

Efectos de la inmersión en agua fría después del ejercicio físico en futbolistas

Mar Ruiz Castellano

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**EFFECTOS DE LA INMERSIÓN EN AGUA FRÍA DESPUÉS DEL
EJERCICIO FÍSICO EN FUTBOLISTAS**

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

AUTOR: RUIZ CASTELLANO, MAR

Nº de expediente: 314

TUTOR: TALÓN DÍAZ, MIGUEL

Curso Académico: 2021-2022

Departamento: FISIOTERAPIA

Convocatoria de JUNIO

Área: PATOLOGÍA Y CIRUGÍA

Efectos de la inmersión en agua fría después del ejercicio físico en futbolistas

Mar Ruiz Castellano



ÍNDICE

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. OBJETIVOS.....	6
5. RESULTADOS	11
6. DISCUSIÓN	19
7. CONCLUSIONES.....	25
8. TABLAS Y FIGURAS	26
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Introducción: Las prácticas hidroterápicas vienen realizándose desde la antigüedad griega. A partir del siglo XIX, se divide en dos ambientes el balneario, donde los médicos de baño son generalmente catedráticos de universidad que atienden a pacientes adinerados, y la hidroterapia de gente más pobre, tratada por médicos naturistas. El agua logra sus efectos terapéuticos gracias a aportar al cuerpo una energía mecánica y/o térmica. En los últimos trece años, surge la idea de utilizar la inmersión en agua fría en la recuperación post-deportiva en futbolistas.

Objetivos: La finalidad principal de este trabajo es evaluar la efectividad de la inmersión en agua fría del ejercicio físico realizado en el deporte de fútbol.

Métodos: Para la realización de la revisión, se efectuó una búsqueda en las bases de datos Pubmed, Scopus, Cochrane, Science Direct y Pedro con las palabras clave “Hydrotherapy”, “Physical Therapy Modalities” y “soccer” unidos por el operador boleano “AND”. Los artículos incluidos son a partir de los últimos trece años hasta la actualidad.

Resultados: Después de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron un total de total de 7 ensayos clínicos aleatorizados, en los cuales se evaluaba los efectos de la inmersión en agua fría respecto al dolor muscular, fatiga muscular, daño muscular, frecuencia cardíaca y en pruebas de ejercicio deportivo.

Conclusión: La inmersión en agua fría es efectiva en la disminución del dolor, daño muscular y al realizar pruebas de ejercicio deportivo. Tiene una evidente mejora en cuanto a la fatiga muscular, sin embargo, no son claros los efectos que produce en la frecuencia cardíaca. Es por ello, por lo que se podría recomendar este tipo de estudio para mejorar el rendimiento en los futbolistas tras el esfuerzo físico empleado en un partido de fútbol.

Palabras clave: Hidroterapia, modalidades de fisioterapia y fútbol.

ABSTRACT

Introduction: Hydrotherapy practices have been carried out since ancient Greek times. Starting in the 19th century, the spa has been divided into two environments, where bath doctors are generally university professors who attend to wealthy patients, and hydrotherapy for poorer people, treated by naturopathic doctors. Water achieves its therapeutic effects thanks to providing the body with mechanical and/or thermal energy. In the last thirteen years, the idea of using cold water immersion in post-sports recovery in soccer players has arisen.

Objectives: The main purpose of this review is to evaluate the effectiveness of immersion in cold water of the physical exercise performed in the sport of soccer.

Methods: To solve the question, a search was made in the Pudmed, Scopus, Cochrane, Science Direct and Pedro databases with the keywords "Hydrotherapy", "Physical Therapy Modalities" and "soccer" joined by the boolean operator. "AND." The articles included are from the last thirteen years to the present.

Results: After applying the inclusion and exclusion criteria, a total of 7 randomized clinical trials were selected, in which the effects of cold water immersion on muscle pain, muscle fatigue, muscle damage, heart rate and sports exercise tests.

Conclusion: Immersion in cold water is effective in reducing pain, muscle damage and when performing sports exercise tests. It has an evident improvement in terms of muscle fatigue, however, the effects it produces on heart rate are not clear. For this reason, this type of study could be recommended to improve performance in soccer players after the physical effort used in a soccer match.

Key Words: Hydrotherapy, physiotherapy and soccer.

2. INTRODUCCIÓN

“Las prácticas hidroterápicas vienen realizándose desde la antigüedad griega. Posteriormente, con la civilización romana, la hidroterapia alcanza un esplendor inusitado. La hidroterapia se aplica a partir del siglo XIX en dos ambientes bien diferenciados: el balneario, donde los médicos de baño son generalmente catedráticos de universidad que atienden a pacientes adinerados, y la hidroterapia de gente más pobre, tratada por médicos naturistas.” (1)

“Entendemos por hidroterapia el tratamiento en aplicación externa del agua como vehículo de calor o frío y también de acción mecánica con finalidad terapéutica.” (1)

“Los factores fundamentales de la hidroterapia son el mecánico y el térmico, a los cuales hay que añadir un tercer factor químico, por la posibilidad de actuación biológica de sustancias disueltas en el agua, y otro relacionado con la acción inespecífica mediada por las respuestas sistémicas.” (1)

“Toda estimulación con agua fría determina la llamada reacción hidroterápica. Toda aplicación de frío produce, en primer lugar, una vasoconstricción cutánea, seguida de una vasodilatación secundaria. Se trata de una hiperemia reactiva que se manifiesta subjetivamente por una agradable sensación de calor y se reconoce objetivamente por una coloración roja clara de la piel y elevación de su temperatura.” (1)

“En hidroterapia, por tanto, el agua logra sus efectos terapéuticos gracias a aportar al cuerpo una energía mecánica y/o térmica. Por ello nos encontramos que las propiedades terapéuticas del uso del agua en nuestros servicios de hidroterapia van a venir determinadas por:

— Principios mecánicos: factores hidrostáticos, hidrodinámicos e hidrocinéticos.

— Principios térmicos: aplicaciones calientes y frías.” (2)

“Esta experiencia hace que se estudie en qué aspectos puede ser efectiva esta terapia. Según Marco Romagnoli, un partido de fútbol provoca un desequilibrio sistémico transitorio que resulta en daño muscular y cambios de parámetros inflamatorios y relacionados con el rendimiento.” (3)

“Como consecuencia de esto, sabemos que el fútbol es un deporte que requiere un notable empeño físico por el gran gasto energético derivado de las frecuentes y diversas actividades que lo caracterizan. Este juego espectáculo es un deporte acíclico con un gran número de acciones e interacciones en ausencia de un comportamiento previsible y lineal, que derivan de ejecuciones técnicas y tácticas a velocidades variables en el espacio, lo que dificulta la previsión de los comportamientos técnicos, tácticos, físicos y psicológicos en el partido.” (4)

“Además, este deporte exige actualmente una mayor prestación en comparación con la requerida años atrás a causa de unas exigencias y una evolución táctica, técnica y atlética que determinan un fútbol siempre más dinámico, intenso y disputado, a veces en exceso. Ello se traduce en un mayor registro de lesiones, producto también de los tiempos en los que vive una sociedad vertiginosa donde el jugador debe afrontar torneos de verano, desplazamientos internacionales por compromisos comerciales, partidos de selección, competiciones internacionales, etc. Así pues, la mayor cantidad de partidos es proporcional a una mayor cantidad de lesiones por exigencias de un fútbol a nivel nacional e internacional inmensamente competitivo.” (4)

“Estudios recientes han investigado la importancia de las estrategias de recuperación después de la sesión de entrenamiento, incluidas la hidroterapia y la crioterapia.” (5)

A pesar de los efectos positivos que se producen resultado del tratamiento con hidroterapia, son pocos los resultados que se conocen sobre su eficacia, contenido y metodología. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo ha sido comprobar la evidencia que tiene el tratamiento con hidroterapia frente a agotamiento y esfuerzo físico que produce el deporte como es el fútbol.

Justificación del trabajo

Por todo lo anterior descrito, cabe destacar que el fútbol es uno de los deportes con más incidencia de lesiones de miembro inferior que en otros. Según la evidencia científica, hay variedad de ejercicios como prevención y tratamiento de lesiones, sobre todo de rodilla. No obstante, no especifican qué tipo de ejercicios se realizan, si no que tratan de indagar en cuanto a la propiocepción, fuerza o equilibrio del jugador de forma general.

Es cierto que existen varias técnicas para abordar las lesiones más comunes en futbolistas (ligamento cruzado anterior, condromalacia, tendinitis rotuliana... etc.), resulta interesante la idea de enfatizar la técnica de hidroterapia como recuperación en este deporte.

La idea de realizar este trabajo ha sido conocer la eficacia que tiene una técnica poco común, como es la hidroterapia, en la recuperación después de un partido de fútbol. Mediante una búsqueda bibliográfica se pretende estudiar el efecto que presenta la hidroterapia en dichos deportistas.

3. OBJETIVOS

Objetivo general: Evaluar la efectividad de la inmersión en agua fría después del ejercicio físico en futbolistas.

Objetivos específicos:

- Conocer la efectividad de la inmersión en agua fría en el dolor muscular.
- Determinar la efectividad de la inmersión en agua fría sobre la fatiga muscular.
- Valorar los efectos de la inmersión en agua fría sobre el daño muscular.
- Comprobar la efectividad que tiene la inmersión en agua fría en la frecuencia cardíaca.
- Determinar los efectos positivos que tiene la inmersión en agua fría en pruebas específicas de esfuerzo deportivo.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el correspondiente COIR: **TFG.GFI.MTD.MRC.220212.**

Diseño de estudio

Se ha realizado una revisión sistemática bibliográfica de la literatura científica existente en la que se ha consultado las siguientes bases de datos: Pudmed, Scopus, Science Direct, Cochrane y PeDro.

Estrategia de búsqueda

En primer lugar, se ha llevado a cabo una búsqueda en Pudmed y Cochrane de artículos sobre los efectos de la hidroterapia en el rendimiento físico, después de un partido de fútbol en futbolistas de alto rendimiento. Se ha efectuado con la siguiente ecuación de búsqueda: (("Physical Therapy Modalities"[Mesh]) AND ("Hydrotherapy"[Mesh])) AND ("Soccer"[Mesh]). Posteriormente se ha realizado una búsqueda de artículos de la literatura científica en la base de datos Scopus con las palabras clave "Soccer" AND "Hydrotherapy". Por último, se ha consultado la base de datos Science Direct y PeDro para obtener mayor evidencia científica mediante la ecuación: "Soccer" AND "Hydrotherapy".

Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión que se han establecido han sido que los estudios fueran ensayos clínicos aleatorizados (ECA), publicados a partir de los últimos trece años aproximadamente, en lengua inglesa o española y que contengan la aplicación de la hidroterapia después de haber sido sometidos a un esfuerzo físico como es un partido de fútbol.

Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión han sido artículos que no estuvieran relacionados con los objetivos de este trabajo o que no incluyan los criterios de inclusión nombrados anteriormente.



Extracción de datos

Al realizar la búsqueda inicial se obtuvieron 433 artículos, de los cuales se excluyeron 406 por que no cumplían los criterios de inclusión y de exclusión seleccionados. Finalmente, se seleccionaron 27 artículos, aunque 20 se excluyeron porque no cumplían o se relacionaban con el objetivo para la revisión.

Para valorar la calidad metodológica de los artículos que se han seleccionado se utilizó la escala PEDro para los ensayos clínicos aleatorizados (Tabla 1: Calidad metodológica de los artículos seleccionados). La **escala PEDro** es una herramienta diseñada para evaluar la calidad metodológica de los ensayos clínicos y empleada en numerosas revisiones bibliográficas.

Tabla1. Calidad metodológica de los artículos seleccionados según escala PEDro

Ítems Escala PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Rowsell GJ, (January 2011)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	8/11
Buchheit M, (March 2011)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	9/11
Pooley S, (August 2019)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	7/11
De Nardi, M., (december 2011)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	9/11
Rowsell G.J., (April 2009)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	9/11
Rupp KA, (August 2012)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	9/11
Bouزيد MA (October 2018)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	9/11

1= Los criterios de elección fueron especificados / 2= Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los comparables. / 3=La asignación fue oculta. / 4= Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes. / 5= Todos los sujetos fueron cegados. / 6= Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados. / 7=Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados. / 8= Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos. / 9= Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar". / 10= Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave. / 11= El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Tabla 1. Calidad metodológica de los artículos seleccionados según escala PEDro (elaboración propia).



Figura 1. Diagrama de flujo (elaboración propia).

5. RESULTADOS

Los artículos seleccionados para esta revisión fueron 7 ensayos clínicos aleatorizados (ECA) que cumplieron con los criterios de inclusión. De estos artículos seleccionados, se sacó información de las siguientes variables: dolor muscular, daño muscular percibido (PMS), recuperación/fatiga general, frecuencia cardíaca, distancia de carrera recorrida, la velocidad de altura y carrera máxima, los valores de creatina quinasa (CK) y el rendimiento de salto contra-movimiento (CMJA). Estas variables se compararon con las intervenciones con inmersión de agua fría (CWI) e inmersión de agua termo-neutra (CWT), inmersión de agua fría (CWI) recuperación activa (AR) y estiramiento estático (SS), tratamiento con Spa (sauna, agua fría y jacuzzi) y la terapia de agua de contraste (TWI) (Anexos. **Tabla 4**. Abreviaturas). Una vez realizado el análisis de estas variables de cada artículo, se configuró una tabla con cada uno de ellos. Se organizó según el título, tipo de estudio y el objetivo de la intervención. (Anexos. **Tabla 3**: Descripción del tipo de estudio y objetivos de los artículos seleccionados).

En cuanto a los ensayos clínicos aleatorizados, podemos destacar aquellos que evaluaron el efecto que produce la hidroterapia sobre el dolor muscular (Anexos. **Figura 2**. Efecto de la inmersión en agua fría sobre el dolor muscular), la fatiga general (Anexos. **Figura 3**. Efecto de la inmersión en agua fría en la fatiga), el daño muscular (Anexos. **Figura 4**. Efecto de la inmersión en agua fría en el daño muscular), la frecuencia cardíaca (Anexos. **Figura 5**. Efecto de la inmersión en agua fría en la FC), en el rendimiento deportivo, (Anexos. **Figura 6**. Efecto de la inmersión en agua fría en pruebas de ejercicio deportivo), la distancia de carrera recorrida (Anexos. **Figura 6.1** Efecto de la inmersión en agua fría en la distancia de carrera recorrida durante el partido), la velocidad máxima de carrera (Anexos. **Figura 6.2**. Efecto de la inmersión en agua fría en la velocidad máxima de carrera durante el partido), el salto contra-movimiento (CMJA) (Anexos. **Figura 6.3**. Efecto de la inmersión en agua fría en la prueba física de CMJA).

Tabla 2. Artículos seleccionados	
1.Effect of post-match cold-water immersion on subsequent match running performance in junior soccer players during tournament play	
Autor/ Año	Rowell GJ, (January 2011)
Población de estudio	Jugadores de fútbol masculino junior
Tamaño muestra	20 jugadores
Puntuación PEDro	8/11
Intervención	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Grupo experimental</i>: inmersión en agua fría • <i>Grupo control</i>: inmersión en agua termoneutra
Dosificación intervención	<p>El <i>grupo experimental</i> se sumergió en agua fría a 10 °C durante 1 minuto, 5 veces.</p> <p>Por otro lado, el <i>grupo control</i> se sumergió en agua termoneutra a 34 °C durante 1 minuto, 5 veces. Después de cada partido jugado (cuatro partidos totales).</p>
Resultados	<p>La inmersión en agua fría fue más eficaz que la inmersión termoneutra para reducir la percepción del dolor en las piernas y la fatiga general, como también mejoró la distancia de carrera recorrida después de cada partido y la frecuencia cardiaca mantenida en el tiempo de forma moderada.</p>

2. Effects of age and spa treatment on match running performance over two consecutive games in highly trained young soccer players

Autor/ Año	Buchheit M, (March 2011)
Población de estudio	Jugadores de edades (13 y 16 años)
Tamaño muestra	15 jugadores
Puntuación PEDro	9/11
Intervención	<ul style="list-style-type: none">• <i>Grupo experimental:</i> 13 jugadores tuvieron tratamiento de spa después de jugar dos partidos en 48h• <i>Grupo control:</i> 15 jugadores tuvieron el tratamiento antes
Dosificación intervención	Tratamiento de spa (sauna combinado, inmersión en agua fría y jacuzzi) en el rendimiento de la carrera durante dos partidos consecutivos.
Resultados	El tratamiento de spa es una intervención de recuperación es más eficaz para los jugadores posteriores al partido, que para los jugadores previos. El valor para los jugadores previos al partido, es cuestionable.

3. Comparative efficacy of active recovery and cold water immersion as post-match recovery interventions in elite youth soccer	
Autor/ Año	Pooley S, (August 2019)
Población de estudio	Jugadores de fútbol de élite
Tamaño muestra	15 jugadores
Puntuación PEDro	7/11
Intervención	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Grupo experimental:</i> inmersión de agua fría (CWI) • <i>Grupo control:</i> recuperación activa (AR) y estiramiento estático (SS)
Dosificación intervención	Los jugadores jugaron nueve partidos de fútbol competitivos , que comprendían tres partidos de 80 minutos para cada intervención (SS, CWI y AR).
Resultados	Tanto la recuperación activa (AR) como la inmersión en agua fría (CWI) son intervenciones de recuperación más beneficiosas para jugadores de fútbol jóvenes de élite después de partidos de fútbol competitivos que el estiramiento estático (SS).

4. Effects of cold-water immersion and contrast-water therapy after training in young soccer players

Autor/ Año	De Nardi, M., (december 2011)
Población de estudio	Futbolistas jóvenes masculinos
Tamaño muestra	18 futbolistas
Puntuación PEDro	9/11
Intervención	Investiga los efectos de la inmersión de agua fría (CWI) y la terapia de agua de contraste (CWT) en el rendimiento de jóvenes futbolistas masculinos durante una semana de entrenamiento.
Dosificación intervención	Cuatro días con recuperación mediante CWI o CWT después de cada sesión de entrenamiento mediante pruebas de rendimiento y juegos reducidos.
Resultados	Las intervenciones no influyeron en el rendimiento de los atletas, ni hubieron diferencias significativas en las pruebas fisiológicas. El efecto principal de CWI fue una percepción reducida de fatiga después de la sesión de entrenamiento.

5. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players	
Autor/ Año	Rowell G.J., (April 2009)
Población de estudio	Jugadores juveniles de fútbol masculino de alto rendimiento
Tamaño muestra	20 jugadores
Puntuación PEDro	9/11
Intervención	Jugaron cuatro partidos en 4 días y se sumergieron en agua fría (<i>grupo experimental</i>) o en agua termo-neutra (<i>grupo control</i>) después de cada partido.
Dosificación intervención	Agua fría ($10 \pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) Agua termo-neutra ($34 \pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
Resultados	La inmersión en agua fría inmediatamente después del partido no afecta el rendimiento de la prueba física ni los índices de daño e inflamación muscular, pero sí reduce la percepción de fatiga general y dolor en las piernas entre los partidos de los torneos.

6. The effect of cold water immersion on 48-hour performance testing in collegiate soccer players	
Autor/ Año	Rupp KA, (August 2012)
Población de estudio	Jugadores de fútbol universitarios (13 hombres y 9 mujeres)
Tamaño muestra	22 jugadores
Puntuación PEDro	9/11
Intervención	Los participantes fueron colocados al azar en la inmersión de agua fría (CWI) (<i>grupo experimental</i>) y en la prueba de recuperación intermitente yo-yo (YIRT) (<i>grupo control</i>).
Dosificación intervención	La inmersión fue hasta el ombligo en una piscina de 12 ° C durante 15 minutos, mientras que el grupo de control se sentó en silencio durante 15 minutos.
Resultados	Se demostró que en los jugadores de fútbol universitarios, no hubieron diferencias significativas en el salto vertical contra-movimiento (CMVJ), rendimiento físico y la fatiga.

7. Faster physical performance recovery with cold water immersion is not related to lower muscle damage level in professional soccer players	
Autor/ Año	Bouزيد MA (October 2018)
Población de estudio	Jugadores de fútbol
Tamaño muestra	8 jugadores
Puntuación PEDro	9/11
Intervención	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Grupo experimental:</i> agua fría • <i>Grupo control:</i> agua termo-neutra
Dosificación intervención	Inmersión de agua fría (CWI) (10 °C) o inmersión en agua termoneutral (TWI) (28 °C) tras realizar un test intermitente.
Resultados	El CWI inmediatamente después de una prueba intermitente reduce el daño muscular y el dolor muscular percibido, y acelera la recuperación del rendimiento físico.

Tabla 2. Artículos seleccionados. (elaboración propia).

6. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión era analizar una técnica de fisioterapia como es la hidroterapia, y evaluar su efectividad después de un esfuerzo físico llevado a cabo por el deporte como el fútbol.

Efectos en el dolor muscular

Rowell et al, January 2011 (6), Rowell et al, April 2009 (7) y Bouzid et al, October 2018 (8) descubrieron que los efectos que produce la hidroterapia son beneficiosos en el dolor muscular.

Rowell et al, January 2011 analizó veinte sujetos, que eran jugadores de fútbol masculino y los dividió en un grupo experimental en el que fueron introducidos en agua fría (10°), y el otro grupo control en agua termoneutra (34°). Se observó una disminución en la percepción del dolor en las piernas, con la escala del 1 al 10 (Halsón et al., 2008) (Anexos, **Tabla 5.** Tipología de variables y escalas empleadas) registradas a las 22h. **Rowell et al, April 2009**, analizó veinte jugadores juveniles de fútbol masculino de alto rendimiento y los separó en dos grupos. Es importante destacar que la hidroterapia inmediatamente después del partido no afecta en el rendimiento de la prueba física, ni índices de daño e inflamación muscular. No obstante, comprobamos una disminución en el dolor muscular. Por otro lado, **Bouzid et al, October 2018** analizó ocho jugadores y los dividió en dos grupos tras realizar un test intermitente. El dolor muscular percibido se evaluó al inicio del estudio, 0 h, 24 h, 48 h y 72 h después de la prueba intermitente.

Si bien es cierto la mejora de la efectividad de la hidroterapia sobre el dolor muscular en los tres artículos, pero podemos destacar la diferencia en el número de sujetos elegidos para realizar la investigación. Por otro lado, podemos observar la diferencia en cuanto a la valoración de la variable dolor, ya que en uno de ellos lo hace a las 22horas, mientras

que en otro lo hace inmediatamente y cada 24h. Sería más fiable emplear una hora fija, para valorar el dolor muscular justo después de la prueba y después del tratamiento con hidroterapia. Por último, se observa diferencias entre los grados de agua fría y termoneutra en cada artículo, con lo cual quiero destacar que sería más fiable establecer unos grados de agua fijos en cada experimento.

Efectos en la fatiga muscular

Rowell et al, January 2011, valoró las percepciones de fatiga con la escala Borg (Haddad et al.,2013) (Anexos, **Tabla 5**. Tipología de variables y escalas empleadas) a las 22h después de cada partido que fueron disminuidas. **Buchheit M et al, March 2011** (9), evaluó el efecto del spa en el rendimiento de la carrera durante dos partidos consecutivos en jugadores de fútbol jóvenes altamente entrenados. **Pooley et al, August 2019** (10), también obtuvo mejoras en la recuperación de los jugadores. El efecto principal de la terapia con agua fría fue una percepción reducida de fatiga después de la sesión de entrenamiento, según **De Nardi et al, December 2011** (11). **Rowell et al, April 2009**, valoró que la fatiga general fue menor en el grupo de inmersión en agua fría que en el grupo de inmersión termoneutral durante el torneo. Por otro lado, **Bouزيد et al, October 2018**, destacó que el tratamiento con hidroterapia acelera la recuperación del rendimiento físico en los jugadores de fútbol profesionales.

Queda reflejado que los efectos que tiene el tratamiento con inmersión de agua fría suponen una evidente mejora en la fatiga muscular de los futbolistas post-ejercicio.

No hay igualdad de mejora entre los artículos, pero sí es cierto que en todos hay un efecto positivo. Tenemos una disminución de la fatiga en el de **Rowell et al, January 2011, De Nardi et al, December 2011, Rowell et al, April 2009**. Mientras que en el de **Buchheit et al, March 2011, Pooley et al, August 2019, Bouزيد et al, October 2018**, tuvieron efectos positivos, pero en menor medida. Por otro lado, destacamos también la diferencia en el número de sujetos seleccionados entre los artículos.

Efectos en el daño muscular

Pooley et al, August 2019, escogió a quince sujetos y comparó la inmersión en agua fría (CWI) y la recuperación activa (AR) con el estiramiento estático (SS) en la recuperación muscular, obteniendo mejoras en el daño muscular. El daño muscular se evaluó antes, inmediatamente después y 48 horas después del partido y se comparó a través de intervalos de tiempo y entre intervenciones. Utilizó una cinta métrica de tensión para evaluar la circunferencia muscular (edema muscular), Analizador i-STAT 1 y kits de prueba comerciales (A11A01632, Horiba-ABX, Montpellier, Francia; mioglobina bioMerieux 30446) para evaluar la creatina quinasa. (Anexos, **Tabla 5**. Tipología de variables y escalas empleadas).

Por otro lado, **Bouزيد et al, October 2018** evaluó el parámetro de daño muscular (creatina quinasa: CK) con ocho jugadores al inicio del estudio, 0 h, 24 h, 48 h y 72 h después de una prueba intermitente, con la comparativa de inmersión en agua fría y termoneutra.

A pesar de que los dos artículos informan de una efectividad de la hidroterapia sobre el daño muscular que se produce, tenemos poca evidencia que lo demuestra. Pienso que sería mas fiable si se estudiaran más casos en los que se valorara más el daño muscular, tanto antes como después del ejercicio físico y del tratamiento con hidroterapia. Por otro lado, podemos observar la diferencia del número de sujetos, no obstante, los dos artículos refieren mejoras en la reducción de los niveles de creatina en el músculo de forma igualitaria.

Efectos en la frecuencia cardíaca

Rowsell GJ et al, January 2011, investigó los efectos de dos intervenciones de hidroterapia en el rendimiento de partidos y las medidas perceptivas de fatiga y recuperación durante un torneo de fútbol de 4 días, en veinte jugadores. Se sometieron a inmersión en agua fría o inmersión en agua termoneutra después de cada partido. Hubo

diferencias en las variables valoradas en este estudio, destacando así una zona de frecuencia cardíaca alta. La frecuencia cardíaca se evaluó con un monitor de rastreo GPS (Anexos, **Tabla 5**. Tipología de variables y escalas empleadas). La inmersión en agua fría fue más efectiva ya que se mantuvo una frecuencia cardíaca más moderada. No obstante, **De Nardi et al, December 2011**, valoró la frecuencia cardíaca en su estudio de dieciocho sujetos y no obtuvo beneficios, después de la terapia con agua fría.

Por lo tanto, no podemos fiarnos que la inmersión de agua fría sea efectiva en cuanto a la frecuencia cardíaca de los jugadores, ya que en solo de uno de los artículos observamos mejoras, mientras que en el otro no hubo beneficios. Es por ello, que se debería investigar y realizar estudios en los que se valore más este tipo de variable para saber si tiene efectividad la inmersión en agua fría sobre ella, o por el contrario no.

Efectos en pruebas de ejercicio deportivo

Rowell et al, January 2011, Buchheit et al, March 2011, Pooley et al, August 2019 y Bouzid et al October 2018, evaluaron el beneficio de la inmersión de agua fría en pruebas específicas de ejercicio deportivo, en las que se observó una mejoría. Dentro de las pruebas físicas encontramos; un efecto beneficioso en la disminución de la distancia de carrera recorrida, registrada en cada partido con un software propietario de GPSport (Anexos, **Tabla 5**. Tipología de variables y escalas empleadas), según **Rowell et al, January 2011, Buchheit et al, March 2011**. Por otro lado, tenemos a **Pooley et al, August 2019 y Bouzid et al October 2018**, que valoraron la prueba de salto contramovimiento antes, inmediatamente después y 48 horas después del partido. La velocidad máxima de carga fue evaluada por **Bouzid et al October 2018**, cuyo estudio tuvo un efecto beneficioso.

Por todo lo anterior descrito, podemos concluir que la inmersión de agua fría en futbolistas tiene una relevante mejora en cuanto al ejercicio deportivo. No obstante, podemos destacar que sería más fiable establecer una tabla de ejercicios específicos y evaluar en cuales, la inmersión de agua es más beneficiosa que en otros. Importante

añadir que se han utilizado diferentes dispositivos para evaluar este tipo de prueba como es la prueba de salto contramovimiento, como son el sistema Opto-jump, dispositivo de medición Vertec1 y S. POOLEY Y AL. el Smart Speed Jump Mat (Fusion Sport). (Anexos, **Tabla 5**. Tipología de variables y escalas empleadas).

Uno de los aspectos más importantes en el fútbol es tanto la prevención como recuperación de los jugadores después de un ejercicio de desgaste físico intenso, como puede ser un entrenamiento o un partido de fútbol. Si bien es cierto que, actualmente hay pocos estudios en los que utilicen ejercicios específicos con el objetivo de prevenir mayor riesgo de lesiones. Siendo la lesión más común y a la vez menos estudiada, como es la rotura de ligamento cruzado anterior. Es por ello que, dada la poca evidencia, la revisión ha ido encaminada con el objetivo de recuperación tras un esfuerzo físico como un partido de fútbol.

Por otro lado, se ha podido observar que la inmersión en agua fría tiene beneficios en unas variables más que en otras, por lo que recomiendo que en futuros artículos se estudiara más esta terapia ya que resulta beneficiosa a nivel funcional. Además, con el objetivo de que tenga más fiabilidad, se podría establecer unas referencias fijas a la hora de estudiar este caso, como una temperatura fija de agua y un número de sujetos determinado.

Esta revisión presenta limitaciones que se deben tener en cuenta en la interpretación de los resultados. Existen un mayor número de ensayos clínicos aleatorizados que valoran la efectividad de la inmersión en agua fría en la recuperación de los futbolistas, y teniendo en cuenta que es un tema que está a la orden del día, hubiera sido importante poder contar con más ensayos clínicos aleatorizados para poder tener más datos comparativos.

Por todo lo anterior descrito, podemos concluir de forma general el orden decreciente de la efectividad de la inmersión en agua fría. En primer lugar, tendríamos la reducción de la fatiga, y en el último nos encontraríamos con la frecuencia cardíaca. (Anexos, **Figura 7**. Rango de la efectividad de la inmersión en agua fría sobre las diferentes variables según el número de artículos).

Efectos de la inmersión en agua fría después del ejercicio físico en futbolistas

Mar Ruiz Castellano

Por último, sería importante que en futuros ensayos a las variables de estudio se incluyeran y se especificara una lista de ejercicios en los que se evaluara si la inmersión en agua fría es beneficiosa o no, en los ejercicios enfocados al deporte de fútbol.



7. CONCLUSIONES

Los resultados de este análisis realizado muestran los efectos de la inmersión en agua fría sobre las diferentes variables que se muestra a continuación:

1. La inmersión en agua fría ha demostrado una mayor efectividad sobre dolor muscular.
2. Se ha demostrado que la inmersión en agua fría produce una evidente mejora en la fatiga muscular.
3. La inmersión en agua fría provoca una mejora en el daño muscular.
4. No son claros los beneficios de la efectividad de la inmersión en agua fría sobre la frecuencia cardíaca.
5. Existen mejoras de la inmersión en agua fría sobre las pruebas específicas de esfuerzo deportivo, aunque se necesitaría una mayor evidencia científica en cuanto a la evaluación de dichas pruebas.

8. TABLAS Y FIGURAS

Tabla1. Calidad metodológica de los artículos seleccionados según escala PEDro

Ítems Escala PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Rowsell GJ, (January 2011)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	8/11
Buchheit M, (March 2011)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	9/11
Pooley S, (August 2019)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	7/11
De Nardi, M., (december 2011)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	8/11
Rowsell G.J., (April 2009)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	9/11
Rupp KA, (August 2012)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	9/11
Bouزيد MA (October 2018)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	9/11

1= Los criterios de elección fueron especificados / 2= Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los comparables. / 3=La asignación fue oculta. / 4= Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes. / 5= Todos los sujetos fueron cegados. / 6= Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados. / 7= Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados. / 8= Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos. / 9= Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar". / 10= Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave. / 11= El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Tabla 1. Calidad metodológica de los artículos seleccionados según escala PEDro (elaboración propia).

Efectos de la inmersión en agua fría después del ejercicio físico en futbolistas

Mar Ruiz Castellano

Tabla 3. Descripción del tipo de estudio y objetivos de los artículos seleccionados		
TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVOS
1. Effect of post-match cold-water immersion on subsequent match running performance in junior soccer players during tournament play.	ECA	Comparar los efectos que tienen dos intervenciones de hidroterapia (inmersión en agua fría y inmersión en agua termo-neutra) en el rendimiento de la carrera, la fatiga y la recuperación en un torneo de fútbol de cuatro días.
2. Effects of age and spa treatment on match running performance over two consecutive games in highly trained young soccer players.	ECA	Examinar el efecto de la edad y el tratamiento de SPA (sauna, inmersión de agua fría y jacuzzi) en el rendimiento de la carrera durante dos partidos en jugadores de fútbol altamente entrenados.
3. Comparative efficacy of active recovery and cold water immersion as post-match recovery interventions in elite youth soccer.	ECA	Comparar los efectos de la recuperación activa, la inmersión de agua fría y el estiramiento estático, en la recuperación muscular posterior a tres partidos de fútbol competitivos de 80 minutos.
4. Effects of cold-water immersion and contrast-water therapy after training in young soccer players.	ECA	Investigar los efectos de la inmersión de agua fría y la terapia de agua de contraste, en el rendimiento de jóvenes futbolistas masculinos durante una semana de entrenamiento.
5. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players.	ECA	Investigar el efecto de la comparativa de inmersión de agua fría con termoneutra, en el rendimiento en pruebas físicas y la percepción de fatiga durante un torneo de cuatro días.
6. The effect of cold water immersion on 48-hour performance testing in collegiate soccer players.	ECA	Examinar el efecto de la inmersión en agua fría como recuperación en el rendimiento en la prueba de "recuperación intermitente yo-yo (YIRT).
7. Faster physical performance recovery with cold water immersion is not related to lower muscle damage level in professional soccer players.	ECA	Evaluar los efectos de la inmersión en agua fría sobre la cinética de la recuperación del rendimiento físico, el daño muscular y dolor muscular percibido en futbolistas profesionales.

Tabla 3. Descripción del tipo de estudio y objetivos de los artículos seleccionados (elaboración propi).

Tabla 4. Abreviaturas	
ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
- CK	Creatina quinasa
- CMJA	Salto contramovimiento
- CWT	Inmersión en agua termoneutra
- CWI	Inmersión en agua fría
- AR	Recuperación activa
- TWI	Terapia de agua de contraste
- SS	Estiramiento estático
- FC	Frecuencia cardíaca

Tabla 4. Abreviaturas (elaboración propia).

Tabla 5. Tipología de variables y escalas empleadas	
Variables	Escalas
Dolor	<ul style="list-style-type: none"> - Escala del 1 al 10 (Halsón et al., 2008). - Escala de dolor muscular para cuádriceps e isquiotibiales; mediante un cuestionario con la calificación de 0 (“ausencia de dolor”) a 10 (“dolor muy intenso”).
Fatiga	<ul style="list-style-type: none"> - Escala Borg (Haddad et al., 2013).
Daño muscular	<ul style="list-style-type: none"> - Edema muscular; cinta métrica de tensión constante para evaluar circunferencia muscular. - Creatina quinasa; Analizador i-STAT 1 (Abbott Point of Care, Abbott Park, Illinois, ESTADOS UNIDOS), kits de prueba comerciales (A11A01632, Horiba-ABX, Montpellier, Francia; mioglobina bioMerieux 30446) de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
Frecuencia cardíaca	<ul style="list-style-type: none"> - Monitor de rastreo GPS, con una frecuencia de muestreo de 1 Hz (GPSports Systems1, Canberra, ACT, Australia) y un monitor de frecuencia cardíaca Polar Team (Polar Electro Oy1, Kempele, Finlandia).
Pruebas de ejercicio deportivo	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba de salto contramovimiento (CMJA); sistema Opto-jump (Microgate SARL, Italia), dispositivo de medición Vertec1 (Swift Performance Equipment, Lismore, Australia), S. POOLEY Y AL. el Smart Speed Jump Mat (Fusion Sport). - Velocidad y distancia de carrera recorrida; Software propietario de GPSport (GPSports Systems1, Canberra, ACT, Australia) (velocidad de carrera 415 km-h7 1).

Tabla 5. Tipología de variables y siglas empleadas (elaboración propia).

Efecto de la inmersión en agua fría en el dolor muscular

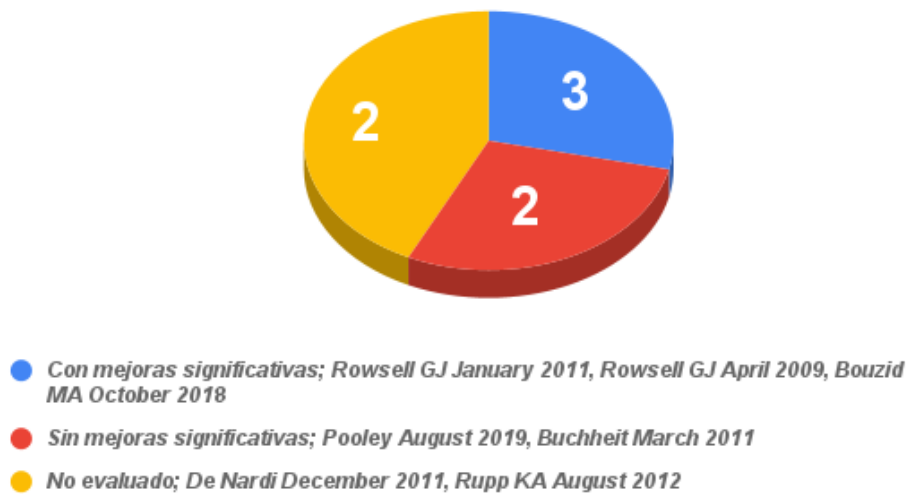


Figura 2. Efecto de la inmersión en agua fría en el dolor muscular (elaboración propia).

Efecto de la inmersión en agua fría en la fatiga muscular

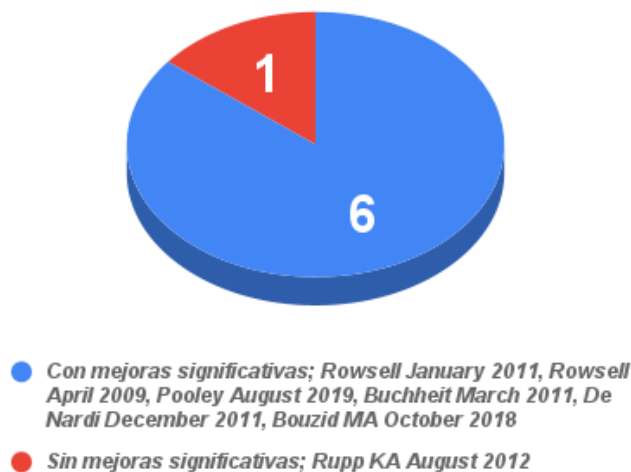


Figura 3. Efecto de la inmersión en agua fría en la fatiga muscular (elaboración propia).

Efecto de la inmersión en agua fría en el daño muscular

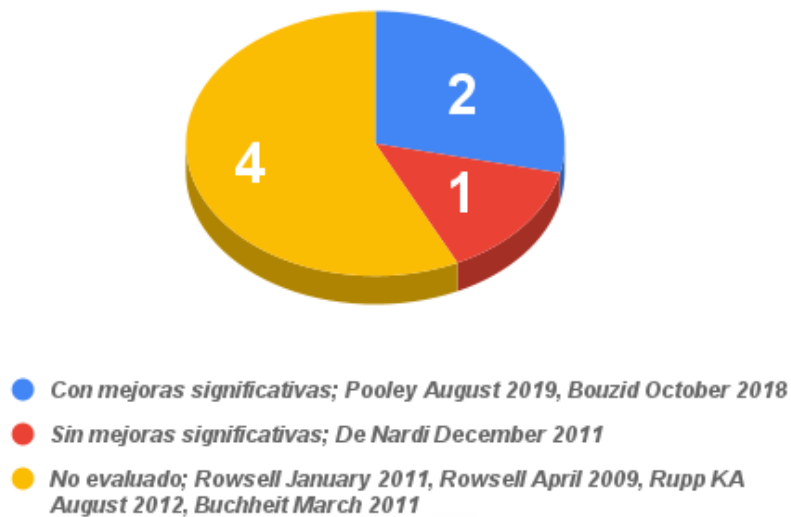


Figura 4. Efecto de la inmersión en agua fría en el daño muscular (elaboración propia).

Efecto de la inmersión en agua fría en la frecuencia cardíaca

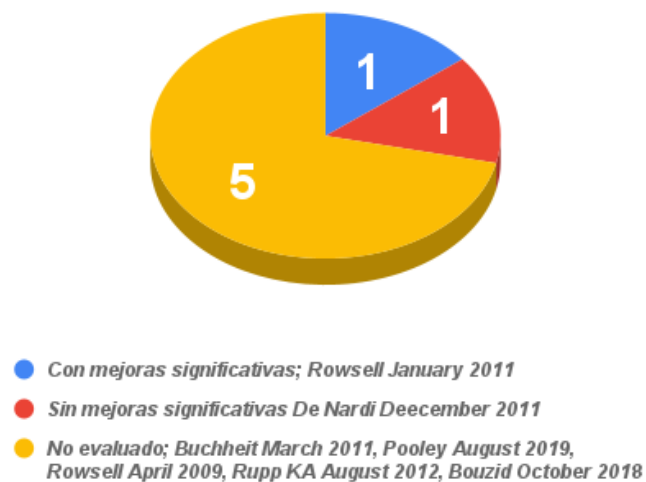


Figura 5. Efecto de la inmersión en agua fría en la frecuencia cardíaca (elaboración propia).

Efecto de la inmersión en agua fría en pruebas de ejercicio deportivo

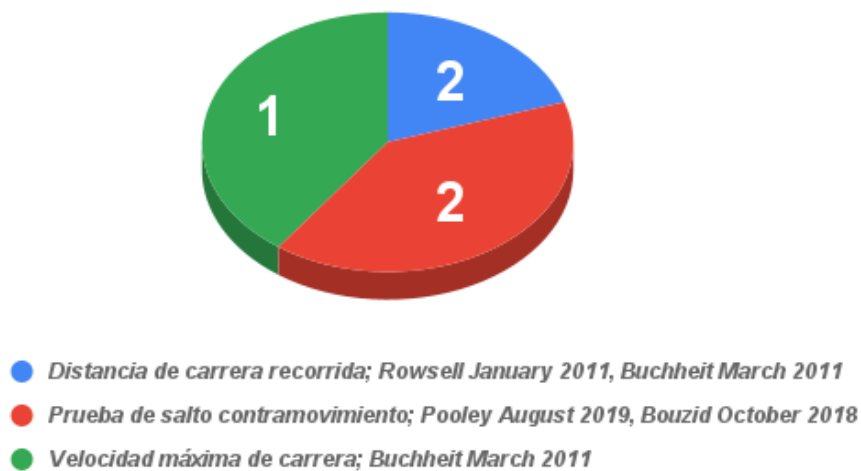


Figura 6. Efecto de la inmersión en agua fría en pruebas de ejercicio deportivo (elaboración propia).

Efecto de la inmersión en agua fría en la distancia de carrera recorrida

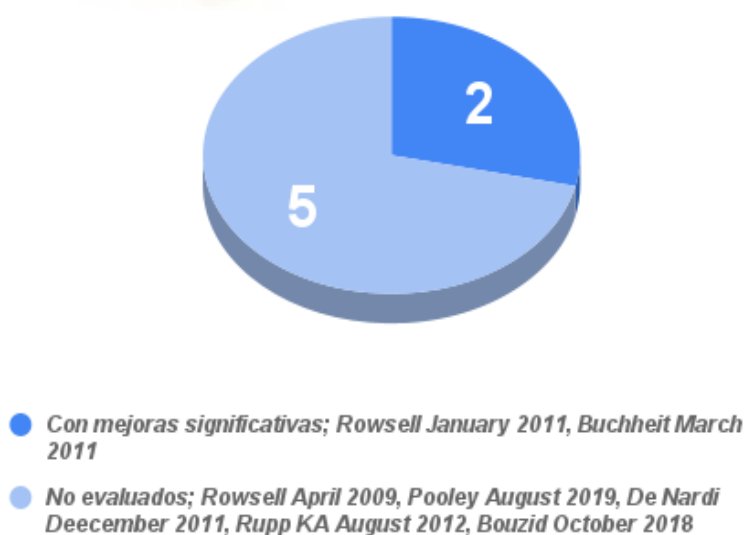


Figura 6.1. Efecto de la inmersión en agua fría en la distancia de carrera recorrida (elaboración propia).

Efecto de la inmersión en agua fría en la velocidad máxima de carrera

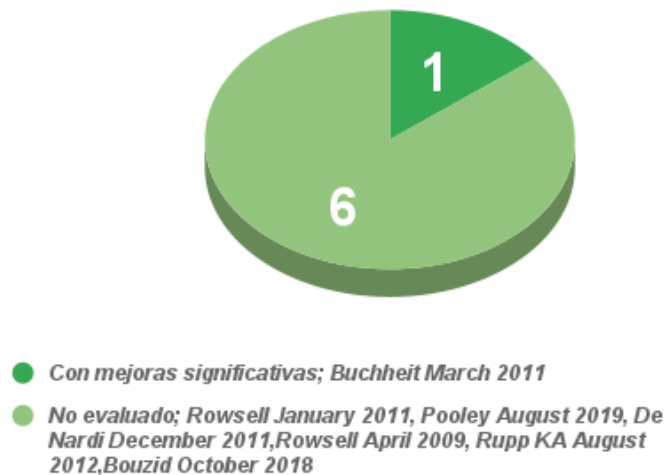


Figura 6.2. Efecto de la inmersión en agua fría en la velocidad máxima de carrera (elaboración propia).

Efecto de la inmersión en agua fría en la prueba de salto contramovimiento



Figura 6.3. Efecto de la inmersión en agua fría en la prueba de salto contramovimiento (elaboración propia).

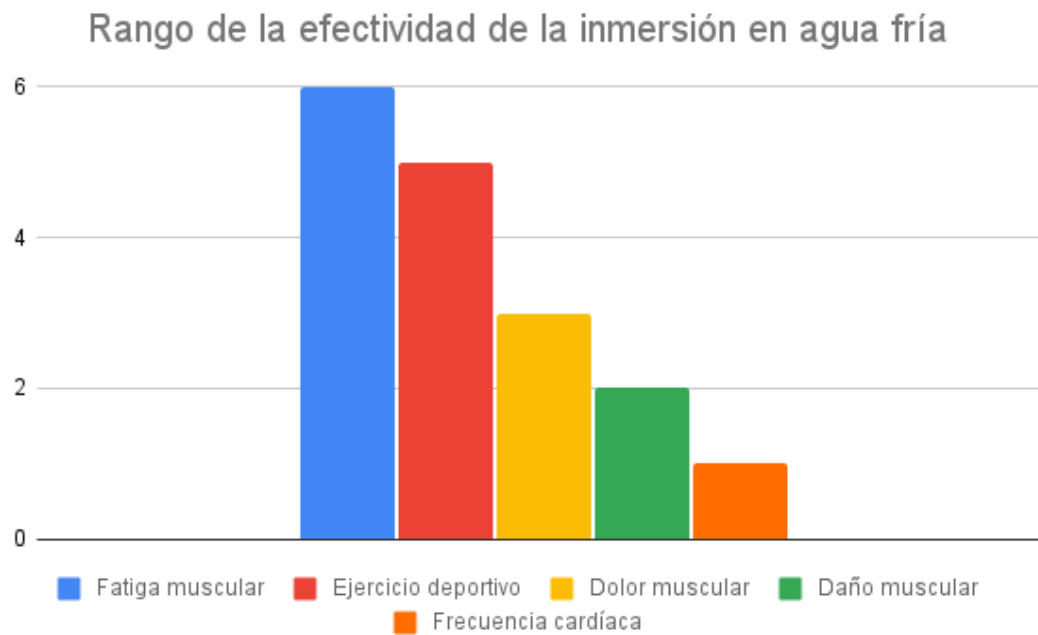
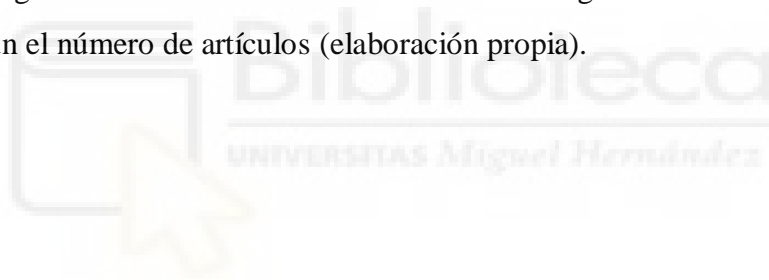


Figura 7. Rango de la efectividad de la inmersión en agua fría sobre las diferentes variables según el número de artículos (elaboración propia).



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Saz, P. y Ortiz, M. (2005). Hidroterapia. *19* (4), 84–89.
2. Rodríguez Fuentes, G., & Iglesias Santos, R. (2002). Bases físicas de la hidroterapia. *Fisioterapia* (Madrid. Ed. impresa), 24, 14–21. [https://doi.org/10.1016/s0211-5638\(01\)73023-4](https://doi.org/10.1016/s0211-5638(01)73023-4).
3. Romagnoli M, Sanchis-Gomar F, Alis R, Risso-Ballester J, Bosio A, Graziani RL, Rampinini E. Changes in muscle damage, inflammation, and fatigue-related parameters in young elite soccer players after a match. *J Sports Med Phys Fitness*. 2016 Oct;56(10):1198-1205. Epub 2015 Nov 11. PMID: 26558831.
4. *Shibboleth authentication request*. (n.d.). Elibro.Net. Retrieved May 13, 2022.
5. De Nardi M, La Torre A, Barassi A, Ricci C, Banfi G. Effects of cold-water immersion and contrast-water therapy after training in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2011 Dec;51(4):609-15. PMID: 22212263.
6. Rowsell GJ, Coutts AJ, Reaburn P, Hill-Haas S. Effect of post-match cold-water immersion on subsequent match running performance in junior soccer players during tournament play. *J Sports Sci*. 2011 Jan;29(1):1-6. doi: 10.1080/02640414.2010.512640. PMID: 21077001.
7. Rowsell, G.J., Coutts, A.J., Reaburn, P., Hill-Haas, S. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players (2009) *Journal of Sports Sciences*, 27 (6), pp. 565-573. Cited 117 times. DOI: 10.1080/02640410802603855.

8. Bouzid, M. A., Ghattassi, K., Daab, W., Zarzissi, S., Bouchiba, M., Masmoudi, L., & Chtourou, H. (2018). Faster physical performance recovery with cold water immersion is not related to lower muscle damage level in professional soccer players. *Journal of Thermal Biology*, 78, 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.10.001>.
9. Buchheit M, Horobeanu C, Mendez-Villanueva A, Simpson BM, Bourdon PC. Effects of age and spa treatment on match running performance over two consecutive games in highly trained young soccer players. *J Sports Sci*. 2011 Mar;29(6):591-8. doi: 10.1080/02640414.2010.546424. PMID: 21337251.
10. Pooley S, Spendiff O, Allen M, Moir HJ. Comparative efficacy of active recovery and cold water immersion as post-match recovery interventions in elite youth soccer. *J Sports Sci*. 2020 Jun-Jun;38(11-12):1423-1431. doi: 10.1080/02640414.2019.1660448. Epub 2019 Aug 28. PMID: 31456474.
11. De Nardi, M., Torre, A.L.A., Barassi, A., Ricci, C., Banfi, G. Effects of cold-water immersion and contrast-water therapy after training in young soccer players (2011) *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51 (4), pp. 609-615.
12. Rupp KA, Selkow NM, Parente WR, Ingersoll CD, Weltman AL, Saliba SA. The effect of cold water immersion on 48-hour performance testing in collegiate soccer players. *J Strength Cond Res*. 2012 Aug;26(8):2043-50. doi: 10.1519/JSC.0b013e318239c3a1. PMID: 21986695.