



FUNDACION H.A.BARCELO
FACULTAD DE MEDICINA

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN

**EFFECTOS DE LA MICROELECTRÓLISIS PERCUTÁNEA (MEP) EN SOBRECARGAS MUSCULARES EN
MIEMBROS SUPERIORES: ESTUDIO MÚLTIPLE DE CASOS**

AUTOR/ES: Boccasso Triay, Alexia Jacqueline

TUTOR/ES DE CONTENIDO: Lic. Astraldi, Ignacio Matías

TUTOR/ES METODOLÓGICO: Lic. Ronzio, Oscar Ariel

FECHA DE LA ENTREGA: 31-03-2016

CONTACTO DEL AUTOR: ale_b92@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: Los deportes usualmente llevan a la ejecución repetitiva de ejercicios con diferentes pesos e intensidades que exponen a los atletas a un estrés constante. Esto los lleva a padecer dolor, también llamado Dolor Muscular de Aparición Tardía (DOMS). El fin de este trabajo fue investigar los efectos de una técnica de electroterapia llamada Microelectrólisis Percutánea (MEP®) en el tratamiento de DOMS. **Material y métodos:** Para esta investigación de tipo cuantitativa, longitudinal, prospectiva y descriptiva, participaron personas sanas, que realizaban actividad física. Se seleccionaron por conveniencia diez sujetos femeninos, que estuvieron cegados al momento del estudio. Para el mismo, se determinó el umbral de dolor inicial mediante la escala análoga visual y un algómetro de presión. También se midió la fuerza voluntaria isométrica a través de un Dinamómetro. Luego se le aplicó al paciente un protocolo de inducción de DOMS. A las 24hs se volvió a medir el umbral de dolor y la fuerza, y posteriormente se llevó a cabo la aplicación de MEP®. Para finalizar se volvió a evaluar con el método inicial a las 24 y 48hs pos aplicación de la corriente. **Resultados:** Los datos obtenidos fueron comparados entre el grupo tratado y el grupo control. En el primero se valora un aumento de la fuerza máxima voluntaria isométrica y una disminución del dolor pos aplicación de la corriente, en comparación con el grupo control en el cual no se obtuvieron cambios favorables con respecto a la fuerza voluntaria y hubo un aumento del dolor tras el protocolo de inducción de DOMS. **Discusión y Conclusión:** A través de este trabajo de investigación se analizaron los efectos que produce la aplicación de MEP® a corto y mediano plazo sobre el dolor post ejercicio y la fuerza muscular, dando resultados favorables a pesar de que la muestra no es significativa.

Palabras Clave: DOMS - Electrólisis - Acupuntura - Corriente Galvánica.

ABSTRACT

Introduction: Sports usually lead to the execution of repetitive exercises with different weights and intensities that expose athletes to constant stress. This leads them to suffer pain, also called Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). The purpose of this study was to investigate the effects of a specific electrotherapy technique called Microelectrólisis Percutánea (MEP®) in the treatment of DOMS. **Material and methods:** For this quantitative, longitudinal, prospective and descriptive research participated healthy people, who performed physical activity. Ten female subjects were selected for convenience, who were blinded at the time of the study. The initial pain threshold was determined by the Visual Analog Scale and algometer pressure. Voluntary isometric strength was also measured through a dynamometer. It was then applied to the patient a DOMS induction protocol. After 24 hours of induction, we remeasured pain threshold and force, and subsequently carried out the implementation of MEP®. Finally it was reassessed, with the initial method, to 24 hours and 48 hours after application of the current. **Results:** The results obtained from the dynamometer, the algometer and EVA were compared between the treated and control groups. In the treated group there was an increase in muscle strength and a decrease in pain after

application of the current, compared to the control group in which no favorable changes were obtained regarding the strength and there was an increase in pain after DOMS protocol. Therefore beneficial effects were achieved. **Discussion and conclusion:** Through this research the effects of the application of MEP® were analyzed in short and medium term, on pain after exercise and muscle strength, giving favorable results despite the fact that the sample is not significant.

Keywords: DOMS - Electrolysis - Acupuncture - Galvanic current.

INTRODUCCIÓN

Los deportes de alto rendimiento requieren, cada vez más, de altos niveles de entrenamiento y perfección, y llevan a la ejecución repetitiva de ejercicios con diferentes pesos e intensidades que exponen a los atletas a un estrés constante e intenso. Este estrés conlleva a la sobrecarga de algunos músculos, a la posibilidad de sufrir alguna lesión y a padecer dolor, también llamado Dolor Muscular de Aparición Tardía (DOMS) (1). El DOMS es el malestar o dolor que típicamente aparece luego de realizar ejercitación excesiva, desconocida y muy intensa. Los signos y síntomas aparecen entre las primeras 6-12hs, luego de haber realizado la actividad, incrementan progresivamente hasta alcanzar su pico de dolor entre las 48-72hs, luego se reducen hasta desaparecer entre el 5to-7mo día (2). Los atletas recreativos y de elite experimentan DOMS después del ejercicio desacostumbrado que implica un componente muscular de carga excéntrica, y esto ocurre a menudo después de la introducción de una nueva fase o tipo de formación. Las contracciones excéntricas producen mayor daño muscular y un mayor déficit en la fuerza que las contracciones concéntricas o isométricas (3). A nivel deportivo de alto rendimiento, esto juega un papel de suma importancia para la planificación de las sesiones de entrenamiento y las cargas con las que trabajará el atleta. Muchas de las lesiones que se generan en las pretemporadas y temporadas competitivas dan su origen a la mala relación entrenamiento/descanso, ocasionando una lesión por suma de trabajo.

Se han investigado diversas formas de tratamiento, en su mayoría concordando todas en un enfoque local, tales como el masaje profundo como tratamiento y prevención de la fatiga y el dolor muscular (4), stretching o elongación (5), y TENS con una disminución del dolor significativa en las horas posteriores al DOMS (6).

La algometría es un método de cuantificación del dolor de los tejidos blandos. Un algómetro registra la fuerza (KgF/cm^2) que es aplicada en los tejidos por medio de un aparato que contiene un pequeño platillo de goma en su extremo. La fuerza registrada por el examinador debe ser la mínima presión que cause dolor, lo que se denomina Umbral De Dolor Por Presión (UDP) o *pressure-painthreshold* (PPT). Este umbral se ha utilizado para evaluar el efecto hipoalgésico de diversas modalidades de terapia física, comparando resultados antes y después de una intervención (7). En respuesta a uno de los objetivos del estudio, el algómetro se reafirma como un instrumento de fácil uso, eficaz y fiable para medir el umbral del dolor cuantitativamente (8).

La Escala Análoga Visual (EVA) es una herramienta que evalúa la intensidad global del dolor, y es ampliamente utilizada tanto para fines clínicos como de investigación. Consiste en una línea horizontal o vertical, donde en un extremo se encuentra la palabra “sin dolor” y en el otro extremo “dolor máximo”. Se le pide al paciente que coloque una línea, o tan solo marque en la escala el punto que representa la intensidad de su dolor.

Requiere mínimas instrucciones y puede ser completada en menos de un minuto. Es una herramienta sensible para medir los cambios en la intensidad del dolor (9).

La medición de la fuerza muscular en la rehabilitación es importante para una mejor evaluación de los resultados del tratamiento. El dinamómetro es un instrumento relativamente barato y portable, y se ha utilizado en una variedad de situaciones para medir la fuerza máxima voluntaria isométrica (FMVI) (10, 11). Las contracciones isométricas son aquellas en las cuales no se modifica la longitud del músculo (12).

La electroterapia es utilizada en rehabilitación para facilitar la cicatrización de heridas. La electrólisis es una corriente directa que pasa a través de un medio conductor entre un par de electrodos (cátodo y ánodo). En el tejido la electrólisis produce hidróxido de sodio e hidrógeno en el cátodo, y ácido clorhídrico y gas de cloro en el ánodo (13). Se ha demostrado ser segura, predecible y eficaz de una manera lineal con la dosis. El uso de pequeños electrodos metálicos hace su uso adecuado para la electrólisis percutánea (14).

La corriente galvánica consiste en un flujo unidireccional sin interrupción de electrones, con una intensidad constante que al pasar a través del cuerpo desplaza iones produciéndose con ello reacciones fisiológicas y terapéuticas, e incrementando el aporte de oxígeno y nutrientes, originando una acción antiinflamatoria, antiedematosa y trófica de los tejidos (15). La corriente produce un efecto analgésico global que es más acusado en el polo positivo (16). El estímulo físico de la aguja asociado a un estímulo de la corriente desencadena como respuesta una inflamación aguda localizada en un complejo proceso de reparación de tejidos (17).

Además de la electroterapia se han investigado otros agentes para el tratamiento del DOMS, entre ellos se encuentra el kinesio taping o vendaje neuromuscular (18) con resultados favorables para la reducción del dolor y la mejora tanto de la función como de la fuerza muscular, y la suplementación con aminoácidos de cadena ramificada (BCAAs) en combinación con glucosa (19) con una significativa disminución del DOMS.

La acupuntura es un componente fundamental en la medicina china, tiene una historia de más de dos mil años, siendo desde entonces útil para mantener una buena salud y para el tratamiento de diversas enfermedades, especialmente el dolor. La punción en los puntos de acupuntura modula la fisiología del cuerpo a través de una red de canales, y los ensayos clínicos muestran un alto potencial terapéutico en el tratamiento del dolor crónico (20).

En la década de los 90, gracias a investigadores brasileños, se descubre que con la aplicación percutánea (atravesando la piel con una pequeña aguja) de corriente microgalvánica es posible generar una respuesta inflamatoria local controlada que desencadena la reparación de los tejidos, sin efecto alguno sistémico (21).

El tratamiento con Microelectrólisis Percutánea (MEP®) provoca dos estímulos, uno de ellos mecánico producido por la aguja que desencadena un proceso de reparación para restablecer la integridad de los tejidos y un estímulo eléctrico que produce una inflamación aguda localizada y controlada producto de una alcalosis (21). Se ha publicado su efecto en el tratamiento de estrías, en el cuál se han obtenido resultados prometedores y es nula la existencia de lesiones cutáneas, así también como en tendinopatías (21, 22).

El objetivo de éste trabajo es analizar los efectos que produce la aplicación de MEP® a corto y mediano plazo sobre el dolor post ejercicio y la fuerza muscular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo, diseño y características del estudio:

Para este caso se efectuó una investigación de tipo simple ciego, cuantitativa, longitudinal, prospectiva y descriptiva (3, 23, 24).

Población y muestra:

Los participantes del estudio fueron personas sanas, que realizaban algún tipo de actividad física.

La investigación se llevó a cabo en Ronzio Terapia Física Especializada, ubicado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, a cargo del Lic. Ignacio Matías Astraldi (MN 12.707), durante los meses de Septiembre y Octubre del año 2015.

Tamaño de la muestra:

Para el desarrollo del estudio se seleccionó por conveniencia diez sujetos sanos femeninos que realicen actividad física, de entre 20 y 40 años de edad (25, 26).

Tipo de muestreo:

El tipo de muestreo realizado fue aleatorio simple (27).

Criterios de inclusión: Personas sanas, sin dolor, y sin antecedentes de trastornos musculoesqueléticos de las extremidades superiores. Sin ninguna historia reciente de dolor en el codo y que no tengan enfermedad ortopédica, operación o herida abierta en la zona a tratar. Siempre informando en todo momento lo que le van a realizar (28).

Criterios de exclusión: Fueron excluidas aquellas personas que poseían marcapasos, padecieran de epilepsia, diabetes, y/o la presencia de trastornos o traumas musculoesqueléticos (23).

Criterios de eliminación: Se eliminaron automáticamente aquellas personas con lesión o infección cutánea en la zona de aplicación de la terapia (16) luego del inicio del protocolo, o que el sujeto no haya regresado a la evaluación (28).

Aspectos éticos:

El presente proyecto fué evaluado por el Comité de Ética del Instituto Universitario De Ciencias De La Salud, Fundación H. A. Barceló.

Se les entregó a los participantes un documento escrito titulado “Carta de información y consentimiento escrito de participación del voluntario” y un “Consentimiento informado” explicando los objetivos y propósitos del estudio, los procedimientos experimentales, cualquier riesgo conocido a corto o largo plazo, posibles molestias; beneficios de los procedimientos aplicados; duración del estudio; la suspensión del estudio cuando se encuentren efectos negativos o suficiente evidencia de efectos positivos que no justifiquen continuar con el estudio y, la libertad que tienen los sujetos de retirarse del estudio en cualquier momento que deseen. En ese documento también se indicó cómo sería mantenida la confidencialidad de la información de los participantes en el estudio ante una eventual presentación de los resultados en eventos científicos y/o publicaciones. En caso de aceptación el sujeto firmó dicho documento.

Procedimiento/s

Instrumento(s)/Materiales:

Para la toma de datos se utilizó un algómetro marca Wagner, modelo FPX25 (7, 8) y la escala EVA (9), para la medición del dolor antes y después de la aplicación de MEP®; un aparato de MEP® marca Fisiomove, modelo MicroDuo Free (21), y un dinamómetro para la medición de la fuerza(10).

Método:

Los candidatos para la realización de este estudio fueron estudiantes de kinesiología de la Fundación Barceló y otras personas que realizaban alguna actividad deportiva. A los mismos se les preguntó si querían formar parte de este trabajo de investigación, de ser así se los evaluó para ver si poseían los criterios de inclusión, exclusión o eliminación. Habiendo cumplido con los requisitos se les entregó el Consentimiento Informado para que fuese firmado.

Se utilizó un programa para la aleatorización de los pacientes, y su división en dos grupos: Grupo Tratado y Grupo Control.

Para iniciar el estudio se determinó el umbral de dolor inicial mediante un algómetro de presión. El mismo se aplicó en el punto gatillo detectado mediante palpación, colocando la punta del algómetro perpendicular al músculo y manteniendo una presión, que se fue aumentando progresivamente a 1 kg/seg. Los sujetos fueron instruidos para hacer una señal en el momento que experimentaban dolor, con el objetivo de tener un registro exacto (umbral de dolor) (7). Esta aplicación se realizó en el músculo Bíceps Braquial. Luego se les mostró la escala EVA para que señalicen la intensidad de su dolor y así tener dos variables distintas.

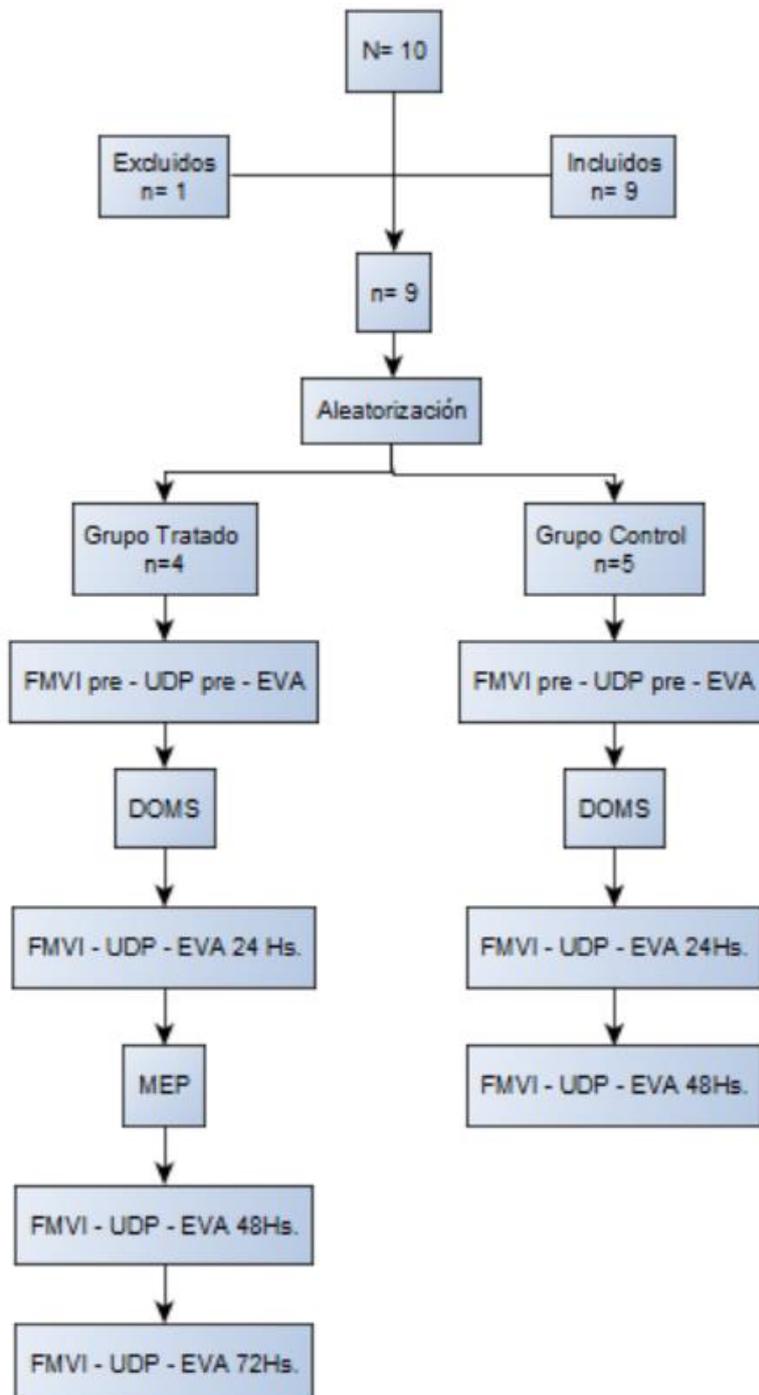
Para la medición de la fuerza máxima voluntaria se utilizó un dinamómetro isométrico marca Fisiomove® modelo Isoforce®. El brazo se posicionó con el hombro en 30° de abducción, el codo en 90° de flexión y el antebrazo en supinación. Se le pidió a los pacientes que realicen 3 contracciones isométricas máximas por 3 segundos con 30 segundos de descanso entre cada una, y se tomó la mejor medida de las tres (29).

A continuación se le aplicó al paciente un protocolo de inducción de DOMS en el brazo, mediante la realización de cinco series de seis contracciones excéntricas con una mancuerna de 5kg, en el que se instruyó a los pacientes a bajar la mancuerna desde el codo flexionado a 90° hasta llegar a la extensión de 0° en 3 segundos. La mancuerna era tomada por el terapeuta en la posición extendida y el brazo retornaba a la posición inicial sin carga. El intervalo entre las contracciones fue de 10 segundos y se dio un descanso de 120 segundos entre cada serie (29).

A las 24hs de realizado el protocolo de inducción de DOMS se volvió a medir el EVA, el umbral de dolor por presión y la fuerza. En el grupo control esto se realizó también a las 48hs.

Posteriormente, en el grupo a tratar, se llevó a cabo la aplicación de MEP®, realizada por un profesional a cargo. Se ejecutó solo una vez por paciente. Se utilizó un equipo modelo MEP, marca Sveltia®. Para la aplicación de MEP®, se introdujo una aguja de acupuntura de 0,30 x 25 mm (montada al cabezal de MEP) con una intensidad de 100 uA, que incrementó a 600 uA y se mantuvo la misma sin ser movida durante 3 minutos en el punto gatillo detectado mediante palpación en el Bíceps Braquial. En caso de que

el individuo sintiese ardor o molestia intolerable, se detenía la aplicación de MEP®. Posteriormente se realizó la extracción de la aguja. Luego de la aplicación de MEP® se volvió a evaluar con el método inicial el EVA, umbral de dolor por presión y la fuerza a las 24hs y a las 48hs.



Tratamiento estadístico de los datos:

Los datos serán volcados al Microsoft Excel, con el que se realizarán tablas y gráficos. Para describir a las variables cuantitativas se calculará promedio, desvío estándar, mínimo y máximo.

RESULTADOS

A continuación, se explican los resultados obtenidos en el presente trabajo, mediante tablas y gráficos que muestran las diferencias entre el grupo control y el grupo tratado.

N	CONTROL								
	FMVI PRE	FMVI POS 24HS	FMVI POS 48HS	UDP PRE	UDP POS 24HS	UDP POS 48HS	EVA PRE	EVA POS 24HS	EVA POS 48HS
Voluntario 1	11,40	9,70	9,45	1,74	1,42	1,34	0	1	2
Voluntario 2	12,00	11,43	11,84	1,02	1,13	1,18	1	2	1
Voluntario 3	8,55	8,42	8,40	2,18	1,16	1,39	1	1	1
Voluntario 4	7,95	8,33	8,55	2,04	1,18	1,21	0	2	1
Voluntario 5	11,70	10,02	10,50	1,89	1,34	1,61	0	1	0
PROMEDIO	10,32	9,58	9,75	1,77	1,25	1,35	0,40	1,40	1,00
DESVÍO ESTÁNDAR	1,91	1,28	1,44	0,45	0,13	0,17	0,55	0,55	0,71
MÁXIMO	12,00	11,43	11,84	2,18	1,42	1,61	1,00	2,00	2,00
MÍNIMO	7,95	8,33	8,40	1,02	1,13	1,18	0,00	1,00	0,00

Tabla 1 – Resultados obtenidos a través del dinamómetro, algómetro y escala EVA en el grupo control. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 aprecian valores de fuerza obtenidos mediante dinamometría en el grupo control, que fue evaluado pre y pos DOMS, y se observa una media superior pre DOMS. También se observan valores de dolor por presión obtenidos mediante algometría, y se aprecia un promedio superior pre DOMS. Por último, se observa un aumento del dolor pos DOMS obtenidos mediante la escala EVA.

N	MEP											
	FMVI PRE DOMS	FMVI PRE MEP	FMVI POS 24HS	FMVI POS 48HS	UDP PRE DOMS	UDP PRE MEP	UDP POS 24HS	UDP POS 48HS	EVA PRE DOMS	EVA PRE MEP	EVA POS 24HS	EVA POS 48HS
Voluntario 1	10,95	10,02	10,92	11,08	1,16	1,08	1,31	1,32	2	3	1	0
Voluntario 2	9,30	8,97	9,55	9,75	1,23	0,88	1,55	1,73	0	1	0	0
Voluntario 3	11,25	11,03	12,27	13,35	1,00	0,93	1,58	1,08	1	2	1	0
Voluntario 4	10,80	10,48	11,30	11,70	0,87	1,27	1,03	1,81	0	1	1	1
PROMEDIO	10,58	10,13	11,01	11,47	1,07	1,04	1,37	1,49	0,75	1,75	0,75	0,25
DESVÍO ESTÁNDAR	0,87	0,87	1,13	1,49	0,16	0,18	0,26	0,34	0,96	0,96	0,50	0,50
MÁXIMO	11,25	11,03	12,27	13,35	1,23	1,27	1,58	1,81	2,00	3,00	1,00	1,00
MÍNIMO	9,30	8,97	9,55	9,75	0,87	0,88	1,03	1,08	0,00	1,00	0,00	0,00

Tabla 2 – Resultados obtenidos a través del dinamómetro, algómetro y escala EVA en el grupo tratado. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2 se pueden apreciar los valores de fuerza obtenidos mediante dinamometría en el grupo tratado, evaluado pre y pos aplicación de MEP®, con un promedio más favorable pos aplicación de la corriente. También se observan valores de dolor por presión obtenidos mediante algometría alcanzando un promedio más favorable pos MEP®. Por último, se encuentran valores de dolor obtenidos mediante la escala EVA en los cuales se consigue una disminución del dolor luego de la aplicación de la corriente.

Seguidamente se pueden observar los resultados de FMVI, antes de la inducción del dolor y a las 48 hs del mismo en el grupo control y tratado.

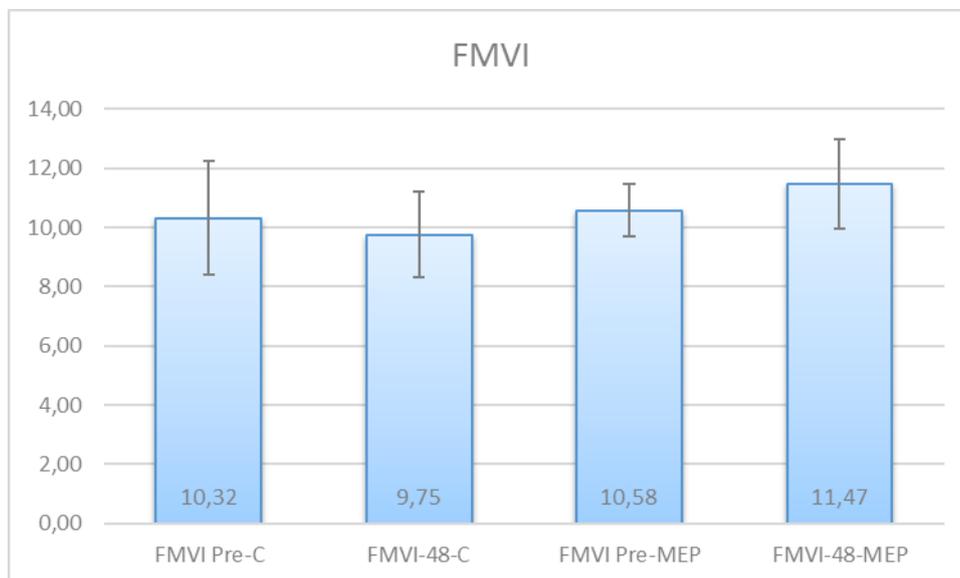


Gráfico 1 - Resultados obtenidos de la FMVI. Fuente: Elaboración Propia.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

A través de este trabajo de investigación se analizaron los efectos que produce la aplicación de MEP® a corto y mediano plazo sobre el dolor post ejercicio y la fuerza muscular, dando resultados favorables a pesar de que la muestra no es significativa.

El dolor muscular de aparición tardía (DOMS) se manifiesta como malestar y dolor durante la contracción muscular tras haber realizado ejercicio inusual y normalmente, aunque no exclusivamente, relacionado con el trabajo muscular excéntrico. El dolor es acompañado por una sensación de rigidez como resultado del edema muscular, como así también por pérdida de fuerza y rango de movimiento (2).

No hay un tratamiento universal para aplicar en el DOMS. Se han realizado muchos estudios con resultados favorables tanto con masaje terapéutico (4), stretching (5), TENS(6), kinesio taping (18), entre otros.

El masaje produce un efecto en el músculo similar al del stretching. Pueden llegar a reducir la intensidad del dolor a las 48hs, aunque no tiene buenos resultados con respecto a la fuerza voluntaria (5, 6).

El TENS atenúa las señales de dolor y se cree que también provoca la liberación de endorfinas que son analgésicos naturales, aunque no demuestra beneficios superiores en comparación con el stretching, que involucra un costo menor o nulo (6).

No se encontraron estudios anteriores que demuestren efectividad en conjunto tanto en la disminución del dolor como en el aumento de la fuerza muscular voluntaria.

En la presente investigación, como se puede observar en el apartado de Resultados, se obtuvieron efectos beneficiosos. En el grupo tratado, evaluado pre y pos aplicación de la corriente MEP®, se puede valorar un aumento de la fuerza máxima voluntaria

isométrica y una disminución del dolor pos aplicación de la corriente, en comparación con el grupo control que solamente fue sometido a un protocolo de inducción del Doms, en el cual no se obtuvieron cambios favorables con respecto a la fuerza voluntaria y hubo un aumento del dolor tras el protocolo.

Resulta necesario continuar con la investigación a fines de cuantificar los efectos del Mep en el dolor pos esfuerzo sobre personas sometidas a distintos protocolos de dolor en diferentes situaciones, y con una población representativa de casos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Venâncio BO, Tacani PM, Deliberato PCP. Pain prevalence in swimming athletes of São Caetano do Sul. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2012;18(6):394-9.
2. Valle X, Til L, Drobnic F, Turmo A, Montoro JB, Valero O, et al. Compression garments to prevent delayed onset muscle soreness in soccer players. *Muscles, ligaments and tendons journal*. 2013;3(4):295.
3. Sellwood KL, Brukner P, Williams D, Nicol A, Hinman R. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *British journal of sports medicine*. 2007;41(6):392-7.
4. Han JH, Kim MJ, Yang HJ, Lee YJ, Sung YH. Effects of therapeutic massage on gait and pain after delayed onset muscle soreness. *Journal of exercise rehabilitation*. 2014;10(2):136-40.
5. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *Bmj*. 2002;325(7362):468.
6. Feyisetan O, Jewo P, Ogbera A, Babalola O, Ashiru O. Comparative Study of Stretch Exercises and Electrical Stimulation in the Relief of Delayed-Onset Muscle Soreness. *Journal of Clinical Sciences*. 2007;7(2):21.
7. Nussbaum EL, Downes L. Reliability of clinical pressure-pain algometric measurements obtained on consecutive days. *Physical therapy*. 1998;78(2):160-9.
8. Lozano AH, Morales MA, Lorenzo CM, Sánchez AC. Dolor y estrés en fisioterapia: algometría de presión. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*. 2006;9(1):3-10.
9. Upadhyay C, Cameron K, Murphy L, Battistella M. Measuring pain in patients undergoing hemodialysis: a review of pain assessment tools. *Clinical Kidney Journal*. 2014:sfu067.
10. Hafez AR, Al-Johani AH, Zakaria AR, Al-Ahaideb A, Buragadda S, Melam GR, et al. Treatment of knee osteoarthritis in relation to hamstring and quadriceps strength. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(11):1401.
11. Suzuki T. Reliability of measurements of knee extensor muscle strength using a pull-type hand-held dynamometer. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(3):967.
12. Ruiz Caballero JA, García Manso JM, Navarro Valdivielso M, Brito Ojeda ME, García Campos I, Navarro García R. Algunos aspectos sobre la evaluación de la fuerza: test isométricos dinamometría y electromiografía. 1996.
13. Fosh B, Finch J, Lea M, Black C, Wong S, Wemyss-Holden S, et al. Use of electrolysis as an adjunct to liver resection. *British journal of surgery*. 2002;89(8):999-1002.
14. Finch JG, Fosh B, Anthony A, Slimani E, Texler M, Berry DP, et al. Liver electrolysis: pH can reliably monitor the extent of hepatic ablation in pigs. *Clinical Science*. 2002;102(4):389-95.
15. González MMF, Treviño JHA, Ortiz FAL, Ortiz TMF. Estimulación eléctrica y láser de baja potencia en cicatrización de úlceras plantares en pacientes diabéticos. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*. 2005;17:119-22.
16. Vaquer Quiles L, Blasco González L, Honrubia Gozávez E, Bayona Bausset M, Villanueva Pérez V, Asensio Samper J, et al. Iontoforesis en el abordaje del paciente con dolor crónico. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*. 2009;16(5):275-8.
17. Meyer PF, Moraiws FWdC, Lima DAFd, Ronzio O, Carvalho MGFd. Aplicação da galvanoterapia em uma máquina de tatuar para tratamento de estrias. *Rio de Janeiro: Fisioterapia Brasil*. 2009.
18. Lee YS, Bae SH, Hwang JA, Kim KY. The effects of kinesio taping on architecture, strength and pain of muscles in delayed onset muscle soreness of biceps brachii. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(2):457.

19. Leahy DT, Pintauro SJ. Branched-chain amino acid plus glucose supplement reduces exercise-induced delayed onset muscle soreness in college-age females. *ISRN nutrition*. 2013;2013.
20. Cobos Romana R. Acupuntura, electroacupuntura, moxibustión y técnicas relacionadas en el tratamiento del dolor. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*. 2013;20(5):263-77.
21. Ronzio O, Meyer PF, Brienza D. MICROELECTRÓLISIS PERCUTÁNEA: UN NUEVO RECURSO MÉDICO Y KINÉSICO.
22. da Silva RMV, de Souza Costa L, da Silva Coldibeli E, do Rosário M, Fernandes S, Meyer PF, et al. Effects of Microelectrólisis Percutaneous® on pain and functionality in patients with calcaneal tendinopathy. 2014.
23. Moya R, Rosales J, Flores C. Efecto de la Estimulación Eléctrica Neural Transcutánea (TENS) a nivel Lumbar Segmentario. 2013.
24. Nejati P, Farzinmehr A, Moradi-Lakeh M. The effect of exercise therapy on knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Medical Journal of The Islamic Republic of Iran*. 2015;29:186-0.
25. Kanda K, Sugama K, Hayashida H, Sakuma J, Kawakami Y, Miura S, et al. Eccentric exercise-induced delayed-onset muscle soreness and changes in markers of muscle damage and inflammation. *Exerc Immunol Rev*. 2013;19:72-85.
26. Petrofsky J, Berk L, Bains G, Khowailed IA, Hui T, Granado M, et al. Moist heat or dry heat for delayed onset muscle soreness. *Journal of clinical medicine research*. 2013;5(6):416-25.
27. Aminian-Far A, Hadian M-R, Olyaei G, Talebian S, Bakhtiary AH. Whole-body vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *Journal of athletic training*. 2011;46(1):43.
28. Yu J-Y, Jeong J-G, Lee B-H. Evaluation of muscle damage using ultrasound imaging. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(2):531.
29. Zaheer S, Moiz JA, Shareef MY, Hussain E. Effect of preconditioning by light load eccentric exercise versus heat on markers of muscle damage in collegiate males. *Asian journal of sports medicine*. 2014;5(3):e23044.

ANEXOS

Plan de randomización

A Randomization Plan
from
<http://www.randomization.com>

- 1. MEP _____
- 2. MEP _____
- 3. MEP _____
- 4. MEP _____
- 5. CONTROL _____
- 6. CONTROL _____
- 7. CONTROL _____
- 8. MEP _____
- 9. CONTROL _____
- 10. CONTROL _____

10 subjects randomized into 1 block
To reproduce this plan, use the seed 25111
along with the number of subjects per block/number of blocks
and (case-sensitive) treatment labels as entered originally.
Randomization plan created on 31/10/2015 20:09:25

Diagrama de Flujo

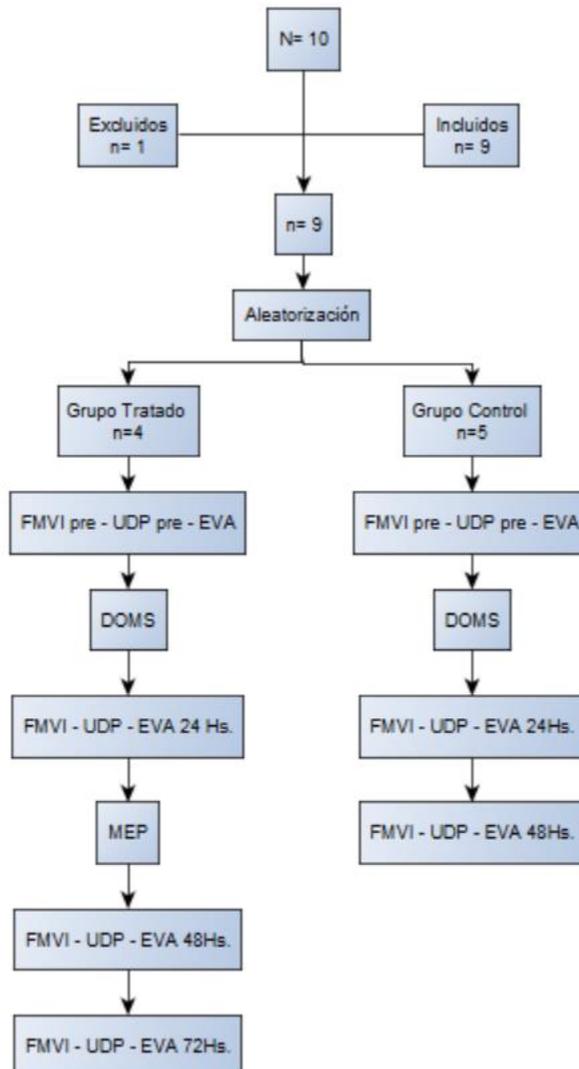


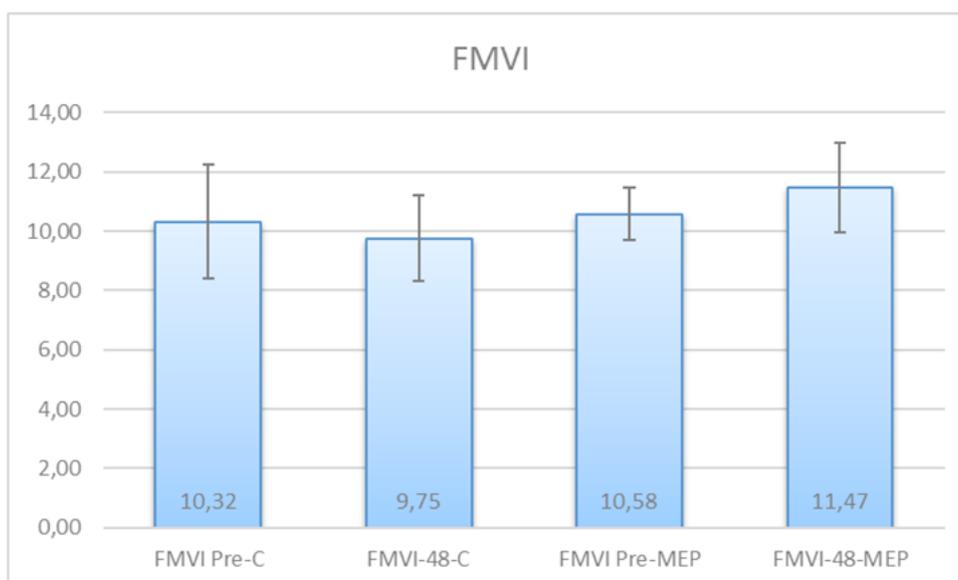
Tabla grupo control

N	CONTROL								
	FMVI PRE	FMVI POS 24HS	FMVI POS 48HS	UDP PRE	UDP POS 24HS	UDP POS 48HS	EVA PRE	EVA POS 24HS	EVA POS 48HS
Voluntario 1	11,40	9,70	9,45	1,74	1,42	1,34	0	1	2
Voluntario 2	12,00	11,43	11,84	1,02	1,13	1,18	1	2	1
Voluntario 3	8,55	8,42	8,40	2,18	1,16	1,39	1	1	1
Voluntario 4	7,95	8,33	8,55	2,04	1,18	1,21	0	2	1
Voluntario 5	11,70	10,02	10,50	1,89	1,34	1,61	0	1	0
PROMEDIO	10,32	9,58	9,75	1,77	1,25	1,35	0,40	1,40	1,00
DESVÍO ESTÁNDAR	1,91	1,28	1,44	0,45	0,13	0,17	0,55	0,55	0,71
MÁXIMO	12,00	11,43	11,84	2,18	1,42	1,61	1,00	2,00	2,00
MÍNIMO	7,95	8,33	8,40	1,02	1,13	1,18	0,00	1,00	0,00

Tabla grupo tratado

N	MEP											
	FMVI PRE DOMS	FMVI PRE MEP	FMVI POS 24HS	FMVI POS 48HS	UDP PRE DOMS	UDP PRE MEP	UDP POS 24HS	UDP POS 48HS	EVA PRE DOMS	EVA PRE MEP	EVA POS 24HS	EVA POS 48HS
Voluntario 1	10,95	10,02	10,92	11,08	1,16	1,08	1,31	1,32	2	3	1	0
Voluntario 2	9,30	8,97	9,55	9,75	1,23	0,88	1,55	1,73	0	1	0	0
Voluntario 3	11,25	11,03	12,27	13,35	1,00	0,93	1,58	1,08	1	2	1	0
Voluntario 4	10,80	10,48	11,30	11,70	0,87	1,27	1,03	1,81	0	1	1	1
PROMEDIO	10,58	10,13	11,01	11,47	1,07	1,04	1,37	1,49	0,75	1,75	0,75	0,25
DESVÍO ESTÁNDAR	0,87	0,87	1,13	1,49	0,16	0,18	0,26	0,34	0,96	0,96	0,50	0,50
MÁXIMO	11,25	11,03	12,27	13,35	1,23	1,27	1,58	1,81	2,00	3,00	1,00	1,00
MÍNIMO	9,30	8,97	9,55	9,75	0,87	0,88	1,03	1,08	0,00	1,00	0,00	0,00

Gráfico fuerza máxima voluntaria isométrica



Escala EVA

