



FUNDACION H.A.BARCELO
FACULTAD DE MEDICINA

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO: EFECTOS DEL BAÑO DE INMERSIÓN EN AGUA FRÍA COMO MÉTODO DE TRATAMIENTO PARA LA FATIGA MUSCULAR PRODUCIDO POR EJERCICIO FÍSICO INTENSO: REVISIÓN SISTEMÁTICA

AUTOR/ES: CÓRDOBA AREDES, MELINA ISABELLA

ASESOR/ES DE CONTENIDO: LIC. TOGNOLINI, CRISTINA

ASESOR/ES METODOLÓGICO: LIC. RONZIO, OSCAR

LIC. GILL, JUAN PABLO

FECHA DE LA ENTREGA: 08-11-2013

CONTACTO DEL AUTOR: melicordobaredes@gmail.com- TEL: 1537726406

RESUMEN

Objetivos: El objetivo principal de esta investigación es demostrar, con citas científicas, los efectos del baño de inmersión en agua fría como método de tratamiento para disminuir la fatiga muscular causada por el ejercicio extenuante.

Materiales y métodos: Se recogieron los datos mediante el acceso a la base de datos de la "Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología (MINCYT)" a través del IUCS Fundación HA Barceló. También se utiliza la siguiente base de datos: EBSCO, PubMed, LILACS (BIREME), SCIELO. La búsqueda se llevó a cabo a través de las siguientes palabras clave: *cryotherapy, muscle fatigue, immersion*.

Resultados: Doce ensayos clínicos fueron analizados en la escala SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network). Todos ellos cumplen con las normas para su validación conveniente.

Conclusión: Se lleva a la conclusión de que se necesita más investigación con el fin de proponer una solución sólida con respecto a esta técnica de crioterapia contra la fatiga muscular.

Palabras clave: crioterapia, fatiga muscular, inmersión.

ABSTRACT

Objectives: The main objective of this research is to demonstrate, with scientific citations, the effects of immersion bath in cold water as a treatment method for muscle fatigue caused by strenuous exercise.

Materials and Methods: Data were collected using the access to the database of "Electronic Library Of Science and Technologies (MINCYT)" through the IUCS Foundation H.A. Barceló. Also used the following database: EBSCO, PubMed, LILACS (BIREME), SCIELO. Search was implemented through the following key words: *cryotherapy, muscle fatigue, immersion*.

Results: Twelve clinical trials were analyzed at the SIGN scale (*Scottish Intercollegiate Guidelines Network*). They all fulfilled with the standards for their convenient validation.

Conclusion: It leads to the conclusion that further research is needed in order to propose a solid resolution regarding this technique of cryotherapy versus muscle fatigue.

Keywords: cryotherapy, muscle fatigue, immersion.

INTRODUCCIÓN

La gran incidencia de lesiones musculares en la práctica deportiva tiene variados mecanismos o causas, estas incluyen: contusiones, distensiones y laceraciones (1).

Por otro lado, existen importantes situaciones que favorecen la aparición de las lesiones mencionadas, podemos nombrar al entrenamiento inadecuado, la falta de calentamiento

y la predisposición de la fatiga muscular, siendo esta última la causante de las frecuentes lesiones musculares (1).

Existen distintas teorías que pretenden definir el origen de la fatiga muscular ocasionada por esfuerzos repetidos o inducida por el acondicionamiento físico. Una de ellas sostiene que al finalizar una sesión de trabajo, en la que se distingue una elevada intensidad y una prolongada duración de un ejercicio, se generan alteraciones iónicas en membrana sarcolema, las cuales facilitan la aparición de las lesiones en el tejido muscular(1-3).

Otros supuestos proponen que este daño muscular, de aparición tardía y de estadio agudo, ocurre por varios motivos. Se cree que en algunos casos se presenta, frecuentemente, después del ejercicio desacostumbrado o por las cargas de aquellos que están acostumbrados y dedican un corto tiempo a su recuperación en el entrenamiento, como es el caso de algunos deportistas de elite en la etapa de pre-competición (2, 4-8).

Desde lo bioquímico, se encuentran causas que predisponen un daño que se asocia a factores de depleción de los sustratos energéticos requeridos para la contracción muscular, produciendo una disfunción en el mecanismo contráctil en donde se acumulan los desechos metabólicos, como ser el ácido láctico. De todas formas la discusión todavía permanece vigente (2, 9).

La sintomatología genera una respuesta inflamatoria donde se presenta, como mayor exponente, el dolor; también el agotamiento, que en muchos casos se muestra especialmente por contracciones excéntricas donde el individuo refiere la imposibilidad o disminución de generar una contracción voluntaria o estimulada eléctricamente. Esto se acompaña de la sensación de rigidez y pesadez al realizar un movimiento determinado o acto deportivo (2, 4, 7, 10).

Hoy, los atletas de elite cuentan con una amplia variedad de modalidades para recuperarse de la fatiga muscular, ya que ponen énfasis en poder apresurar el proceso de recobro al estado óptimo de competición. Algunos métodos utilizados con frecuencia son: suplementos nutricionales, masajes post ejercicio, acupuntura, métodos psicológicos, prendas de compresión, termoterapia y crioterapia, entre otras (4, 5, 7, 11).

Este trabajo de investigación se focaliza en el recurso terapéutico de la crioterapia, (técnica con fines curativos aplicada como tratamiento en la antigua Grecia), que consiste en disminuir la temperatura de los tejidos o la refrigeración de los mismos ocasionando la pérdida de calor corporal, también propone una gama de formas utilizables como ser: bolsas de hielo, toallas frías o incluso exponer a individuos mínimamente vestidos a baños de aire frío y seco (10, 12).

La aplicación de baños de inmersión en agua fría es la técnica de crioterapia designada para el desarrollo de este trabajo, su elección se remite a que actualmente es adoptada por los mejores deportistas de alto rendimiento. Si bien se mantiene la controversia entre diferentes autores sobre la forma de utilización y aplicación de dicha técnica, el propósito planteado es buscar los efectos de los baños de inmersión en agua helada, para poder recuperarse de la fatiga muscular inducida por una intensa ejercitación (1-15).

MATERIAL Y MÉTODOS

El método utilizado consistió en una revisión sistemática acerca de los efectos de los baños de inmersión en agua fría como técnica para tratar la fatiga muscular inducida por el ejercicio intenso.

Los artículos, tienen los siguientes criterios de inclusión: el tiempo, (abarca un rango temporario desde enero del 2003 a septiembre del 2013). La población (individuos activos, deportistas, jóvenes o de mediana edad, que accedieran a someterse a la modalidad escogida). Estudios de lesiones musculares y desarrollo de la crioterapia. Con procedimientos tales como CMB (crioterapia de cuerpo entero), baños de contraste. La totalidad de los artículos del estudio debían ser *full tex*.

Como criterios de exclusión se consideraron: Artículos con investigaciones de sólo seres vivos humanos y diferentes métodos de termoterapia o baños de agua caliente para el tratamiento.

Se recopilaron datos utilizando el acceso a la base de datos de la “Biblioteca electrónica de ciencia y tecnologías (MINCYT)” por intermedio del IUCS- Fundación H.A. Barceló. Asimismo, también se utilizaron las siguientes base de datos: EBSCO, PUBMED, LILACS (BIREME), SCIELO.

La búsqueda informatizada se efectuó desde el día 1 de julio al 4 de agosto, como resultados obtenidos de la misma se ha logrado acumular en total 12 artículos, de los cuales se han incluido 15 artículos y excluído 2. En dicha exploración se obtuvieron 13 estudios de campo y 2 revisiones sistemáticas. Se implementó la búsqueda a través de las siguientes palabras claves: *cryotherapy, muscle fatigue, immersion*

RESULTADOS

Autor	Año	Base de datos empleada	Tipo de estudio	Objetivo del estudio
Esteban Oscar Rojas	2011	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Evaluar la utilización de una modalidad terapéutica como la crioterapia en una patología frecuente entre los atletas de alto rendimiento como lo es la fatiga muscular local.
António, Ascensao [et. Al]	2010	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Evaluar los efectos de una sola sesión de inmersión en agua fría o temperatura neutral después de una práctica de futbol.
Albertas Skurvydas	2006	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Determinar el efecto de la inmersión en agua fría en las piernas después de un ejercicio de estiramiento-acortamiento sobre la evolución de indicadores indirectos que inducen al daño muscular.
Naomi J. Crystal [et.Al]	2013	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Determinar el efecto de la crioterapia en la respuesta inflamatoria del daño muscular generado por el ejercicio.
Joseph Thomas [et.Al]	2012	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Determinar las reducciones de temperatura en el músculo, la piel, tras la exposición a -110°C crioterapia de cuerpo entero, y compararlos con 8°C de inmersión en agua fría.

DM BAILEY [et.AL]	2006	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Evaluar los efectos de la inmersión en aguas frías sobre los índices de daño muscular siguiendo una sesión de ejercicio intermitente prolongado.
Jeremias J.Peiffer a. (Et. Al]	2008	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Examinó el efecto de una inmersión en agua fría en corta intervención midiendo temperatura rectal y muscular, fuerza isocinetica en 1 km de ciclismo en el calor
Glyn Howatson [et.AL]	2008	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Determinar los efectos de inmersiones en agua fría, el efecto del ejercicio perjudicial.
Jeremias J.Peiffer a. (Et. Al]	2007	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Examinar los efectos en la función neuromuscular, la temperatura rectal, la temperatura de la piel y el diámetro de la vena femoral, luego de 20 min de baños de inmersión en agua fría después de hacer ejercicio.
Stuart Goodall [et. Al]	2008	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Determinar la eficacia de repetidas inmersiones en agua fría para la recuperación del daño muscular inducido por el ejercicio.
Motoi Yamane [et. Al]	2005	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	La influencia del post- ejercicio regular y la aplicación de frío a los músculos ejercitados con ergometro y ciclismo.
Jeremy Ingram [et.AL]	2007	biblioteca del Mincyt	Ensayo Clínico	Comparar la eficacia del baño de contraste y la inmersión en agua fría, como método de recuperación después de un exhaustivo ejercicio

Autor	Variables			Beneficio		Grado de evidencia
	Cantidad sesiones	Tratamiento	otros ttos se aplicaron	Si	No	
Esteban Oscar Rojas	2	30 seg a 1 min de inmersión, luego salían de la bañera y descansaban 1,30 min a temperatura ambiente.	-	x		2+
António, Ascensao	1	10 min de inmersión de agua fría o neutra	-	x		2+
Albertas Skurvydas	4	20 hombres sanos no entrenados realizan en dos veces, ejercicios de 100 saltos con caída de 75 cm de altura, realizadas con la máxima intensidad con un intervalo de 20 seg entre los saltos. Después de 4 h, 8h y 24h, se sumergieron las piernas de los sujetos en un baño de agua a 15°C.	-	X		2++
Naomi J. Crystal [et.AL]	1	20 hombres activos fueron inducidos al daño muscular a través de una carrera de 40 min, 10 de los sujetos se sumergieron a un baño de agua y hielo a 5° C durante 20 min y los otros 10 sirvieron de control.	-		x	2++
Joseph Thomas [et.AL]	1	20 sujetos activos masculinos fueron asignados al azar a una exposición de 4 min de CMB(crioterapia de cuerpo entero) y CIT(inmersiones cortas en agua fría)	wbc (crioterapia de cuerpo entero)			2++

DM BAILEYI [et.AL]	1	Después del ejercicio, los participantes fueron asignados al azar a 10min de inmersión en agua fría(10°C)	-			2++
Jeremias J.Peiffer a. (Et. Al]	1	10 ciclistas varones realizaron una prueba de tiempo de 1km a 35° C seguido de 20 min de recuperación, luego se les realizo una inmersión en agua fría a 14°C durante 5 min.	-	x		2++
Glyn Howatson [et.AL]	3	16 hombres realizaron dos periodos de saltos con caída se les aplico CIT (inmersiones cortas en agua fría) a 15°C durante 12min.	-	x		2++
Jeremias J.Peiffer a. (Et. Al]	1	10 ciclistas varones bien entrenados, complementaron 90 min de sesión de bicicleta, luego fueron sometidos a CIT a 14°C durante 20 min.	-		x	2++
Stuart Goodall [et. Al]	1	18 varones completaron una serie de 100 saltos con caída, luego fueron asignados a realizar CIT a 15°C durante 12 min.	-		x	2++
Motoi Yamane [et. Al]	1	Estudiantes no atletas, sanos y activos entrenaron la musculatura de la pierna y el antebrazo con un ergometro, posteriormente se les aplico CIT a 5°C durante 20 min.	-		x	2++
Jeremy Ingram [et.AL]	1	11 atletas masculinos simularon un deporte en equipo para fatigar a los participantes, fueron sometidos a dos protocolos, el de baños de contraste: fue de 2min alternando agua fría de 10°C con agua caliente a 40°C repitiendo el procedimiento 3 veces. Y el protocolo de inmersión en agua fría fue una inmersión a 10°C durante 2 min.	baños de contraste	x		2++

DISCUSIÓN Y CONCLUSION

Los estudios han utilizado diferentes tipo de población para realizar sus investigaciones, en algunos casos se utilizó deportistas que conformaban un plantel de fútbol profesional (2, 5), también se optó en emplear ciclistas experimentados que corrían en el ciclismo australiano (14, 15), en otros casos solo se utilizó personas sanas y activas pero desentrenadas que aceptaran participar de la investigación (7).

Si bien la mayoría de la bibliografía coincide con que las contracciones excéntricas logran inducir el daño muscular (2, 4, 6, 10), todos utilizaron distintas metodologías para lograr producir la fatiga, en casos específicos, directamente aplicaron el procedimiento de los baños de inmersión en jugadores profesionales de fútbol que cursaban el período de pre temporada, luego de realizar diariamente dos o tres sesiones de entrenamiento diario, aproximadamente entre 60 a 90 min de duración, realizando ejercicios característicos tanto técnicos como físicos (2). Otro autor logró generar el agotamiento después de someter a los jugadores profesionales a un único partido de futbol (5). Por otro lado estudios de campo confeccionaron una lista de exigencias físicas que se asociaban a actividades como el futbol, donde los participantes realizaban ejercicios en diferentes intensidades durante 90 min (7). También se empleó el (*drop jumps*) con el fin de generar la injuria de la fatiga, esto consistía en completando una serie de 100 saltos con caída (4, 10). Los estudios que obtuvieron el daño a través del ciclismo profesional utilizaron distintas pruebas, una fue de tiempo donde se corría

1km, y otra de esfuerzo donde en otros participaban de dos periodos de 90 min en bicicleta seguido de una carrera contra reloj de 16,1 km (14, 15).

La presente investigación afirma los efectos positivos y terapéuticos de los baños de inmersión en agua fría, sobre todo entre (1-2) sesiones, pero este método de crioterapia resulta incómodo e inoperativo para desarrollarse en un equipo deportivo teniendo en cuenta que se requiere para su aplicación gran cantidad de espacio físico para la instalación de bañaderas o bateas además de una importante cantidad de hielo para que la técnica produzca los efectos deseados, por lo que será eficaz en deportes individuales donde no requiera gran cantidad de personal. En el caso de deportes grupales se aconsejaría otra técnica de crioterapia más práctica e igual de eficaz.

Se concluye que las contracciones excéntricas logran inducir el daño muscular, pero la duración del dolor, apariencia, gravedad y la disfunción muscular, pueden variar ampliamente según los factores de duración, intensidad y tipo de ejercitación, por lo que es difícil proponer un único protocolo, teniendo en cuenta que los diferentes autores incitaron la fatiga de manera distinta. Se lleva a concluir que se debe seguir investigando para así proponer una resolución sólida con respecto a esta técnica de crioterapia frente a la fatiga muscular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Díaz JFJ. Lesiones musculares en el deporte. RICYDE: Revista Internacional de Ciencias del Deporte= International Journal of Sport Science. 2006;2(3):55-67.
2. Rojas OE. Inmersión en agua fría y fatiga muscular. Revista electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte. 2012;5(18).
3. Yamane M, Teruya H, Nakano M, Ogai R, Ohnishi N, Kosaka M. Post-exercise leg and forearm flexor muscle cooling in humans attenuates endurance and resistance training effects on muscle performance and on circulatory adaptation. Eur J Appl Physiol. 2006;96(5):572-80.
4. ~ Skurvydas A, Sipaviciene S, Krutulyte G, Gailiuniene A, Stasiulis A, Mamkus G, et al. Cooling leg muscles affects dynamics of indirect indicators of skeletal muscle damage. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2006;19(4):141-51.
5. Ascensao A, Leite M, Rebelo AN, Magalhães S, Magalhães J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. Journal of sports sciences. 2011;29(3):217-25.
6. Howatson G, Goodall S, Van Someren K. The influence of cold water immersions on adaptation following a single bout of damaging exercise. Eur J Appl Physiol. 2009;105(4):615-21.
7. Bailey D, Erith S, Griffin P, Dowson A, Brewer D, Gant N, et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. Journal of sports sciences. 2007;25(11):1163-70.
8. Ingram J, Dawson B, Goodman C, Wallman K, Beilby J. Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. Journal of Science and Medicine in Sport. 2009;12(3):417-21.
9. Crystal NJ, Townson DH, Cook SB, LaRoche DP. Effect of cryotherapy on muscle recovery and inflammation following a bout of damaging exercise. Eur J Appl Physiol. 2013;113(10):2577-86.
10. Goodall S, Howatson G. The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. Journal of Sports Science and Medicine. 2008;7:235-41.

11. Domingues MLP. Cryotherapy and its Correlates to Functional Performance. A Brief Preview. *Sport Science Review*. 2013;22(3-4):229-54.
12. Joseph Thomas Costello KC, James Selfe, Alan Edward Donnelly. Muscle, Skin and Core Temperature after -110°C Cold Air and 8°C Water Treatment. *PloS one*. 2012;7.
13. Bleakley C, McDonough S, Gardner E, Baxter GD, Hopkins JT, Davison GW. Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;2.
14. Peiffer JJ, Abbiss CR, Nosaka K, Peake JM, Laursen PB. Effect of cold water immersion after exercise in the heat on muscle function, body temperatures, and vessel diameter. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009;12(1):91-6.
15. Peiffer JJ, Abbiss CR, Watson G, Nosaka K, Laursen PB. Effect of cold water immersion on repeated 1-km cycling performance in the heat. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010;13(1):112-6.