

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**Eficacia en el tratamiento de la crioterapia de cuerpo entero post actividad deportiva. Una
revisión bibliográfica.**

AUTOR: Gomis Aznar, Vicent

Nº Expediente: 251

TUTOR: Baeza Navarro, Vicente

Departamento: Área de Fisioterapia

Curso académico 2021-2022.

Convocatoria de Junio

INDICE

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. OBJETIVOS.....	6
5. MATERIAL Y MÉTODOS	7
6. RESULTADOS.....	9
7. DISCUSIÓN.....	12
8. CONCLUSIÓN	16
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
10. ANEXOS.....	21



1. RESUMEN

Introducción: La crioterapia de cuerpo entero (WBC) es una técnica de fisioterapia que utiliza la congelación del cuerpo humano para fines terapéuticos, la cual ha desarrollado un gran auge a nivel deportivo. Esta terapia aplica el frío a través de una cámara de aire de nitrógeno y suele aplicarse entre -85°C y -160°C de 2 a 4 minutos.

Objetivos: Conocer y evaluar la efectividad del WBC en deportistas o tras realizar deporte, analizar su evidencia científica y valorar los efectos en el dolor y en la recuperación muscular.

Material y métodos: Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica de ensayos clínicos publicados a partir de 2015 en las bases de datos Cochrane, PEDro, PubMed y ScienceDirect, obteniendo un total de 269 artículos, de los cuales 9 fueron válidos para determinar la efectividad de la WBC en deportistas.

Resultados: Cinco de los artículos comparaban efectos de la WBC con un grupo control, otros dos comparaban estas terapias con un grupo de CWI, otro artículo analizaba tres dosis de tratamiento de WBC con un grupo control y un artículo más estudiaba los grupos CWI y WBC. Se midieron tras la intervención el salto a contra movimiento (CMJ), pruebas de fuerza, el dolor, la recuperación muscular, y análisis de sangre.

Conclusión: No existe evidencia de la efectividad del WBC en deportistas o post ejercicio. Tampoco existe evidencia para determinar si el WBC es beneficioso en los parámetros de dolor y recuperación muscular.

Palabras clave: “Fisioterapia”, “Deportistas” y “Crioterapia de cuerpo entero”.

2. ABSTRACT

Introduction: Whole body cryotherapy (WBC) is a physiotherapy technique that uses freezing of the human body for therapeutic purposes, which has developed into a very popular sporting technique. This therapy applies cold through a nitrogen air chamber and is usually applied between -85°C and -160°C for 2 to 4 minutes.

Objectives: To know and evaluate the effectiveness of WBC in athletes or after doing sports, to analyze its scientific evidence and to assess the effects on pain and muscle recovery.

Material and methods: A literature search of clinical trials published from 2015 onwards was carried out in the Cochrane, PEDro, PubMed and ScienceDirect databases, obtaining a total of 269 articles, of which 9 were valid for determining the effectiveness of WBC in athletes.

Results: Five of the articles compared the effects of WBC with a control group, two others compared these therapies with a CWI group, another article looked at three doses of WBC treatment with a control group, and one more article studied the CWI and WBC groups. Countermovement jumping (CMJ), strength tests, pain, muscle recovery, and blood tests were measured after the intervention.

Conclusion: There is no evidence for the effectiveness of WBC in athletes or post-exercise. There is also no evidence to determine whether WBC is beneficial on the parameters of muscle soreness and recovery.

Key words: "Physiotherapy", "Athletes" and "Whole body cryotherapy".

3. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la crioterapia después del ejercicio ha tenido un auge importante de popularidad entre los atletas profesionales debido a la necesidad de recuperarse muscularmente y aumentar su rendimiento tras un esfuerzo físico intenso (1). Esta es una terapia tradicional que utiliza la congelación de nuestro cuerpo para fines terapéuticos. Es una técnica que data sus inicios alrededor del 332 a.C., ya que el antiguo imperio grecorromano ya utilizaba el agua fría y la nieve como recurso para tratar diferentes afecciones médicas para paliar el dolor físico que estas suponían (1)(2).

Hasta la actualidad esta terapia ha sido aplicada mediante bolsas de hielo o a través de agua fría y en localizaciones aisladas del cuerpo humano. Pero la aparición de una nueva técnica en el siglo pasado, que utilizaba la aplicación de frío a través del aire o en un compuesto acuoso aplicado a todo el organismo y en temperaturas muy bajas en enfermedades reumáticas (3), siendo capaz de conseguir una mayor reducción de temperatura corporal (4), ha desarrollado gran popularidad en la actualidad sobre todo a nivel deportivo, siendo esta actualmente utilizada a nivel de deportistas de elite y amateurs para la recuperación física. (1)

Dependiendo la técnica de crioterapia utilizada, existen dos tipos de cámaras; las que cubren completamente todo el cuerpo humano (WBC) y aplican el frío mediante el aire seco a una temperatura de entre -85°C y -190°C y durante un tiempo de entre 2 a 4 minutos, y las que están abiertas por la parte superior, las cuales no cubren la cabeza (PWC) y utilizan el nitrógeno acuoso como método de enfriamiento, a una temperatura menor de -110°C y un tiempo aproximado de 3 minutos (2)(5). Es por eso que las cámaras utilizadas en PWC son de un reducido tamaño, más móviles y se suelen utilizar a pie de campo, mientras que en la WBC son más grandes y se pueden ver en instalaciones deportivas o instalaciones de entrenamiento personal. (2)

En cuanto a la consecuencia del ejercicio físico en nuestro cuerpo y a mayor medida a nivel muscular aún no existe un consenso en la literatura al respecto que indique que acciones se producen fisiológicamente en el músculo para provocar el daño muscular (6). Actualmente la teoría más válida indica que ocurre un daño de miofilamentos en la estructura del músculo cual se liberan citoquinas que provocan inflamación y la activación de proteínas reguladoras para la reparación celular (7). Este

fenómeno produce una respuesta en tres diferentes fases de recuperación tras la actividad deportiva. La primera y la segunda etapa corresponden a una reacción fisiológica frente al daño, a doble escala, primero una señal de alerta para el organismo en el momento en el que se produce la lesión y tras esta se produce un incremento en la producción de células, llegando así a la tercera etapa que culmina con la regeneración del tejido lastimado (8).

El daño muscular suele aparecer en atletas y deportistas que entrenan continuamente y exponen al musculo a un trabajo constante de alta intensidad, o en individuos que no suelen practicar deporte (9). Esto conlleva dolor muscular a los 1-3 días posteriores de la realización de ejercicio y alteración de la funcionalidad del movimiento y rendimiento muscular disminuyendo la capacidad de fuerza muscular y disminuyendo la velocidad de movimiento, además de una pérdida de la propiocepción de nuestro cuerpo que puede durar hasta los 10 días (9) (10).

Debido al impacto que tiene esta alteración muscular tras terminar de realizar ejercicio, muchas son las personas que optan por la aplicación de terapias de frio para intentar contrarrestar los efectos del daño muscular (11). Todo parece indicar que con la aparición de una lesión, como en este caso la rotura de miofibrillos después del ejercicio físico (8), se produce una muerte celular la cual pone en compromiso la integridad de un tejido. Las células vecinas sufren de un deterioro en el aporte sanguíneo a esa zona, poniendo en compromiso su actividad, pudiendo hasta causarles la muerte. Aunque la aplicación del frio no cuenta con una evidencia científica que la respalde, todo parece indicar que con la aplicación del frio se reduce la actividad metabólica celular, por lo que las células vecinas a la lesión pueden mantenerse con vida dentro del proceso oxidativo con un bajo consumo de aporte vascular (12). El frio también posee un efecto analgésico eficaz después del ejercicio (12), y en acciones post traumáticas y post cirugía (13).

Además la aplicación del método WBC parece acortar el tiempo de recuperación y disminuye el dolor muscular gracias a la acción analgésica de la aplicación de hielo. En contra de esto, aun no se ha encontrado evidencia científica de que el uso de la crioterapia favorezca la recuperación del tejido muscular, debido a la gran cantidad de variantes que existen al aplicar a terapia (temperatura, tiempo de

aplicación, momento de aplicación o frecuencia del tratamiento) y también se debe a la gran cantidad de teorías que existen respecto al proceso de daño muscular inducido después de practicar ejercicio (14).

Se realiza este trabajo con la intención de encontrar evidencia científica en cuanto a la efectividad y eficacia del tratamiento WBC después de realizar deporte, ya que a nivel profesional es una de las terapias más usadas actualmente. Se realiza este trabajo porque en la actualidad esta terapia ha tenido un auge considerable dentro del deporte y existe gran controversia en los efectos que esta causa en nuestro organismo.



4. OBJETIVOS

Se ha creado una pregunta PICO de investigación, con motivo de proponer los objetivos que planteamos para desarrollar esta búsqueda bibliográfica. Los componentes de la cuestión son:

- P: Personas que realizan actividad deportiva
- I: Uso de crioterapia de cuerpo entero (WBC)
- C: Sin comparación
- O: Dolor y recuperación muscular

Con lo que, después de formular los diferentes apartados correspondientes, nuestra pregunta PICO queda descrita de la siguiente forma:

Tras realizar actividad deportiva ¿la aplicación de crioterapia de cuerpo entero reduce el dolor y tiempo de recuperación muscular?

Tras formular la pregunta PICO, los objetivos de la revisión bibliográfica son estos:

Objetivo general

- Conocer y evaluar la efectividad que tiene el tratamiento de WBC en personas deportistas o que acaban de realizar deporte.

Objetivos específicos

- Analizar el nivel de evidencia científica que tiene la aplicación del tratamiento.
- Valorar los efectos que tiene el tratamiento WBC en el dolor y en la recuperación muscular después de realizar ejercicio.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

Esta revisión bibliográfica ha sido autorizada previamente por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche, y se le ha otorgado el Código de Investigación Responsable (COIR): **TFG.GFI.VBN.VGA.220426**.

Para esta revisión bibliográfica se ha realizado la búsqueda en las bases de datos Cochrane, PEDro, PubMed y ScienceDirect. Esta búsqueda se realizó en el periodo que oscila desde el 20 de Marzo de 2022 al 27 de Abril de 2022.

En el proceso de búsqueda en estas bases de datos los términos que se han utilizado han sido “Cryotherapy”, “Whole body”, “Exercise” y “Sports medicine”. Se le han añadido conectores booleanos para especificar las búsquedas dentro de las bases de datos AND y OR. Además se añadieron los filtros de búsqueda por palabra de Tittle o Title/Abstract. Así pues, al relacionar los conectores y filtros con los términos, se quedó una ecuación utilizada en PubMed, Cochrane y ScienceDirect así cryotherapy AND Whole body AND (exercise OR sports medicine). En cuanto a la base de datos de PEDro, debido a la simplicidad del buscador se combinaron los términos realizando dos búsquedas, una primera búsqueda con los términos “Whole body cryotherapy” y “Exercise”, y una segunda búsqueda con los términos “Whole body cryotherapy” y “Sports Medicine” combinando ambas búsquedas con el enlace booleano AND.

Crterios de selección

Al realizar la búsqueda en las distintas bases se han aplicado una serie de filtros a los artículos para que estos fueran válidos para la revisión. Como criterios de inclusión se consideraron todos los ensayos clínicos o ensayos controlado aleatorio (aunque no se pudo aplicar en todas las bases de datos, ya que aparecían revisiones), publicados entre el 01 de enero de 2015 al 27 de abril de 2022, con un título valido, que fueran aplicados a individuos que realizaran ejercicio físico y que basaran el tratamiento en la aplicación únicamente de WBC, incluyendo también los estudios que lo compararan con otras terapias o tratamiento placebo, para determinar cuál era la más apropiada y, además, que los ensayos clínicos estuvieran realizados en humanos.

Como criterios de exclusión aplicados a los artículos encontramos: Revisiones sistemáticas, libros, meta-análisis o cualquier estudio que no corresponda a un ensayo clínico, artículos repetidos en las diferentes bases de datos, artículos que no se realicen a individuos que realizan deporte, artículos que no indiquen ni midan la variable que nos interesa y artículos que incluyan una patología previa del individuo. Por último, los artículos debían presentar una puntuación mayor o igual a 4 en la escala de PEDro.

Selección de artículos

Se revisaron todos los títulos y resúmenes de los artículos encontrados (n=269) para revisar si cumplían los requisitos de inclusión. Después, se han eliminado artículos repetidos, artículos que no cumplen los criterios de inclusión y que no se adaptan al motivo de búsqueda bibliográfica, quedando 14 ensayos clínicos. La búsqueda ha sido realizada por el autor y revisada por el tutor (Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA).

Por último, se ha analizado el texto científico completo para analizar su calidad metodológica aplicando la escala PEDro (citarla en anexos) en su versión española, con la finalidad de informarnos de validez tanto interna como externa que presenta el artículo científico así como la información necesaria para que el estudio sea interpretable. La puntuación varía entre 0 y 10, siendo 9 y 10 una calidad excelente, entre 6 y 8 una calidad buena, 4 y 5 una calidad suficiente y por debajo del 4 una mala calidad. Algunos de los artículos ya tenían puntuación válida pero a los que no ha sido necesario pasar la escala a mano.

6. RESULTADOS

En la presente revisión bibliográfica se han analizado 9 artículos científicos, todos ellos ensayos clínicos en su gran mayoría aleatorizados, extraídos en gran parte de la base de datos PubMed y en menor cantidad de la base de datos Cochrane. Todos han seguido el proceso de búsqueda y selección que marcan las directrices PRISMA (15).

En cuanto a los resultados de los ítems en la escala PEDro (Tabla 1. Escala PEDro), un total de cinco artículos presentaron una puntuación de 5 sobre 10 (19) (21) (22) (23) (24). Por otro lado, los cuatro artículos restante obtuvieron una puntuación buena, siendo tres de estos valorados con 6 puntos (5) (17) (20) y el restante con una puntuación de 7 (18). La puntuación media fue de 5.67 puntos.

(Tabla 2 en Anexos: Información extraída de los artículos) El total de personas que forman parte de los estudios que conforman esta revisión bibliográfica es de 175 sujetos, en los cuales existe distinción de género siendo en su totalidad varones y deportistas, entre los cuales son: amateurs en un 33%, corredores de resistencia en un 33%, futbolistas en un 11%, atletas profesionales en un 11% y deportistas de fuerza 11%. Además solo en cinco de los artículos incluían los criterios de inclusión en cuanto a la cantidad de ejercicio que debían practicar semanalmente (17) (18) (20) (22) (23). La edad media de la población que ha sido intervenida se sitúa en 26.8 años de edad. Por lo que en la mayoría de los estudios se trabajó con adultos, con excepción de uno que intervino también en adolescentes (19).

En cuanto a los programas de intervención utilizados, 5 artículos comparaban un grupo experimental de crioterapia de cuerpo entero (WBC) con un grupo control o placebo en el que solo se realizaba recuperación pasiva y/o activa (18) (19) (20) (22) (23), mientras que otro utilizaba tres diferentes grupos experimentales de WBC con parámetros distintos junto con un grupo placebo (21). Además otro ensayo clínico utilizaba el WBC como grupo de intervención en comparación con la inmersión en agua fría (CWI) (5), y dos más añadían a estos un grupo placebo, en el cual se ingería un complemento nutricional (jugo de cereza o almidón de maíz) mientras se recuperaba pasivamente del ejercicio (17) (24).

Para los parámetros de WBC, el tiempo máximo utilizado ha sido de 10 minutos en una cámara portátil, la cual no cubría la cabeza (5), y el mínimo 150 segundos, siendo este dividido en 30 segundos a -65°C

y 120 segundos a -135°C (19). Además dos de los artículos coinciden en la realización de dos tandas de crioterapia de 3 y 4 minutos respectivamente a -85°C , intercalando entre ambas un calentamiento a temperatura ambiente de 15 minutos (17) (24). El máximo de temperatura usado en los ensayos clínicos ha sido de -10°C durante 3 min (21) y el mínimo de -140°C en 3 min (20). El tiempo mínimo de recuperación pasiva entre el final del ejercicio y el inicio de la intervención de la WBC ha sido de 0 minutos en dos de los grupos experimentales (5) (24), es decir, inmediatamente tras acabar la actividad física, mientras que el máximo ha sido de 1 hora (18) (23). Por último destacar que en ocho de los artículos indican el uso de vestuario para acceder a la cámara de crioterapia, siendo en mayor proporción la utilización de máscara, cinta para las orejas, guantes, calcetines, suecos y pantalones cortos (5) (17) (19) (20) (21) (22) (23) (24).

En el ejercicio previo realizado a la intervención, solo uno de los estudios no especificó la cantidad y tiempo de esfuerzo físico dedicado (21). La pauta que más se siguió fue la resistencia con la llegada al agotamiento del deportista, siendo utilizado en 3 de los estudios la carrera o marcha continua con picos de velocidad máxima, mediante cinta rodante o en un circuito de maratón (17) (18) (23). También se utilizó un protocolo de ejercicios de fuerza, el cual combinaba sentadillas bajas, con sentadillas divididas, junto con empujes de cadera y peso muerto rumano (24). Destacar que se hicieron pausas para descansar entre los diferentes ejercicios, siendo la mínima de 30 segundos (18) (23), y la máxima de 15 minutos (24).

Por lo que concierne a las variables medidas, gran parte de los artículos midieron el salto a contra movimiento (CMJ), pruebas de fuerza, el dolor y recuperación muscular, la temperatura de la piel, los parámetros respiratorios, la presión arterial, muestra de saliva la frecuencia cardíaca y muestras de sangre. Para medir el salto a contra movimiento se utilizó una plataforma de fuerza portátil y la distancia de altura del salto. La fuerza muscular en su gran mayoría se midió a través de un dinamómetro isocinético en la flexión de rodilla a 60° . El dolor y la recuperación muscular se analizaron mediante datos subjetivos a través de la escala Linkert con una puntuación del cero al diez (siendo 0 nada de dolor y 10 dolor insoportable) y mediante la parte B del cuestionario DALDA para síntomas de estrés físico.

Por último en las muestras de sangre se midió en mayor parte la concentración de creatina quinasa, IL-6, IL-10, TNF-a y lactato en sangre.

Además se midieron variables más concretas como la ingesta de comida en un buffet con 18 alimentos para evaluar la ingesta de energía y macronutrientes mediante un programa dietético (20) o la calidad e sueño mediante un actiógrafo de muñeca para registrar movimientos durante la noche (22).



7. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión bibliográfica fue conocer y evaluar la efectividad que tiene el tratamiento de WBC en personas deportistas o que acaban de realizar deporte, así como revisar la evidencia científica de la técnica y valorar los efectos que tiene en el dolor y en el tiempo de recuperación muscular. Para ello se revisaron nueve ensayos clínicos.

De los cinco artículos que compararon un grupo experimental en el que se aplicó la técnica WBC frente a un grupo control o placebo, en tres de ellos no se obtuvieron diferencias significativas entre ambas aplicaciones a nivel de respuesta inflamatoria, daño muscular, rendimiento del salto contra movimiento, de los niveles de lactato y creatina quinasa en sangre y re la recuperación subjetiva (18) (19) (20), mientras que en dos sí obtuvieron diferencias significativas en cuanto a la calidad subjetiva y objetiva del sueño, la actividad parasimpática, la temperatura corporal debido al efecto analgésico, en la oxigenación muscular y en los niveles cardiorrespiratorios (22) (23). En otra revisión (16), observamos que existe una gran controversia y no existen pruebas concluyentes en los resultados de los diferentes estudios para determinar la efectividad del tratamiento, como ocurre en nuestro caso. En este caso los resultados de la revisión son limitados, ya que solo existe un diseño con sujetos cegados (20), mientras que ni los terapeutas ni los evaluadores fueron cegados en ninguno de los estudios, ni tampoco existió asignación oculta de los grupos de tratamiento, por lo que puede existir riesgo de sesgo. Además no existe aplicación en mujeres, y algunas de las variables medidas son muy subjetivas en cuanto al dolor y recuperación física por lo que limita potencialmente la fiabilidad de los resultados.

Del artículo que realizó una comparación entre tres diferentes tipos de WBC, junto con el grupo control (21), mostró una diferencia significativa en cuanto al aumento de la actividad parasimpática en el grupo de WBC más extremo (-110°C), analizado a través de la disminución de la frecuencia cardíaca, respaldando un experimento que indicaba que la estimulación del sistema parasimpático podía depender de la temperatura del frío expuesto (25). A pesar de ello a partir de la quinta sesión el cuerpo se acostumbró a la terapia, y los índices de actividad parasimpática y frecuencia cardíaca volvieron a los parámetros normales. Esto demuestra que entre las técnicas utilizadas, la crioterapia a -110°C es más

efectiva que a mayor temperatura y que se recomienda utilizar protocolos de la terapia de corta duración para así evitar el acomodamiento del cuerpo a la terapia.

En cuanto al ensayo que estudió la WBC en comparación a un grupo experimental de CWI (5), se observó que el grupo experimental CWI mejoraba moderadamente más que la WBC la recuperación muscular pasadas las 24 y 72 horas desde el ejercicio. Además también se determinó una mejoría en cuanto al dolor percibido del paciente pasadas las 48 horas. No obstante, se observó una disminución considerable de fuerza en ambos casos que dejó dudas de la eficacia de los tratamientos. Sin embargo, existe la probabilidad de sesgo en el estudio analizado ya que no existe asignación oculta, ni hubo cegamiento de ningún tipo.

Tras esto podemos pensar que la aplicación de CWI puede ser más efectiva que la WBC aplicado a la recuperación física, tanto en la fuerza como en la potencia ya que mejora los parámetros del salto a contra movimiento a las 72 horas después del ejercicio. Esto contrasta con la revisión de Petersen et al., 2021, la cual indica que en la aplicación de CWI, no mejora la fuerza muscular tras el ejercicio de resistencia y que deberían de existir más formas de medir la fuerza para introducir métodos más dinámicos que estáticos como los isométricos.

Para los artículos con tres grupos experimentales, siendo estos la intervención de WBC, la de CWI y el placebo (17) (24), indican que la aplicación de WBC fue perjudicial en la recuperación muscular comparándolo con la intervención CWI, pero ambos dos son peores que el placebo. En cambio los dos primeros mostraron un aumento de creatina quinasa en sangre mayor que el grupo placebo. En cuanto a los síntomas de estrés psicofísico existe una controversia entre los diferentes estudios, considerando en un estudio el WBC más beneficioso que el placebo y viceversa. En la sensación subjetiva de dolor parece que la WBC ha mejorado moderadamente más los síntomas a las 24 horas en comparación con los dos otros grupos. Esta sensación contrasta el estudio de Albaïda et al., 2017, el cual indica una menor percepción de dolor en el grupo CWI, en comparación con el WBC. En cuanto a la fuerza muscular, torque máximo y salto a contra movimiento no existe duda de que la intervención placebo mejora los parámetros de las pruebas en comparación con las dos terapias. Todo parece indicar que estos hallazgos se deben a la utilización de un grupo placebo en vez de control en los dos artículos, ya que diferentes

estudios han relacionado los efectos de la crioterapia después del ejercicio con un efecto placebo en la creencia de la efectividad del tratamiento en quien lo utiliza (27).

El ejercicio físico realizado en los artículos seleccionados en esta revisión ha sido heterogéneo, y de un nivel de cansancio físico para los sujetos cuestionable. En su gran mayoría se han utilizado ejercicios que buscan conseguir la fatiga y cansancio muscular al máximo (17) (18) (19) (22) (23), con casi todos por mediación de la carrera o el sprint, entre los cuales no existe un consenso por el número de repeticiones o de ejercicios que se debería de utilizar para llegar a fatigar al individuo, por lo que existe una gran controversia en cuanto al daño muscular inducido con el ejercicio para cada ensayo. Además otros estudios utilizan el ejercicio de fuerza para la intervención de WBC (5) (24). Según la literatura, aunque el consumo de oxígeno para realizar una acción con la misma fuerza es mucho menor en el trabajo concéntrico, el ejercicio más indicado para inducir daño muscular al sujeto es el trabajo excéntrico (28) mediante la marcha o la fuerza (29), por lo que podemos deducir que los artículos que trabajen mediante la carrera o sprints, y más en desaceleraciones o en bajada (17) (18) (19) (22) (23), conseguirán un daño muscular y fatiga posterior mayor que los que trabajen fuerza (24) o pedaleo (20). En cuanto al tiempo y temperatura de aplicación, se ha observado que la aplicación de WBC es extensa y carece de un protocolo claro que indique la cantidad y tiempo exactos de tratamiento para obtener un efecto deseado en cuanto a la recuperación del daño inducido tras el ejercicio. Esto no encaja en lo descrito por Lombardi et al., 2017, que defendió que la aplicación óptima de WBC es de 30 segundos en una cámara a -65°C para pasar posteriormente a -135°C durante 2 min. En cambio en el estudio de Louis et al., 2020, se muestra un significativo cambio en la aplicación del tratamiento a -110°C durante 3 min en la activación del sistema parasimpático y la disminución de la frecuencia cardíaca, con un descenso de la temperatura corporal hasta pasados los 20 minutos de la intervención. Por lo que no existe un consenso claro sobre los parámetros más efectivos en el tratamiento. Para la dosis de exposición a la terapia, ninguno de los artículos determinó la cantidad de sesiones de crioterapia mínimas para notar los efectos de esta, en cambio sí que se indicó que a la quinta sesión en un reducido periodo de tiempo (1 semana), el cuerpo sufría un acomodamiento a la terapia y alteraba los efectos de esta (21). En cambio

otros autores destacan la importancia de un mínimo de 20 sesiones de WBC para evaluar la eficacia del tratamiento (38).

Por último, no se puede concluir que los artículos con mayor puntuación y reconocimiento en la escala PEDro hayan obtenido mejores resultados, ni que los parámetros, de temperatura, tiempo y sesiones hayan tenido influencia en la recuperación de los sujetos.

Limitaciones de la revisión

Aunque se hayan seguido en todo momento las directrices del programa PRISMA para revisiones sistemáticas, esta revisión cuenta con limitaciones. Al no compararlo con otras técnicas de fisioterapia y centrarnos únicamente en sujetos deportistas puede haber excluido artículos de relevante importancia para esta revisión. Además el límite de año de publicación como los términos empleados puede haber suprimido artículos que utilizaran la WBC en deportistas. Finalmente esta revisión está realizada únicamente por una persona, por lo que puede existir riesgo de sesgo.

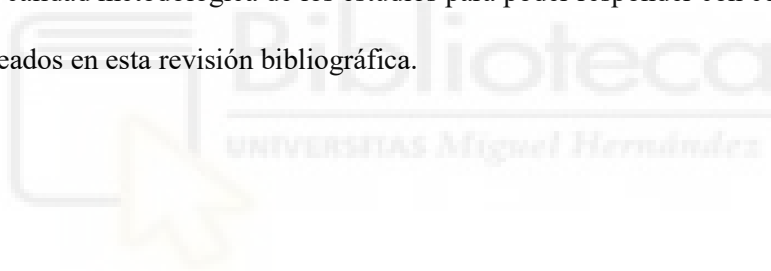


8. CONCLUSIÓN

Tras analizar meticulosamente los artículos que componen esta revisión bibliográfica, se concluye que no existe evidencia en cuanto a la efectividad del WBC en deportistas o sujetos que acaban de realizar deporte. A penas existen diferencias significativas a la hora de comparar el WBC con un grupo placebo, consiguiendo resultados parecidos o más favorables en este último.

Así mismo existe una evidencia limitada en cuanto a la efectividad del WBC en los parámetros de dolor y recuperación muscular, no obstante sí que encontramos niveles de estrés psicofísicos subjetivos menores a los grupos placebo o control.

Todo parece indicar que el uso de la WBC tras hacer ejercicio, es un método placebo debido a la confianza de quien los usa. Sin embargo, al tener estudios de tan poca calidad metodológica y al no haber protocolos claros de la dosis terapéutica, se insta a seguir investigando en este campo, y sobre todo a aumentar la calidad metodológica de los estudios para poder responder con certeza y seguridad los objetivos planteados en esta revisión bibliográfica.



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Patel K, Bakshi N, Freehill MT, Awan TM. Whole-Body Cryotherapy in Sports Medicine. *Curr Sports Med Rep.* 2019 Apr;18(4):136-140.
2. Bouzigon R, Grappe F, Ravier G, Dugue B. Whole- and partial-body cryostimulation/cryotherapy: Current technologies and practical applications. *J Therm Biol.* 2016 Oct;61:67-81.
3. Śliwicka E, Cisoń T, Straburzyńska-Lupa A, Pilaczyńska-Szcześniak Ł. Effects of whole-body cryotherapy on 25-hydroxyvitamin D, irisin, myostatin, and interleukin-6 levels in healthy young men of different fitness levels. *Sci Rep.* 2020 Apr 10;10(1):6175.
4. Mourot L, Cluzeau C, Regnard J. Hyperbaric gaseous cryotherapy: effects on skin temperature and systemic vasoconstriction. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007 Oct;88(10):1339-43
5. Abaïdia AE, Lamblin J, Delecroix B, Leduc C, McCall A, Nédélec M, Dawson B, Baquet G, Dupont G. Recovery From Exercise-Induced Muscle Damage: Cold-Water Immersion Versus Whole-Body Cryotherapy. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017 Mar;12(3):402-409.
6. Torres R, Ribeiro F, Alberto Duarte J, Cabri JM. Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport.* 2012 May;13(2):101-14.
7. Crane JD, Ogborn DI, Cupido C, Melov S, Hubbard A, Bourgeois JM, Tarnopolsky MA. Massage therapy attenuates inflammatory signaling after exercise-induced muscle damage. *Sci Transl Med.* 2012 Feb 1;4(119):119ra13

8. Kwicicien SY, McHugh MP. The cold truth: the role of cryotherapy in the treatment of injury and recovery from exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2021 Aug;121(8):2125-2142.
9. Shin MS, Sung YH. Effects of Massage on Muscular Strength and Proprioception After Exercise-Induced Muscle Damage. *J Strength Cond Res.* 2015 Aug;29(8):2255-60.
10. Deschenes MR, Brewer RE, Bush JA, McCoy RW, Volek JS, Kraemer WJ. Neuromuscular disturbance outlasts other symptoms of exercise-induced muscle damage. *J Neurol Sci.* 2000 Mar 15;174(2):92-9.
11. 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 Feb 15;2012(2):CD008262.
12. Freire B, Geremia J, Baroni BM, Vaz MA. Effects of cryotherapy methods on circulatory, metabolic, inflammatory and neural properties: a systematic review. *Fisioterapia em Movimento.* 2016, vol. 29, p. 389-398.
13. Albrecht S, le Blond R, Köhler V, Cordis R, Gill C, Kleihues H, Schlüter S, Noack W. Kryotherapie als Analgesietechnik in der direkten, postoperativen Behandlung nach elektivem Gelenkersatz [Cryotherapy as analgesic technique in direct, postoperative treatment following elective joint replacement]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1997 Jan-Feb;135(1):45-51.
14. Rose C, Edwards KM, Siegler J, Graham K, Caillaud C. Whole-body Cryotherapy as a Recovery Technique after Exercise: A Review of the Literature. *Int J Sports Med.* 2017 Dec;38(14):1049-1060.

15. Page MJ, McKenzie J E, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021; 372:n71.
16. Costello JT, Baker PR, Minett GM, Bieuzen F, Stewart IB, Bleakley C. Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Sep 18;(9):CD010789.
17. Wilson LJ, Cockburn E, Paice K, Sinclair S, Faki T, Hills FA, Gondek MB, Wood A, Dimitriou L. Recovery following a marathon: a comparison of cold water immersion, whole body cryotherapy and a placebo control. *Eur J Appl Physiol*. 2018 Jan;118(1):153-163.
18. Krueger M, Costello JT, Achtzehn S, Dittmar KH, Mester J. Whole-body cryotherapy (-110 °C) following high-intensity intermittent exercise does not alter hormonal, inflammatory or muscle damage biomarkers in trained males. *Cytokine*. 2019 Jan;113:277-284.
19. Russell M, Birch J, Love T, Cook CJ, Bracken RM, Taylor T, Swift E, Cockburn E, Finn C, Cunningham D, Wilson L, Kilduff LP. The Effects of a Single Whole-Body Cryotherapy Exposure on Physiological, Performance, and Perceptual Responses of Professional Academy Soccer Players After Repeated Sprint Exercise. *J Strength Cond Res*. 2017 Feb;31(2):415-421.
20. Kojima C, Kasai N, Kondo C, Ebi K, Goto K. Post-Exercise Whole Body Cryotherapy (-140 °C) Increases Energy Intake in Athletes. *Nutrients*. 2018 Jul 12;10(7):893.
21. Louis J, Theurot D, Filliard JR, Volondat M, Dugué B, Dupuy O. The use of whole-body cryotherapy: time- and dose-response investigation on circulating blood catecholamines and heart rate variability. *Eur J Appl Physiol*. 2020 Aug;120(8):1733-1743.

22. Douzi W, Dupuy O, Tanneau M, Boucard G, Bouzigon R, Dugué B. 3-min whole body cryotherapy/cryostimulation after training in the evening improves sleep quality in physically active men. *Eur J Sport Sci.* 2019 Jul;19(6):860-867.
23. Krüger M, de Mareés M, Dittmar KH, Sperlich B, Mester J. Whole-body cryotherapy's enhancement of acute recovery of running performance in well-trained athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015 Jul;10(5):605-12.
24. Wilson LJ, Dimitriou L, Hills FA, Gondek MB, Cockburn E. Whole body cryotherapy, cold water immersion, or a placebo following resistance exercise: a case of mind over matter? *Eur J Appl Physiol.* 2019 Jan;119(1):135-147.
25. Louis J, Schaal K, Bieuzen F, Le Meur Y, Filliard JR, Volondat M, Brisswalter J, Hausswirth C. Head Exposure to Cold during Whole-Body Cryostimulation: Influence on Thermal Response and Autonomic Modulation. *PLoS One.* 2015 Apr 27;10(4):e0124776.
26. Petersen AC, Fyfe JJ. Post-exercise Cold Water Immersion Effects on Physiological Adaptations to Resistance Training and the Underlying Mechanisms in Skeletal Muscle: A Narrative Review. *Front Sports Act Living.* 2021 Apr 8;3:660291.
27. Broatch JR, Petersen A, Bishop DJ. Postexercise cold water immersion benefits are not greater than the placebo effect. *Med Sci Sports Exerc.* 2014 Nov;46(11):2139-47.
28. Jamurtas AZ, Fatouros IG, Buckenmeyer P, et al. Efectos del ejercicio pliométrico sobre el daño muscular y los niveles de creatina quinasa en plasma y su comparación con el ejercicio excéntrico y concéntrico. *J Fuerza Cond Res* 2000; 14: 68–74.
29. Lombardi G, Ziemann E, Banfi G. Whole-Body Cryotherapy in Athletes: From Therapy to Stimulation. An Updated Review of the Literature. *Front Physiol.* 2017 May 2;8:258.

10. ANEXOS

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

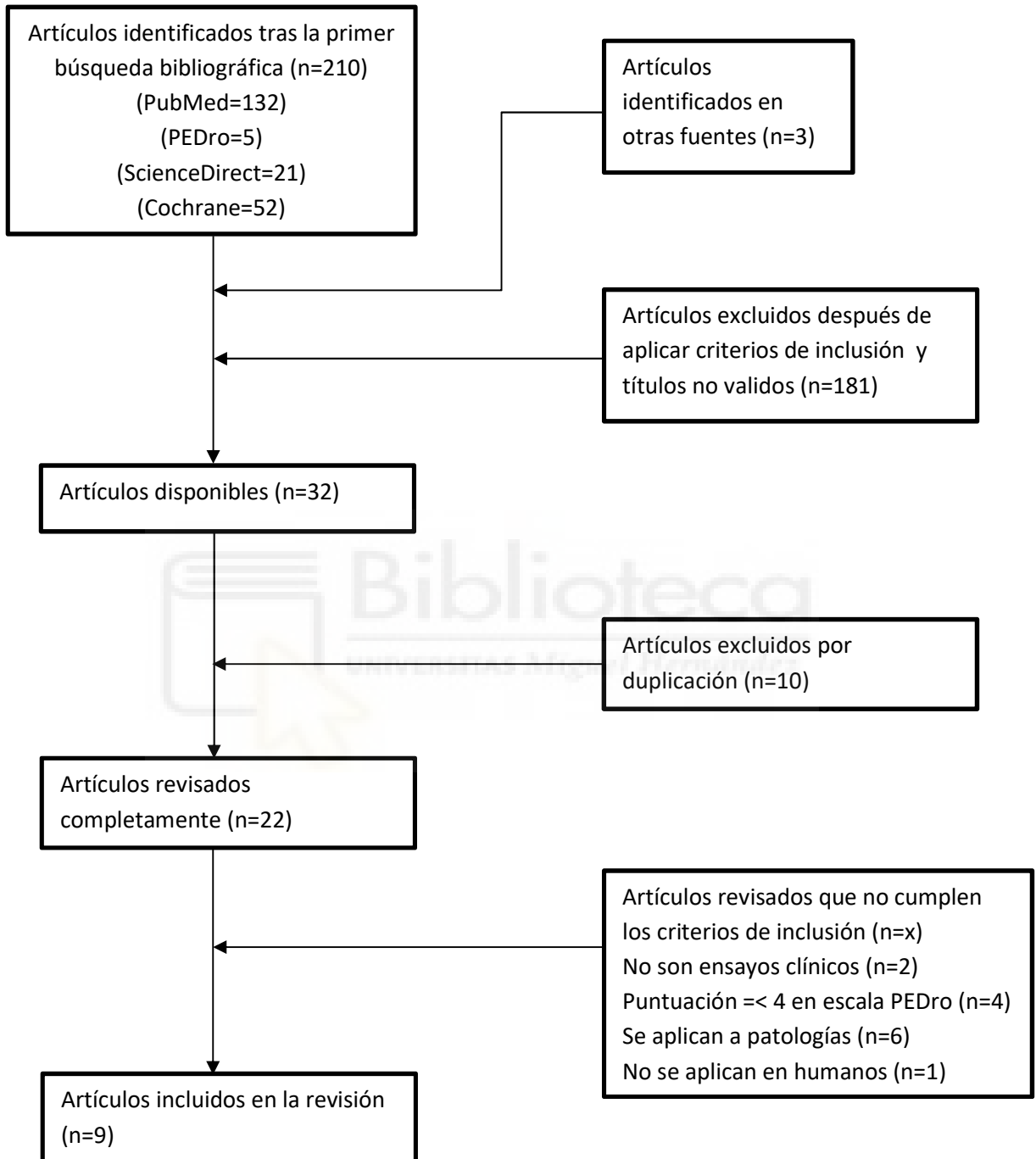


Tabla 1. Escala PEDro.

AUTOR Y AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Albaïda et al., 2016	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6
Wilson et al., 2018	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6
Krueger et al., 2019	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	7
Rusell et al., 2017	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5
Kojima et al., 2018	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	7
Louis et al., 2020	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	5
Douzi et al., 2019	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	5
Krüger et al., 2015	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	5
Wilson et al., 2019	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	5

MEDIA: 5.67

Criterio 1. Los criterios de elección fueron especificados. **Criterio 2.** Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos. **Criterio 3.** La asignación fue oculta. **Criterio 4.** Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes. **Criterio 5.** Todos los sujetos fueron cegados. **Criterio 6.** Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados. **Criterio 7.** Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados. **Criterio 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. **Criterio 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". **Criterio 10.** Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave. **Criterio 11.** El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

(+) = PRESENTE; (-) = AUSENTE

Se incluye un criterio adicional (Criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("Aplicabilidad del ensayo"). Siguiendo las recomendaciones de la escala PEDro, no se tendrá en cuenta este criterio en el cálculo de la puntuación final.

Tabla 2. Información extraída de los artículos.

AUTOR Y AÑO	TIPO DE ESTUDIO Y OBJETIVOS	SUJETOS	GRUPOS INTERVENCIÓN	VARIABLES MEDIDAS	RESULTADOS
Albaida et al., 2016	<p>Tipo: Ensayo clínico cruzado aleatorizado.</p> <p>Objetivos: El objetivo de este estudio fue comparar los efectos de la inmersión en agua fría y la crioterapia de cuerpo entero en la recuperación tras el daño muscular inducido por el ejercicio.</p>	<p>10 hombres físicamente activos, sin lesiones previas de isquiotibiales, (edad: 23,4±4 años; altura: 178±9 cm; masa corporal: 73,4±12,0 kg). Sin actividad física, ingesta de alcohol o cafeína 24 horas previas al ensayo.</p> <p>CWI: 5 sujetos (pierna dominante- no dominante).</p> <p>WBC: 5 sujetos (pierna dominante- no dominante).</p>	<p>Ambos grupos realizaron dos sesiones de familiarización consistentes en 5 repeticiones de la prueba a baja intensidad y 2 repeticiones a máxima. El ejercicio consistió en contracciones excéntricas de isquiotibiales (5x15) a una sola pierna.</p> <p>CWI: Bipedestación, bañador, agua hasta el cuello a 10°C durante 10 min.</p> <p>WBC: Criocabina de nitrógeno líquido a -110°C durante 10 min. Cabeza fuera, calcetines, guantes y suecos dentro.</p>	<p>Pruebas de fuerza: Dinamómetro isocinético en flexión de rodilla a 60° (excéntrico e isométrico (5s)). 2 ensayos intercalados por 3 minutos de descanso. A las 0h, 24h, 48h y 72h post ejercicio.</p> <p>Salto a una pierna y después a dos piernas en contra movimiento. Manos en caderas y rodilla flexionada al caer en flexión según el sujeto. 2 ensayos entre 1 minuto de descanso. A las 0h, 24h, 48h y 72h post ejercicio.</p> <p>Creatina quinasa: Muestras de sangre de la yema del dedo para evaluar concentraciones de creatina quinasa en plasma. A las 0h, 24h, 48h y 72h post ejercicio.</p> <p>Dolor muscular y recuperación: Dolor en escala Likert (0-10), y de recuperación invertida de Laurent (0 muy bien recuperado al 10 muy mal recuperado). El dolor se midió antes del ejercicio y tanto dolor como recuperación se midieron a las 0h, 24h, 48h y 72h post ejercicio.</p>	<p>Los resultados mostraron un efecto más favorable para la inmersión en agua fría (CWI), tanto en una pierna como en dos en las pruebas de fuerza de salto 72 horas post ejercicio.</p> <p>Además el dolor fue menor 48 horas posterior al ejercicio tras la inmersión en agua fría.</p> <p>La percepción de recuperación fue moderadamente mayor pasadas las 24 horas tras la inmersión en agua fría.</p>
Wilson et al., 2018	<p>Tipo: Ensayo clínico controlado aleatorizado.</p> <p>Objetivo: Este estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de la crioterapia de cuerpo entero (WBC) y la inmersión en agua fría (CWI) en los marcadores de recuperación después de un maratón.</p>	<p>31 voluntarios varones sanos, corredores de resistencia entrenados, con tiempo de finalización de maratón igual o inferior a 4,5h. No fumadores. 5 días previos sin tratamiento y 2 días previos al maratón sin ejercicio.</p> <p>Grupo placebo: 11 sujetos.</p> <p>CWI: 10 sujetos.</p> <p>WBC: 10 sujetos.</p>	<p>Día de prueba previo al maratón para concienciar. Intervención de tratamiento 15 minutos posterior al maratón. Se les pidió que marcaran el ritmo de la carrera, y consumieran BCAA, proteínas o cafeína.</p> <p>Placebo: Tomaron jugo de cereza (2x30ml al día) 8 días en total. Descanso tras la carrera.</p> <p>CWI: Después del ejercicio, sentados en baño de hielo a 8°C durante 10 min (piernas y cresta iliaca). Con pantalones cortos, posterior al baño secado con toalla y ropa seca.</p> <p>WBC: 2 sesiones: 3 minutos a -85°C ± 5°C, 15 minutos de calentamiento a temperatura ambiente y otra sesión de 4 minutos a -85°C ± 5°C. Durante exposición, caminar lento, flexionaban y extendían los codos y los dedos, y usaron un par de pantalones cortos, guantes, calcetines y zapatos secos, un sombrero y una máscara.</p>	<p>Torque pico y contracciones isométricas: El torque extensor máximo de la rodilla y la contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) se midieron en la extremidad dominante utilizando un dinamómetro isocinético. Tres esfuerzos máximos de 5 segundos a 60°. El MVIC se midió a 90° de rodilla.</p> <p>Caída de salto: Dejarse caer de 30 cm y salto vertical máxima altura posible. Manos en caderas y 3 repeticiones. El índice de fuerza reactiva (RSI) se calculó dividiendo el desplazamiento vertical (altura del salto) en metros, por el tiempo de contacto con el suelo en segundos.</p> <p>Dolor: En EEII durante sentadilla con peso corporal (90°), mediante la escala de Linkert (0 sin dolor-10 mucho dolor).</p> <p>DALDA: Solo la parte B del cuestionario; permite a las personas calificar los síntomas de las reacciones de estrés como peores de lo normal, normales o mejores de lo normal.</p> <p>Muestra de sangre: 8 ml para CK-M, PCR, IL-6 y TNF-α</p> <p>Todos se registraron al terminar la terapia y a las 24 y 48 h.</p>	<p>WBC tuvo un impacto nocivo en cuanto a la función muscular con respecto al CWI, y los dos menos que el placebo. El WBC en cambio sí que influyó positivamente en cuanto al estrés del entrenamiento.</p> <p>Con la excepción de la proteína C reactiva (PCR) a las 24 y 48 h, ninguna intervención de crioterapia influyó positivamente en los marcadores sanguíneos de inflamación o daño estructural en comparación con el placebo.</p>

<p>Krueger et al., 2019</p>	<p>Tipo: Ensayo clínico cruzado aleatorizado.</p> <p>Objetivos: Investigar los efectos agudos de una única sesión de WBC durante ejercicio intermitente.</p>	<p>11 atletas masculinos sanos y familiarizados con entrenamiento a resistencia (carrera)(edad: 25,9 ± 2,1 años; altura: 183,4 ± 3,4 cm; masa: 76,3 ± 6,6 kg; índice de masa corporal 22,7 ± 1,7 kg m⁻² grasa corporal: 10,7 ± 1,9%). Exclusión contraindicaciones crioterapia. Abstinencia alcohol y cafeína 24 horas previo. No ejercicio 48 horas previo a las pruebas.</p> <p>WBC: Equilibrado.</p> <p>Control: Equilibrado.</p>	<p>Protocolo de ejercicio incremental hasta agotamiento que consistía: 3 repeticiones de 3 minutos en cinta rodante a 3,2, 3,6 y 4,0 m s⁻¹ con gradiente al 1% y 30 s de descanso. A partir de entonces, la velocidad se incrementó a 4,4 m s⁻¹ y se subió el gradiente a 0,5% cada 30 s hasta el agotamiento (rampa 1). Tras 5 minutos, HIR de 5 x 5 minutos al 90% de velocidad máxima (4 min recuperación activa entre los intervalos). Después 1 h recuperación pasiva.</p> <p>WBC: Tres salas (-10, -60 y -110°C). Pasan las dos primeras rápidamente y permanecen 3 minutos caminando en la última.</p> <p>Control: Caminaron lento en laboratorio 3 min (a 21,7 ± 0,8 °C y 35,8 ± 8,3% de humedad).</p> <p>Tras 60 minutos realizaron un segundo ejercicio mismo diseño anterior (rampa 2).</p>	<p>Muestra de sangre: Antes y después de rampa 1+HIR y de la rampa 2 y 1,4 y 24 horas posteriores. Para: cortisol, testosterona, IL-6, IL-10, sICAM-1, PCR y mioglobina.</p>	<p>No hay diferencia significativa en la respuesta inflamatoria, el daño muscular u hormonal entre los grupos de intervención.</p> <p>Las perturbaciones en los biomarcadores inflamatorios, daño muscular y hormonales volvieron a los niveles basales tras 24 horas.</p> <p>El aumento de cortisol, se correlacionó negativamente con el rendimiento posterior de la carrera.</p>
<p>Rusell et al., 2017</p>	<p>Tipo: Ensayo clínico cruzado aleatorizado.</p> <p>Objetivo: El objetivo fue examinar los efectos fisiológicos, de rendimiento y perceptuales de un turno de WBC después de un ejercicio de sprint repetido en jugadores de fútbol profesionales.</p>	<p>14 jugadores de fútbol masculino de la academia de un club profesional de la liga inglesa (edad: 18 ± 2 años; masa: 74,5 ± 5,5 kg, estatura: 1,78 ± 0,05 m).</p> <p>WBC: 7 jugadores.</p> <p>Control: 7 jugadores.</p>	<p>Dos ensayos separados por 7 días en polideportivo de 25°C. Sesión ligera de entrenamiento táctico, abstinencia de cafeína y ingesta dietética las 24 horas previas a cada prueba. Breve calentamiento (5 min), 2 intentos de CMJ (30 segundos separados) en plataforma de fuerza, entrada en calor (10 min), descanso pasivo 5 min y sprints a 15x30m separados por 60 segundos con desaceleración.</p> <p>WBC: 20 minutos posterior a los sprints. Pantalones cortos, calcetines, zuecos, máscara, guantes y gorro. Primera cámara 30 segundos a -65°C, y segunda cámara 120 segundos a -135°C moviendo dedos y piernas.</p> <p>Control: Sentados en temperatura ambiente (25°C) durante 110 minutos.</p> <p>Posteriormente, ingesta dietética y ningún entrenamiento hasta las 24 horas.</p>	<p>Muestras de sangre: Lactato y creatina quinasa en sangre.</p> <p>Muestra de saliva: Testosterona y cortisol en saliva.</p> <p>Test CMJ: Salto vertical para potencia de MMII. Manos en caderas, y salto vertical después de un rápido contra movimiento hacia abajo.</p> <p>Percepción de recuperación: Escala Linkert de 10 puntos.</p> <p>Dolor muscular: Escala Linkert de 7 puntos.</p> <p>Las muestras de sangre y saliva, el dolor muscular percibido y la recuperación, y el rendimiento del CMJ se evaluaron inmediatamente, 2 horas y 24 horas (saliva y sangre antes también) después del protocolo de sprint repetido, y estas mediciones tardaron aproximadamente 10 minutos en completarse en cada ocasión.</p>	<p>Aumento la concentración de testosterona 2 y 24 horas posterior a la intervención WBC.</p> <p>No hubo diferencias en el rendimiento de salto contra movido, las concentraciones de lactato y CK en sangre y la recuperación percibida.</p>
<p>Kojima et al., 2018</p>	<p>Tipo: Ensayo clínico cruzado aleatorizado.</p> <p>Objetivo: Investigar el efecto del WBC en la regulación del apetito después del ejercicio.</p>	<p>12 atletas universitarios varones (edad: 20,5 ± 1,1 años, altura: 174,2 ± 4,9 cm, peso: 65,6 ± 6,4 kg, IMC: 21,5 ± 1,4 kg/m²). Entrenaban 5 veces/ semana (2,5 horas/día). Noche anterior en ayunas.</p> <p>WBC: 6 sujetos.</p> <p>Control: 6 sujetos.</p>	<p>Tras 20 minutos empezaron con el ejercicio en ergómetro de bicicleta que consistía en: calentamiento (5 minutos a 80-100 rpm con 3 periodos de pedaleo máximo), 10 s de pedaleo máximo a 1,5% de peso corporal, 3 series por 5 repeticiones de 6 segundos de pedaleo máximo con 24 s de descanso al 7,5% de peso corporal (8 min descanso entre series) y dos periodos de pedaleo máximo durante 20 s, con 5 min de descanso, al 7,5% y 5,0% del peso corporal. Periodo de descanso de 5-10 minutos entre cada ejercicio. A 22° C y 40% de humedad. 10 minutos después se pasó a la intervención.</p> <p>WBC: 3 minutos a -140°C caminando lentamente. Se les permitió llevar zapatos y calcetines durante el tratamiento.</p>	<p>Muestras de sangre: Lactato, glucosa, leptina e insulina. Se tomaron muestras después de 20 minutos desde la llegada, después del ejercicio (antes del WBC) y a los 30 minutos después del ejercicio.</p> <p>Datos subjetivos de apetito, fatiga y dolor muscular: Mediante la escala EVA de 100mm (de 0 a 4 mm pueden considerarse sin dolor; de 5 a 44 mm, dolor leve; de 45 a 74 mm, dolor moderado; y de 75 a 100 mm, dolor intenso). Antes del ejercicio, después del ejercicio, 15 min después del ejercicio y 30 min después del ejercicio.</p> <p>Parámetros respiratorios: A los 22 minutos post ejercicio. Captación de oxígeno, producción de dióxido de carbono y ventilación/min.</p>	<p>Se descubrió que en la intervención WBC se aumentó significadamente la ingesta de energía. Las hormonas de apetito no participaron en este efecto.</p> <p>No hubo diferencias en los otros parámetros entre las dos intervenciones utilizadas.</p>

			Control: Descanso en temperatura ambiente.	Temperatura de la piel: Cada 5 s. Antes del ejercicio 3 minutos y después del ejercicio a los 3 minutos, de forma continuada hasta el buffet de comida. Comida buffet: Para evaluar la ingesta de energía y macronutrientes mediante un programa dietético. 30 min post ejercicio y durante 30 minutos.	
Louis et al., 2020	Tipo: Ensayo clínico controlado aleatorizado. Objetivo: Examinar el efecto de diferentes condiciones de WBC en el equilibrio simpatovagal.	40 hombres sanos atletas recreativos, entre 20 y 55 años, no acostumbrados a la crioterapia. Sin fumar, ni beber alcohol, ni bebidas calientes 4 h previo a la exposición. También restringir la actividad física 24 horas previas a cada sesión. WBC1: 10 sujetos. WBC2: 10 sujetos. WBC3: 10 sujetos. Control: 10 sujetos.	Cada grupo fue expuesto a 5 sesiones de 5 días de ensayo clínico, siendo en el segundo día la exposición a la intervención. Antes de la sesión, había que secarse el sudor con una toalla y usaban traje de baño, máscara, banda para oreja, guantes, calcetines secos y zuecos. Durante la sesión de WBC caminar lentamente en la cámara. WBC1: -10°C durante 3 minutos. WBC2: -60°C durante 3 minutos. WBC3: -110°C durante 3 minutos. Control: 24°C durante 3 minutos.	Temperatura cutánea y timpánica: Con una cámara termográfica. La medición se realizó antes, 5 min después y 20 min tras la aplicación del WBC, en la sala ambiente. Antes y después se realizó una estimación con el termómetro timpánico. Presión arterial, frecuencia cardíaca e índices de HRV: Se registró la FC antes y 5 minutos después de la intervención y se registró en la computadora para analizar. Análisis de sangre: Antes y después de la 1ª y 5ª sesión mediante muestras de sangre. Se determinó la epinefrina y la norpinefrina. Sensaciones térmicas y de confort: Antes, después, y a los 5 minutos y a los 20 minutos. Temperatura mediante escala estándar de 9 puntos (4: muy caliente, -4: mucho frío) y confort en 4 puntos (0: cómodo, 4: extremadamente incómodo).	Solo la condición WBC más extrema (-110 °C) indujo un aumento en la actividad parasimpática. Esto se observó mediante una disminución sistemática de la FC después de cada exposición y un aumento de la norepinefrina en sangre. La mayor disminución de la temperatura de la piel se registró en la condición de -110 °C y seguía siendo significativa 20 minutos después de la exposición. La presión arterial sistólica y diastólica aumentó significativamente después de la exposición en la condición de -110 °C.
Douzi et al., 2018	Tipo: Ensayo clínico controlado aleatorizado. Objetivo: Analizar el impacto de la WBC en la calidad de sueño subjetiva y objetiva tras una sesión de entrenamiento estandarizada.	22 hombres sanos que entrenan regularmente (3 veces/semana de 1h). Edad: 28,5 ± 7,3 años; peso: 71,7 ± 12,4 kg; altura: 176,1 ± 6,1 cm; velocidad aeróbica máxima (VAM): 17,2 ± 1,3 km/h. Abstinencia de ejercicio intenso, café y el alcohol 24 horas antes y después del experimento. WBC: 11 sujetos. Control: 11 sujetos.	Se realizó durante 2 semanas (1 sesión/semana). Se realizó un entrenamiento de 55 minutos a 21-22°C; 5 min de calentamiento, ejercicio continuo al 65% de nuestra capacidad durante 25 minutos, un ejercicio intermitente de 3 series de 7 minutos al 85%, separadas por 2 minutos de recuperación activa al 60%. 30 minutos después recuperación pasiva o WBC. En la WBC usaban máscara, cinta para orejas, ropa interior, calcetines y guantes. WBC: 30 s a -25°C y 3 minutos a -40°C. Control: Recuperación pasiva de 3 minutos a temperatura ambiente.	Temperatura de la piel: Sondas térmicas cada 30 segundos. Fatiga y dolor: Antes y después de la sesión de ejercicio y a la mañana siguiente, mediante la escala EVA (1-10 puntos). Variabilidad de la frecuencia cardíaca durante la noche: Los sujetos llevaban un monitor de FC cada noche después de la exposición. Desde la hora de acostarse hasta levantarse. Evaluación de la calidad de sueño: Mediante actiógrafo de muñeca para registrar movimientos durante la noche. Anotando hora que se acostaron y se levantaron.	Los principales resultados que la crioterapia de cuerpo entero mejora la calidad subjetiva y objetiva del sueño, aumenta la reactivación de la actividad parasimpática y reduce el dolor 24 horas después del ejercicio. Además, la temperatura de la piel alcanzó los 12°C al final de la exposición estimulando el efecto analgésico.
Krüger et al., 2015	Tipo: Ensayo clínico cruzado aleatorizado. Objetivo: Determinar los efectos agudos de un protocolo de WBC sobre la recuperación y las	11 atletas masculinos sanos, no fumadores y con entrenamiento de resistencia (3 veces/ semana durante 8 años)(edad: 25,9 ± 2,1 años, altura: 183,4 ± 3,4 cm, masa: 76,3 ± 6,6 kg, índice de masa corporal: 22,7 ± 1,7 kg/ m2, grasa corporal 10,7% ± 1,9%). Abstinencia de alcohol y cafeína 24	4 visitas al laboratorio: Chequeo médico, prueba de pasos, y las dos últimas las pruebas principales. Los dos días de intervención cruzada separados por 1 semana. El ejercicio consistía en: 3 repeticiones de 3 minutos en cinta rodante a 3,2, 3,6 y 4,0 m s ⁻¹ con gradiente al 1% y 30 s de descanso. Después se aumentó 4,4 m/s y se mantuvo constante mientras la pendiente se incrementaba un 0,5% cada 30 segundos hasta el agotamiento. Tras 5 minutos de recuperación, se llevó a cabo el ejercicio intenso que consistía en 5 minutos al 90% de la velocidad máxima alcanzada en la prueba del	Temperatura central: Cápsulas ingeribles con sensor de temperatura (4-5 horas previo). Se registró cada 60 segundos. La temperatura de la pie mediante cámara termoiimagen (cabeza, tronco, brazos, muslos y piernas). Cuestionario: Primer parte constaba de la percepción de estado físico (PEPS), segunda parte formulario breve para calificar el estado psicofísico individual (escala EZ). Datos respiratorios: Analizador abierto respiración a respiración a través de una turbina y una máscara.	En condiciones de ambiente termoneutral, el WBC (3 min a -110°C) es capaz de mejorar la recuperación aguda del rendimiento de resistencia máxima aproximadamente 15 minutos. La carga cardiorrespiratoria y perceptiva se reduce durante la carrera a después del WBC, indicada por la disminución de la frecuencia cardíaca, el VO ₂ y el RPE en comparación con el control.

	variables de resistencia.	<p>horas previo. No practicar ejercicio 2 días antes de la prueba.</p> <p>Grupos control y WBC equilibrados. Tamaño de la muestra $n=10.2 \pm 1.5$.</p>	<p>segundo día con 4 minutos de recuperación activa entre los intervalos (60%). Después 1 hora de recuperación pasiva en laboratorio con ingesta de 0,5L de líquido.</p> <p>WBC: Máscara, pantalones cortos, guantes, cinta oreja, calcetines y zapatos. Atravesaron dos cámaras de -10 y -60°C rápidamente para quedarse 3 min en la cámara de -110°C caminando lentamente.</p> <p>Control: Seguimiento de recuperación pasiva.</p> <p>Tras la recuperación se realizó una segunda prueba igual a la primera.</p>	<p>Frecuencia cardíaca: Mediante cinturón de frecuencia cardíaca.</p> <p>Muestras de sangre: Del lóbulo de la oreja y obtención del lactato.</p> <p>Nivel de esfuerzo: Mediante la escala de Borg (6-20.25).</p> <p>Oxigenación del vasto lateral derecho de infrarrojo cercano.</p> <p>Todos los parámetros fueron medidos antes del ejercicio, después del ejercicio, antes de la intervención, después de la intervención y después de la segunda prueba.</p>	<p>Tres minutos de WBC a -110°C conducen a una mayor oxigenación del vasto lateral durante el posterior ejercicio de alta intensidad en comparación con el control.</p>
Wilson et al., 2019	<p>Tipo: Ensayo clínico controlado.</p> <p>Objetivo: Comparar la eficacia de WBC y CWI en la recuperación después de un ejercicio de fuerza.</p>	<p>24 varones sanos sin experiencia en crioterapia y con experiencia en entrenamiento de fuerza. No fumadores, sin antecedentes ni lesiones. 72 horas previas abstención de ejercicio y de tratamientos terapéuticos. Los sujetos se emparejaron en los grupos en función de una proporción de sentadilla (IRM).</p> <p>Placebo: 8 sujetos.</p> <p>WBC: 8 sujetos.</p> <p>CWI: 8 sujetos.</p>	<p>Cálculo de 1RM previo al ejercicio. Tras completar el calentamiento, se realizó 4 series de 6 repeticiones de sentadillas, 4x8 repeticiones de sentadillas divididas, 4x8 repeticiones de empujes de cadera y 4x8 repeticiones de peso muerto rumano al 80% de la 1RM. Se descansaba 15 min entre ejercicio.</p> <p>WBC: 3 min a -85 ± 5 °C, período de calentamiento de 15 minutos a temperatura ambiente y de nuevo 4 min a -85 ± 5 °C. Pantalones cortos, guantes, calcetines, zapatos, sombrero y máscara.</p> <p>CWI: Crestas iliacas y extremidades inferiores. Baño de hielo lleno de agua enfriada a 10° ($\pm 0,5^\circ$) durante 10 min. Con pantalones cortos.</p> <p>Placebo: Pastilla de almidón de maíz y se les informó de la suplementación. Descanso en silencio 10 minutos.</p>	<p>DALDA: Síntomas de reacción al estrés mediante cuestionario, solo con la parte B.</p> <p>Muestra de sangre: Análisis de CK-M, IL-6, CRP y factor de necrosis tumoral. Al inicio, después del entrenamiento, 60 y 120 min después de la intervención, 24, 48 y 72 h.</p> <p>Dolor percibido: Dolor en extremidades inferiores durante una sentadilla con peso corporal en la escala de Linkert (0 sin dolor-10 demasiado dolorido para moverse).</p> <p>Torque pico y contracciones isométricas: El torque extensor máximo de la rodilla y la contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) se midieron en la extremidad derecha utilizando un dinamómetro isocinético. 3x3 s de contracción isométrica máxima de extensores de rodilla a 90°. Después 3 esfuerzos máximos isocinéticos a 60° de flexores y extensores de rodilla.</p> <p>Índice de fuerza reactiva: Dejarse caer en una plataforma a 30 cm y luego verticalmente para alcanzar la altura máxima. Hincapié en tiempo de contacto en suelo. 3 intentos. Se calculó tiempo de vuelo dividido por tiempo de contacto de suelo.</p> <p>Salto con contra movimiento: En una plataforma de fuerza portátil, hicieron un contra movimiento hasta cuclillas antes de saltar verticalmente. Manos en caderas. Se utilizaron los valores de altura máxima.</p> <p>Sentadilla isométrica: En una plataforma de fuerza portátil. Se colocó una barra en línea con la base del esternón, para garantizar un rango medio de movimiento. Posición estable debajo de la barra mientras aplicaban una presión mínima para empujar hacia arriba lo más rápido y fuerte posible y mantener la contracción durante 3 s x 3 intentos con descanso de 3 min. El desarrollo de la fuerza se calculó a partir de la curva fuerza-tiempo.</p>	<p>Puntuaciones DALDA poco claras. Sin embargo parece que WBC hasta las 24h tuvieron un efecto beneficioso probable en comparación con CWI, pero ninguna de ambas parece ser mejor que el placebo.</p> <p>En dolor muscular, CWI mostró un efecto parecido al placebo en todos los puntos de tiempo, pero hasta la 24 horas WBC fue beneficioso en comparación a las dos intervenciones.</p> <p>La fuerza isométrica máxima a 90° disminuyó en todas las intervenciones y permaneció disminuida. Las comparaciones de grupos revelaron efectos poco claros de las intervenciones en todos los puntos temporales.</p> <p>De manera similar, en términos de fuerza máxima evaluada a través de sentadillas isométricas máximas, CWI demostró una gran reducción del rendimiento en comparación con una reducción moderada en placebo a las 48 h.</p> <p>Para el torque máximo a 60° s^{-1}, ambas intervenciones de crioterapia atenuaron la recuperación en comparación con el placebo a las 24 h.</p> <p>La crioterapia tuvo un impacto reducido en la recuperación del salto con contra movimiento en comparación con el placebo en todos los puntos temporales.</p>