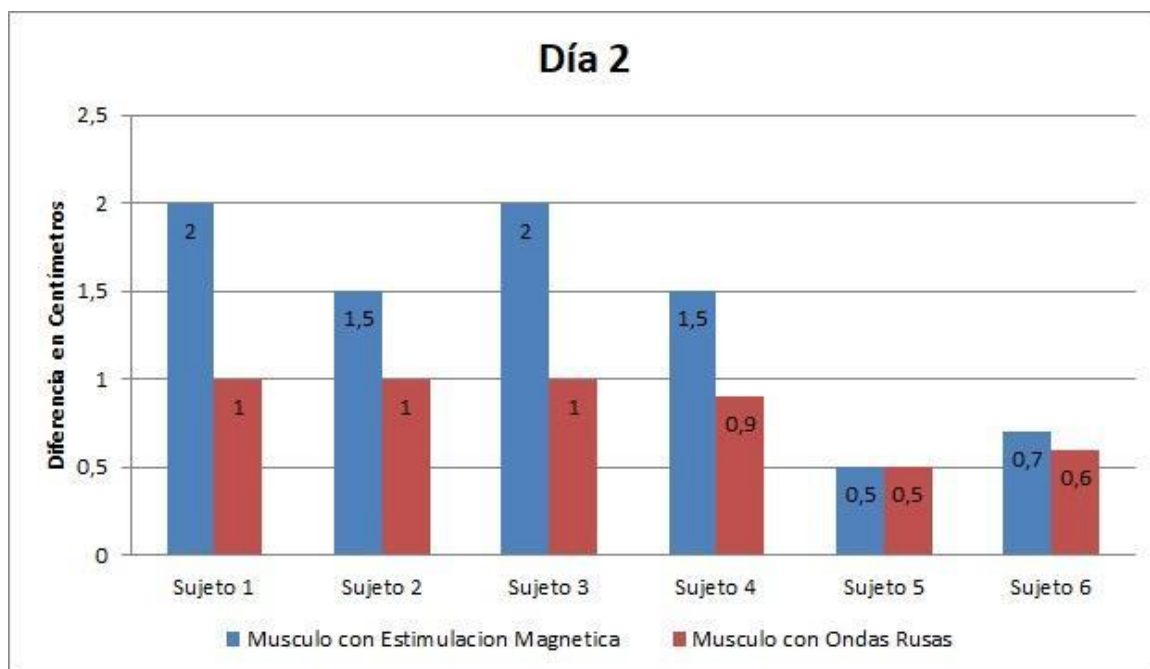


Gráfico N°2: relación de los resultados en el día 2 del protocolo.

Como se puede ver, tanto en la tabla N°2 como el grafico N°2, se vuelve a repetir diferencia en cuanto a los distintos aparatos, dando como resultado que la estimulación magnética provocó una mayor hipertrofia que la electroestimulación (ondas rusas). Los sujetos uno, dos, tres y cuatro tuvieron un aumento más amplio en ambos elementos de fisioterapia que los sujetos cinco y seis.

Día 3 de protocolo, se repitió el procedimiento del día 2.

		Musculo con Estimulacion Magnetica				Musculo con Ondas Rusas			
	Sujeto	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje
Día 3	1	64,2	65	0,8	1,2%	65,7	66	0,3	0,5%
	2	46	47,5	1,5	3,3%	45	47	2	4,4%
	3	56	59	3	5,4%	57	58,5	1,5	2,6%
	4	74	75	1	1,4%	75	75	0	0,0%
	5	56,7	57,1	0,4	0,7%	56,7	57	0,3	0,5%
	6	49,2	50	0,8	1,6%	49,1	49,7	0,6	1,2%

Tabla N°3: Registro de las mediciones del día 3 de protocolo del estudio.

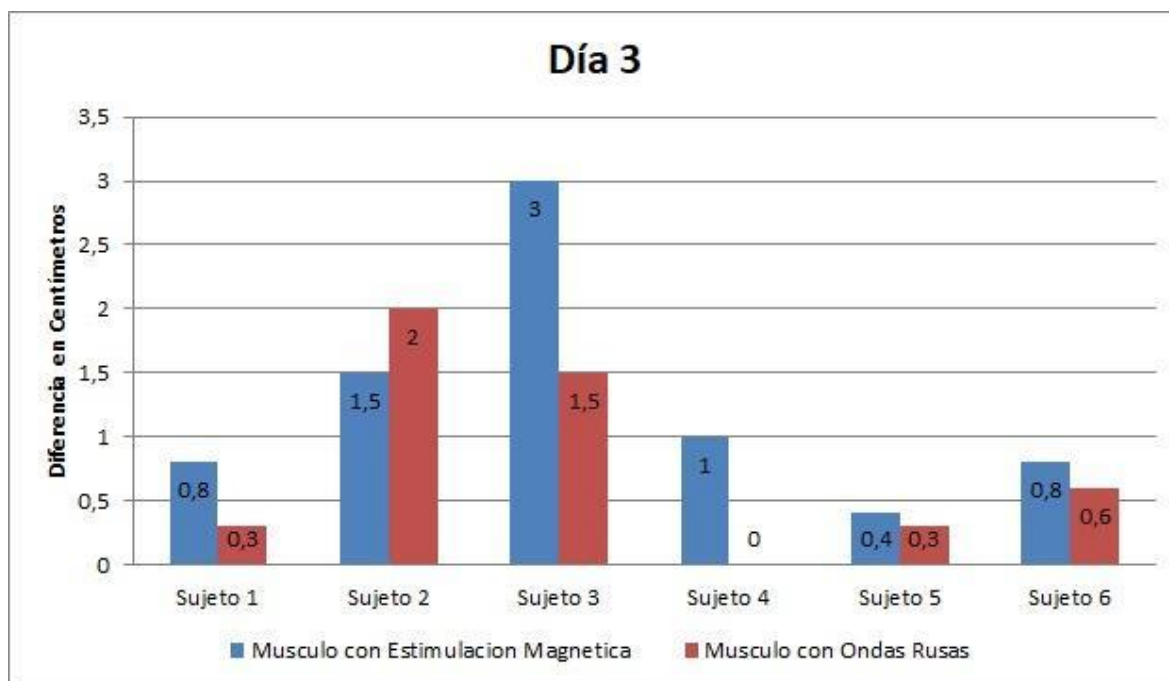


Gráfico N°3: relación de los resultados en el día 3 de protocolo.

En el día 3 del estudio, se puede observar en el gráfico N°3 que todos los sujetos, a excepción del número tres, tuvieron un aumento pero fue mucho menor a los días anteriores. En el sujeto número dos se ve una diferencia escasa pero mayor de la electroestimulación sobre la estimulación magnética, siendo hasta el momento la primera vez que se observa dicha diferencia en lo transcurrido del estudio. En los sujetos uno, cinco y seis, la hipertrofia posterior a la aplicación fue menor a 1cm.

Día 4ª de Protocolo, último día de la parte práctica del estudio.

		Musculo con Estimulacion Magnetica				Musculo con Ondas Rusas			
	Sujeto	1º Medición	2º Medición	Diferencia	Porcentaje	1º Medición	2º Medición	Diferencia	Porcentaje
Día 4	1	63,5	65	1,5	2,4%	66,1	67	0,9	1,4%
	2	46	47	1	2,2%	45	45	0	0,0%
	3	55,7	57,4	1,7	3,1%	57	58	1	1,8%
	4	74	75,2	1,2	1,6%	74	74,3	0,3	0,4%
	5	56,9	57,6	0,7	1,2%	56,7	57,2	0,5	0,9%
	6	49,4	50,1	0,7	1,4%	49,2	49,5	0,3	0,6%

Tabla N°4: Registro de las mediciones del último día.

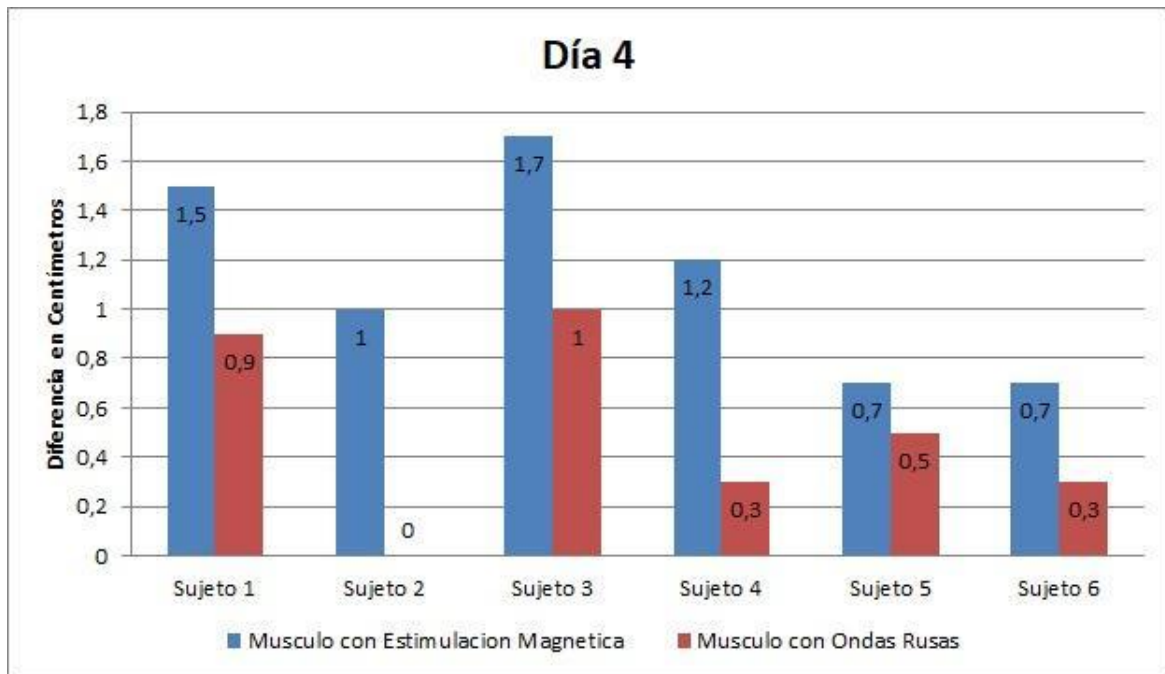


Gráfico N°4: relación de los resultados en la última sesión del tratamiento.

En el día 4 del estudio, y último del tratamiento con los elementos de fisioterapia, se volvió a repetir el comportamiento de los resultados que se había registrado en los primeros 2 (dos) días del protocolo, ya que todos los sujetos tuvieron una hipertrofia mayor en el muslo en donde se aplicó la estimulación magnética. En cuanto al aumento en los muslos con electroestimulación, fueron muy escasos en los seis sujetos, no se observó aumento mayor a 1 centímetro en el perímetro del muslo.

Como otro resultado de la investigación está la consulta que se les realizó a los sujetos en cuanto a su confort y comodidad en la utilización de los elementos de estimulación. Esta entrevista o consultas fue realizada a medida que se iba aplicando el tratamiento, ya que se necesitaba la utilización de los mismos para que el sujeto conozca la sensación. Ninguno de los entrevistados había utilizado anteriormente alguno de los dos elementos, a excepción de uno que utilizó las ondas rusas en una ocasión anterior.

En la pregunta del confort, todos coincidieron en que el elemento de estimulación magnética es más agradable a la hora de su aplicación que las ondas rusas ya que, en la electroestimulación se sentía una sensación de hormigueo que en la estimulación magnética no se siente. Lo que comentaron los sujetos sobre la estimulación magnética es que al momento de la primera aplicación tuvieron un pequeño susto cuando se coloca el aparato ya que realiza una contracción un poco brusca para el que no conoce el aparato, pero que luego ya se habituaron a la aplicación y les resultó menos brusco permitiéndoles seguir la sesión.

Se les consultó además si lo podrían llegar a implementar en su vida cotidiana a los que respondieron cuatro personas en forma afirmativa diciendo que les podría servir en algún momento como complemento a su actividad deportiva o en alguna rehabilitación que tengan que realizarse en un futuro ya que les había resultado más como que el elemento de fisioterapia que se usa habitualmente para esas actividades kinesicas. Los que dijeron que no, se justificaron diciendo que no les gustaría usarlos de una forma estética por que no les gustaba esa rama de la kinesiología y que preferían entrenamiento con pesas.

		Musculo con Estimulacion Magnetica				Musculo con Ondas Rusas			
	Sujeto	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje
Día 1	1	63,8	67	3,2	5,0%	65,6	68,2	2,6	4,0%
	2	46	48	2	4,3%	46	47	1	2,2%
	3	54,1	56	1,9	3,5%	57	57,3	0,3	0,5%
	4	74	75,2	1,2	1,6%	74	74	0	0,0%
	5	57	57,8	0,8	1,4%	57,2	57,4	0,2	0,3%
	6	49,2	50,1	0,9	1,8%	49	49,4	0,4	0,8%
Día 2		1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje
	1	63	65	2	3,2%	66	67	1	1,5%
	2	46	47,5	1,5	3,3%	46	47	1	2,2%
	3	57	59	2	3,5%	58	59	1	1,7%
	4	73,5	75	1,5	2,0%	74,3	75,2	0,9	1,2%
	5	56,8	57,3	0,5	0,9%	56,5	57	0,5	0,9%
Día 3		1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje
	1	64,2	65	0,8	1,2%	65,7	66	0,3	0,5%
	2	46	47,5	1,5	3,3%	45	47	2	4,4%
	3	56	59	3	5,4%	57	58,5	1,5	2,6%
	4	74	75	1	1,4%	75	75	0	0,0%
	5	56,7	57,1	0,4	0,7%	56,7	57	0,3	0,5%
Día 4		1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje
	1	63,5	65	1,5	2,4%	66,1	67	0,9	1,4%
	2	46	47	1	2,2%	45	45	0	0,0%
	3	55,7	57,4	1,7	3,1%	57	58	1	1,8%
	4	74	75,2	1,2	1,6%	74	74,3	0,3	0,4%
	5	56,9	57,6	0,7	1,2%	56,7	57,2	0,5	0,9%
Día 4		1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje	1° Medición	2° Medición	Diferencia	Porcentaje
	1	63,5	65	1,5	2,4%	66,1	67	0,9	1,4%
	2	46	47	1	2,2%	45	45	0	0,0%
	3	55,7	57,4	1,7	3,1%	57	58	1	1,8%
	4	74	75,2	1,2	1,6%	74	74,3	0,3	0,4%
	5	56,9	57,6	0,7	1,2%	56,7	57,2	0,5	0,9%
	6	49,4	50,1	0,7	1,4%	49,2	49,5	0,3	0,6%

Tabla N°5: Tabla completa de las mediciones recolectadas.

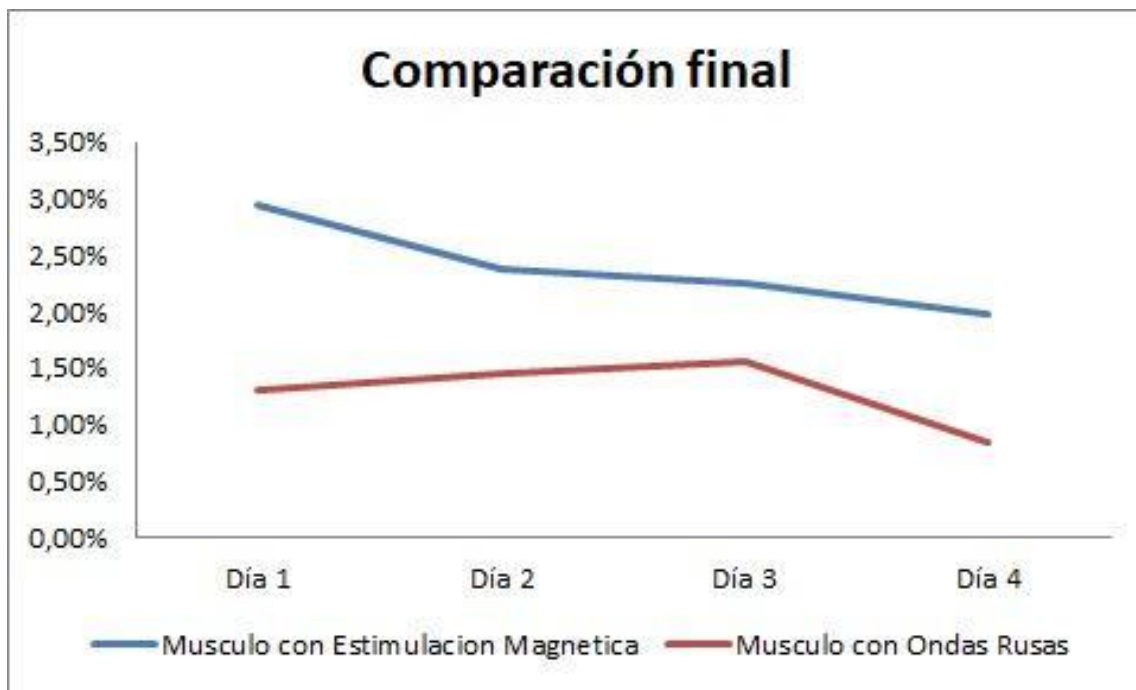


Grafico N°5: Comparacion final de las mediciones, media aritmetica sobre el porcentaje de variación.

En el gráfico de comparacion final se tomó el promedio de los porcentajes de los sujetos en cada día con ambos aparatos de fisioterapia. En el día 1 el promedio de aumento en la estimulación magnética fue de 2,95% y la electroestimulación fue del 1,30%. En el día 2 los restados fueron 2,38% en EM y 1,45% en EE. Día 3, 2,26% en EM y 1,55% en EE. Último día, 1,98% en EM y 0,84% en EE. Se puede observar que el aumento porcentual de la hipertrofia en los sujetos, fue mayor con el elemento de estimulación magnética en los cuatro días que se llevo a cabo el estudio, dejando un escalón más abajo a las ondas rusas. Hablando solamente sobre la estimulación magnética, se vé un descenso en el transcurso de los días, lo que no quiere decir que no sea igual o mas util. En cambio, en las ondas rusas se ven unos porcentajes más lineales, decayendo un poco en el último día. Estas variaciones en los días pueden depender de muchos factores como el despertar de la persona, su alimentación, su actividad en el día de la sesión, estrés, etcétera. Otro factor que puede influir es la perdida de grasa corporal en el transcurso de las sesiones, ya que las mediciones se efectuan sobre el perimetro del muslo y éste puede variar de sesión en sesión.

En promedio general de los 4 días, en la estimulacion magnetica se vió un aumento del 2,39%, en cambio en la electroestimulación (ondas rusas) el aumento fue de 1,29%, casi un 1% menor al primer elemento de fisioterapia.

Conclusión

La estimulación magnética fue utilizada originariamente en patologías neuromusculares, en la actualidad se comenzó a aplicar como herramienta para el fortalecimiento muscular pero con escasa información de su utilidad como complemento de entrenamientos. Esto llevo a la investigación a centrarse en este campo, más precisamente en la hipertrofia muscular.

Para comenzar la investigación se indagó sobre estudios anteriores como “el entrenamiento muscular con estimulación magnética repetida de cuádriceps en pacientes con EPOC grave” que mostraba su efectividad para el entrenamiento muscular, lo cual se ratificó en este estudio.

Sobre una muestra de 6 (seis) personas, se realizó la aplicación de electroestimulación (ondas rusas) en un muslo y estimulación magnética en el otro, midiéndose el perímetro de estos, previo y posterior a la aplicación. Se estudió durante 4 (cuatro) sesiones en el transcurso de 30 días. Esto arrojo como resultado que la estimulación magnética aumento en un 2,39% el perímetro del muslo, en cambio en la electroestimulación afectó en un 1,29%, en promedio de los 6 (seis) pacientes.

A raíz de las pruebas realizadas se logró obtener mayor información sobre la estimulación magnética aplicada a hipertrofia muscular en pacientes sanos, siendo esta investigación un posible puntapié para que los profesionales puedan analizar su aplicación en otros objetivos y patologías, además de plantear un posible tópico para futuras investigaciones.

Se comprobó que al reclutar un mayor número de fibras musculares, la estimulación magnética permite cumplir objetivos en menos aplicaciones, esto unido a la comodidad en su uso resulta una elección favorable para el paciente.

Por lo tanto, la comparación de los aparatos dio como resultado que la estimulación magnética es más efectiva que la electroestimulación (ondas rusas) a la hora de realizar una hipertrofia muscular, en este caso, en los cuádriceps femorales. Si bien esta tendencia se hace evidente en todo el estudio se encuentra una limitación dada por la muestra, que es acotada respecto de la población. Cabe destacar que, aún con la limitación mencionada, el estudio realizado fue útil para cumplir los objetivos planteados.

Bibliografía

- Estetica y cosmetria. (2018). From Estetica y cosmiatria:
<https://esticaycosmiatria.com/body-up/>
- Texel (2019). From Texel: <https://www.texel.com.ar/>
- Boschetti, G. (2004). ¿Que es la Electroestimulacion? Teoria, Practica y Metodologia del. Barcelona: Paidotribo.
- Carls G, Z. U. (1997, Octubre 31). Electrical and magnetic stimulation of the intercostal nerves: a comparative study. From <https://europepmc.org/article/med/9444491>
- Ganong, W. F. (1986). Fisiologia Medica. Mexico: El Manual Moderno.
- Gichlik, D. (2004). Electroterapia en medicina estética. Corrientes interferenciales y ondas. Buenos Aires: Portal de dermatología y medicina estética.
- Montalvo, C. E. (2011, Febrero 12). Departamento de Biología Celular y Tisular. From Histologia Unam:
http://histologiaunam.mx/descargas/ensenanza/portal_recursos_linea/apuntes/tejido_m
- Musaro, A. (2019, Febrero 29). Neuromuscular magnetic stimulation counteracts muscle decline in ALS patients: results of a randomized, double-blind, controlled study. From <https://www.nature.com/articles/s41598-019-39313-z>
- Salazar, A. N. (2013, Mayo 4). Universidad de Murcia. From Universidad de Murcia.:
<http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud>
- Scarfó, R. L. (2005). Los factores de crecimiento muscular y los ejercicios de fuerza. Buenos Aires: EFDeportes.
- Taylor, J. L. (2007, Septiembre 1). Magnetic muscle stimulation produces fatigue without effort. From <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/japplphysiol.00660.2007>
- Tortora, G. (1996). Principios de Anatomía y Fisiología del músculo. Mexico.
- Ward, A. &.-T. (2007, Agosto 8). Lowrering of Sensory, Motor, and. Phys Med Rehabil., pp. 1036-41.
- Zierath, J. R. (2004, Octubre 12). PLOS Biology. From Journals:
<https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0020348>
- Zschorlich, V. R. (2019, Agosto 27). Repetitive Peripheral Magnetic Nerve Stimulation (rPMS) as Adjuvant Therapy Reduces Skeletal Muscle Reflex Activity. From <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2019.00930/full>

Anexos

Hoja de Recolección de Datos

Numero de Paciente:

Edad:

Fecha de inicio del estudio:

Fecha de Finalización del estudio:

Diámetro de Cuádriceps Femoral Izquierdo antes del Tratamiento:

Diámetro de Cuádriceps Femoral derecho antes del Tratamiento:

Diámetro de Cuádriceps Femoral Izquierdo después del Tratamiento:

Diámetro de Cuádriceps Femoral derecho después del Tratamiento:

¿Cuál de los dos artefactos te resulta de mayor comodidad/confort?

¿Volverías a utilizar alguno?