



# ACTUALIZACIONES EN FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO 2019

Luis Miguel López Mojares  
Valentín E. Fernández Elías  
Daniel Blanco Galindo  
Jorge Jiménez Morcillo  
Lidia Brea Alejo  
Eduardo Salazar Martínez  
Sergio López López  
Henry Humberto León Ariza  
Asier Mañas Bote  
Amelia Guadalupe Grau  
Nuria del Cerro Marín  
Fernando Ferreyro Bravo  
Marco Antonio Soriano Rodríguez

Luis A. Berlanga  
José López Chicharro  
(*Coordinadores*)

Con la colaboración de

**MATRIX**  
Strong • Smart • Beautiful

[fisiologiadelejercicio.com](http://fisiologiadelejercicio.com)

# ACTUALIZACIONES EN FISIOLÓGÍA DEL EJERCICIO 2019

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLÓGÍA DEL EJERCICIO

Luis Miguel López Mojares  
Valentín E. Fernández Elías  
Daniel Blanco Galindo  
Jorge Jiménez Morcillo  
Lidia Brea Alejo  
Eduardo Salazar Martínez  
Sergio López López  
Henry Humberto León Ariza  
Asier Mañas Bote  
Amelia Guadalupe Grau  
Nuria del Cerro Marín  
Fernando Ferreyro Bravo  
Marco Antonio Soriano Rodríguez

Luis A. Berlanga  
José López Chicharro  
(*Coordinadores*)

© Exercise Physiology & Training  
Madrid, 2020  
ISBN: 978-84-09-18458-3

Con la colaboración de  
**MATRIX**  
Strong • Smart • Beautiful

# ÍNDICE

Resúmenes generales .....	3
Nutrición y ayudas ergogénicas .....	122
Músculos respiratorios.....	170
Meta-análisis .....	212

ACTUALIZACIONES  
EN FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO  
2019

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO

Resúmenes generales

## El ejercicio induce hipoalgesia: Un meta-análisis sobre la dosis de ejercicio para el tratamiento del dolor crónico

Exercise-induced hypoalgesia: A meta-analysis of exercise dosing for the treatment of chronic pain ([pdf original](#))

Polaski AM, Phelps AL, Kostek MC y col

PLoS One. 2019 Jan 9;14(1):e0210418. doi: 10.1371/journal.pone.0210418

(Autor del resumen: Eduardo Salazar Martínez)



(Ver video-resumen, [click aquí](#))

### Introducción

El dolor crónico afecta a 1.5 billones de personas en el mundo. Como resultado, el dolor crónico prevalece como un gran problema médico consumiendo una gran cantidad de recursos en los sistemas sanitarios. La creciente evidencia indica que el ejercicio es una modalidad terapéutica accesible, de bajo coste y viable para el tratamiento de casi todos los tipos de dolor crónico. Las formas más comunes de ejercicio que se han estudiado como alivio para el dolor incluyen la carrera, andar, ejercicio de fuerza, ejercicio acuático y Tai Chi. El ejercicio se ha mostrado como una forma efectiva para reducir el dolor y beneficiar la función física diaria de los pacientes en varias enfermedades musculoesqueléticas, entre las que se incluyen el dolor de cuello, osteoartritis, fibromialgia y dolor lumbar crónico. La actividad física se ha asociado a la reducción en los síntomas de depresión y ansiedad, sugiriendo que el ejercicio podría ser especialmente beneficioso en el contexto del dolor crónico en enfermedades psíquicas. Aunque a nivel general la evidencia sugiere que el ejercicio podría tener al menos un efecto moderadamente beneficioso en el dolor crónico, existen algunos aspectos relacionados con la prescripción a tener en cuenta. Uno de ellos es la presencia de miedo o evitación. Otros incluyen el acceso limitado a un entrenamiento seguro, al material adecuado, falta de la contabilización del dolor durante el ejercicio y la falta de datos específicos para cada la condición de cada individuo. Los cuatro componentes que establecen la dosis de ejercicio y que pueden ser ajustados en la prescripción incluyen: (1) la frecuencia semanal, (2) el tiempo dedicado a la semana, (3) la duración total de la intervención medido en semanas, y (4) la intensidad del ejercicio. Una de las limitaciones de esta definición de dosis es que no describe con exactitud todas las variables que se incluyen en el entrenamiento de fuerza (series, repeticiones etc.). El Colegio Americano de Medicina Deportiva recomienda 30 minutos de ejercicio de intensidad moderada cinco días a la semana (ó 150 MET-minutos) para mantener



la condición cardiorrespiratoria, musculoesquelética y neuromotora en adultos sanos. Idealmente, esta dosis de ejercicio se implementaría y mantendría a largo plazo para obtener beneficios continuos para la salud. Sin embargo, estas recomendaciones pueden ser una dosis inicial demasiado alta para las personas que experimentan dolor crónico, especialmente en las afecciones en las que el movimiento induce dolor o genera un miedo o rechazo. Por lo tanto, es necesario evaluar críticamente la dosis más adecuada de ejercicio para el dolor crónico. El objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre la dosis medida de ejercicio y el tamaño del efecto en el dolor crónico.

La hipótesis de este estudio establece que la dosis de ejercicio podría tener un impacto en la eficacia del ejercicio como terapia para reducir el dolor crónico.

### *Material y métodos*

Los artículos se seleccionaron sistemáticamente en función de la modalidad de ejercicio y los estados de dolor. Las modalidades de ejercicio consistieron en categorías más amplias que no se excluyen mutuamente, como el entrenamiento de fuerza, el ejercicio aeróbico (tierra o agua), el ejercicio acuático y terapia de meditación y movimiento. La clasificación y el análisis más específicos de los programas de ejercicios incluyeron: caminar, trotar, pilates, tai chi, qigong, ejercicios de control motor, ejercicios de rango de movimiento (ROM) y flexibilidad, ejercicios aeróbicos acuáticos, entrenamiento de fuerza en medio acuático y ejercicios aeróbicos en tierra. Estas intervenciones de ejercicio se definen como entrenamiento físico y no actividad física o episodios esporádicos de ejercicio. Los estados de enfermedad incluyeron artritis reumatoide (AR), osteoartritis (OA), fibromialgia (FMS), dolor lumbar (LBP), claudicación intermitente (IC), dolor de cuello (NP), lesión de la médula espinal (SCI) y dolor patelofemoral (PFPS).

### *Discusión*

Prescribir ejercicio como la primera terapia para contrarrestar el dolor crónico presenta varios desafíos. Uno de ellos es determinar que tipo de ejercicio es el que mejor encaja para cada condición de dolor crónico y en consecuencia para cada paciente. Se sabe que el ejercicio de una intensidad baja a moderada (50 a 60% de la frecuencia cardíaca máxima) es suficiente para mejorar los síntomas de dolor crónico. Aunque existe una cantidad significativa de evidencia en la literatura que sugiere que el ejercicio es una modalidad eficaz para el tratamiento del dolor crónico, prácticamente no se conoce la dosis adecuada de ejercicio para una enfermedad o tipo de paciente determinado. Es decir, casi todos los estudios comparan una dosis única de ejercicio para controlar las condiciones u otros tratamientos alternativos. Esta es una limitación notable y sustancial en el uso del ejercicio como una terapia basada en la evidencia. La falta de estudios enfocados en la dosis óptima de ejercicio significa que los pacientes pueden no estar recibiendo la terapia óptima y / o recibir una terapia que realmente incremente el dolor. Como se describió anteriormente, se correlacionó el dolor o el tamaño del efecto analgésico observado en pacientes con la dosis prescrita para abordar esta pregunta.

Aunque el análisis de regresión lineal de los datos mostró solo una correlación significativa; dolor de cuello vs DURACIÓN, el modelo de regresión lineal multivariable permitió evaluar el impacto relativo de la FRECUENCIA vs TIEMPO vs DURACIÓN sobre los efectos positivos y negativos en el dolor (p: los pacientes están mejorando o empeorando). Cuando se comparan los cambios con las mediciones de dosis únicas (FRECUENCIA, TIEMPO o DURACIÓN) mientras se mantienen las otras variables constantes, se encontró un efecto analgésico mayor cuando

se incrementó la frecuencia por semana. Por el contrario, cuando se incrementó el TIEMPO en minutos por semana o la DURACIÓN del estudio, el modelo predice un efecto analgésico disminuido. Las interacciones significativas de TIEMPO y FRECUENCIA con DURACIÓN indican que se necesitan estudios diseñados específicamente para evaluar los planes óptimos de ejercicios como tratamiento siendo probable que éstos varíen entre los estados de enfermedad y las modalidades de ejercicio. En general, el modelo admite un mínimo de que el ejercicio diario es probable que apoye un efecto analgésico.

En caso de que una dosis de ejercicio óptima exista, la pregunta es por qué no se han encontrado estos resultados en el análisis linear llevado a cabo por los autores. Una explicación potencial para la falta de evidencia podría ser la similitud en la dosis entre estudios. Sin embargo, los rangos variaron significativamente entre estudios. Otras explicaciones potenciales podrían ser: 1) los estudios analizados han incorporado una dosis por encima o por debajo del umbral de beneficio; 2) la modalidad específica de ejercicio usada es inefectiva para la condición de dolor específica del paciente; 3) el ejercicio tiene un efecto positivo per se y es independiente a la dosis; 4) los efectos son específicos a cada paciente y por último; 5) sería posible que no exista una dosis óptima de ejercicio en el contexto del tratamiento del dolor.

Aunque este estudio no ha sido capaz de encontrar una dosis óptima de ejercicio para detectar un efecto significativo en la reducción del dolor, estos resultados sugieren que variar la dosis de ejercicio a través del TIEMPO, FRECUENCIA y DURACIÓN tiene un efecto en la respuesta del tamaño del efecto del dolor. Modificando la frecuencia semanal podría llevar a un mayor efecto analgésico, aunque esta variable está limitada a 7 días por semana. La obtención de un efecto analgésico podría darse con ejercicios de una menor duración implementados diariamente, pudiendo ser esta modalidad más aceptada por los pacientes. Además, la calidad de vida es un aspecto importante para los pacientes. Incluso si el ejercicio fuera incapaz de reducir el dolor, sería esencial para aumentar la salud y la calidad de vida de los pacientes a través de la mejora de aspectos relacionados con la condición física.

### Conclusión

En general, el análisis de la literatura llevado a cabo en este estudio demuestra la insuficiente evidencia en la literatura que sostenga una relación entre la dosis de ejercicio y la reducción del dolor. Nuevos estudios deben de aportar un mayor nivel de especificidad en la dosis de ejercicio prescrita aportando, la frecuencia, duración, intensidad y la duración de la intervención. Basándonos en los resultados de este estudio, las nuevas investigaciones deberían de testar variaciones en la frecuencia, que implican protocolos de menos de 120 minutos por semana y no más de 15 semanas de duración para obtener resultados óptimos en la reducción del dolor. Estos estudios deberían de centrarse en poblaciones específicas con dolor crónico y se deberían de implementar protocolos específicos en relación a la patología.

*Establecer una dosis óptima de ejercicio ha sido uno de los retos más importantes de los últimos años para investigadores y entrenadores, no solo en el ámbito del rendimiento deportivo sino también en el clínico. Este estudio pone de manifiesto la dificultad de establecer un programa de entrenamiento común aplicable a una población con el objeto de reducir el dolor crónico. Una vez más, queda clara la importancia de la especificidad a la hora de prescribir ejercicio físico. Establecer programas individualizados a cada sujeto y flexibles aportará los mayores resultados. En el caso del ejercicio físico, la generalización no es el camino a seguir.*

La intensidad del entrenamiento de fuerza se correlaciona con la reducción de HbA1c e insulina en pacientes con diabetes tipo 2: Una revisión sistemática y meta-análisis

Resistance exercise intensity is correlated with attenuation of HbA1c and insulin in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis ([pdf original](#))

Liu Y, Ye W, Chen Q y col

Int J Environ Res Public Health. 2019 Jan 7;16(1). pii: E140. doi: 10.3390/ijerph16010140

(Autor del resumen: Henry León)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

Introducción

La diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) es una enfermedad muy común en nuestro medio, se caracteriza por hiperglicemia, resistencia a la insulina y alteraciones en su secreción. Usualmente la DMT2 acompaña otras patologías como dislipidemias, hipertensión arterial y enfermedad cardiovascular. La DMT2 es más común en adultos y se estima que a nivel mundial hay 425 millones de personas diabéticas, siendo una condición que tiene una alta relación con el sedentarismo, la dieta inadecuada y algunas condiciones socioculturales.

El ejercicio físico ha demostrado ser altamente efectivo en el control de la glicemia, el manejo de la resistencia a la insulina y la dislipidemia. De forma reciente el entrenamiento de fuerza a demostrado ser eficiente para el manejo de la diabetes, siendo recomendado por asociaciones médicas como el colegio americano de medicina del deporte (ACSM) o la Asociación Americana de Diabetes (ADA).

Algunas revisiones y meta-análisis han demostrado que la combinación de ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza son efectivos en el control de la diabetes, evaluado esto a través de la reducción de la hemoglobina glicosilada (HbA1c); siendo el entrenamiento de la fuerza un interesante campo de investigación en el manejo y control de la DMT2.

El entrenamiento aeróbico tiene dentro de sus características el uso de grandes grupos musculares durante periodos largos de tiempo, lo que dificulta en pacientes obesos o con sobrepeso la práctica del ejercicio físico, especialmente por problemas articulares. Lo anterior favorece el entrenamiento de la fuerza al utilizar menos grupos musculares y más alternativas para el entrenamiento. El entrenamiento de fuerza a intensidades del 75 al 85% de una



repetición máxima (1RM), ha mostrado ser seguro en pacientes adultos mayores, diabéticos, donde es posible encontrar una reducción de la HbA1c.

Dado que no hay revisiones que demuestren el efecto que tiene la intensidad del entrenamiento de la fuerza, la búsqueda de estudios para esta revisión, se centró en trabajos que hayan incluido entrenamiento de moderada y alta intensidad. Las variables de control de la diabetes fueron: HbA1c, insulina y glucosa en sangre.

### *Materiales y métodos*

Usando diversas bases de datos, se analizaron los resultados que arrojaron la palabras clave "resistence exercise" o "strength exercise" o "resistence traininig" en combinación con "Type 2 diabetes" o "T2D".

Criterios de inclusión, estudios donde: (1) Todos los pacientes tuvieran DMT2, (2) Fueran aleatorizados controlados, (3) Tuvieran mínimo 6 semanas de entrenamiento de la fuerza, (4) Tuvieran iguales características entre el grupo de diabéticos el grupo control; y (5) Involucraran exámenes de laboratorio antes y después del entrenamiento de la fuerza. Se excluyeron artículos que no tuvieran grupo control o fueran realizados en animales, que no contaran con resultados de glucosa en ayunas, con grupos control no diabéticos o cuyo objetivo era el no control de la diabetes, de pobre calidad, con mal manejo basal de la diabetes.

3623 artículos se ubicaron en total, de los cuales 24 con 962 participantes (491 en el grupo ejercicio y 471 en el grupo control) se incluyeron en el meta-análisis. La probabilidad de sesgos fue evaluado por parte de los autores. Para el análisis de la información se agruparon los artículos en aquellos cuyo entrenamiento fue entre 20% y 75% de 1RM (Bajo a moderada intensidad), y entre 75% y 100% 1RM (alta intensidad). Los Biomarcadores usados para el análisis de los resultados fueron la glucosa preprandial, insulina y hemoglobina glicosilada.

El análisis estadístico utilizó el software para el desarrollo de revisiones de Cochrane, se utilizó un análisis de meta-regresión para evaluar la relación entre intensidad del entrenamiento de la fuerza y biomarcadores, la significancia de los resultados se estableció con un  $p < 0,05$ .

### *Resultados*

Los artículos reunieron información de múltiples países entre 1997 y 2018, la edad de los participantes estuvo entre 45 y 71 años, con una diabetes diagnosticada entre 6 meses y 13 años, la duración de la intervención de entrenamiento de la fuerza estuvo entre 6 y 52 semanas.

El análisis de los resultados demostró que el ejercicio de alta intensidad se relaciona mejor con una reducción en la HbA1c que el ejercicio de baja- moderada intensidad, diferencia estadísticamente significativa  $p = 0,03$ .

Cuando se analizó el comportamiento de la insulina, el entrenamiento de alta intensidad también se asoció a una reducción de la insulina, mientras que el ejercicio de baja y moderada intensidad no produjo un cambio significativo en el comportamiento de la insulina.

Por último, el análisis de los estudios que tuvieron en cuenta la glucosa en sangre se encontró que no hay diferencia entre el entrenamiento de alta intensidad vs el entrenamiento de baja y moderada intensidad.

### *Discusión*

El resultado principal de este meta-análisis es que el entrenamiento de fuerza de alta intensidad se relaciona con una reducción de la HbA1c y la insulina, (no en el valor de la glucosa), en pacientes diabéticos, lo cual significa mayores beneficios al realizar entrenamiento de fuerza de alta intensidad.

En diversos estudios se ha intentado determinar cuál es la variable del entrenamiento que asegura mejores resultados, Intensidad, duración, volumen o frecuencia, en busca de determinar cuál es la variable que asegura mejores resultados en los pacientes diabéticos. Es sabido que la HbA1c es un factor determinante en el análisis de riesgo de complicaciones y mortalidad en los pacientes, encontrándose que una reducción de 1% en HbA1c en pacientes diabéticos se asocia a una reducción de 14% en infartos y 21% en reducción del riesgo de muerte en diabéticos.

Este meta-análisis ha demostrado que la reducción de HbA1c en respuesta a ejercicio de fuerza de alta intensidad se asocia a una reducción de 0.61% en comparación con una reducción de 0.23% en ejercicio de moderada intensidad. Estudios previos han demostrado una reducción similar en HbA1c entre entrenamiento de fuerza y entrenamiento aeróbico, por supuesto, otros estudios favorecen el ejercicio aeróbico.

Otro hallazgo importante es la disminución de la insulina únicamente en el grupo de alta intensidad, con una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo de alta intensidad y baja intensidad, no existen muchos estudios que hayan relacionado la intensidad del entrenamiento con el comportamiento de la insulina, algunos estudios han demostrado que el entrenamiento de fuerza entre 50 a 80% de 1RM, tienen la capacidad de mejorar la resistencia a la insulina hasta en un 46,3%, además de reducir la grasa abdominal, pero sin cambios en los niveles de HbA1c.

Una mayor sensibilidad de a la insulina asociado a ejercicios de fuerza se ha relacionado con la reducción de la grasa visceral, mientras que otros estudios han sugerido que no hay mayor diferencia en la reducción de la grasa visceral entre un programa de resistencia y fuerza. La mejora en la resistencia de la insulina se ha relacionado con el aumento de la masa muscular y con la mayor expresión de transportadores de glucosa GLUT4 que se encuentran en respuesta al entrenamiento de la fuerza luego de una sesión de entrenamiento de la fuerza.

Este meta-análisis llegó a la conclusión que la reducción de la glicemia no se relaciona con la reducción de la Hb1Ac y la reducción de la insulina en pacientes diabéticos, esto podría deberse a factores específicos del medio ambiente, sin embargo, los resultados difieren con otros estudios. Algunos elementos como la edad y la nutrición pueden hacer que los resultados varíen. Un estudio reciente recomendó en pacientes adultos mayores poner más atención a la intensidad, que a la duración, la frecuencia y el volumen en el control de la glicemia.

### *Efecto del entrenamiento de fuerza a nivel molecular*

Los efectos benéficos del entrenamiento de la fuerza incluyen, el aumento de la masa muscular, mayor almacenamiento de glucosa muscular, mayor depuración de glucosa a nivel circulatorio y una mejor capacidad oxidativa mitocondrial. El entrenamiento de fuerza reduce la grasa visceral y mejora la densidad muscular. A nivel molecular el entrenamiento de la fuerza

aumenta la hipertrofia a través de vías PI3K-Akt-mTOR, que son cascadas de señalización también relacionadas con el metabolismo de la glucosa. También la fuerza incrementa los niveles de mRNA mediados por PPAR gamma y PPAR alfa que contribuyen a la oxidación de grasas a nivel muscular.

Los pacientes diabéticos tienen una reducida capacidad oxidativa a nivel muscular, pero el entrenamiento de fuerza solo o en combinación con resistencia mejora la capacidad oxidativa mitocondrial. Esto se ha evidenciado en estudios que analizaron la expresión de enzimas mitocondriales asociadas al entrenamiento de fuerza en pacientes diabéticos tipo 2, adicionalmente se ha encontrado una disminución de citoquinas inflamatorias tipo IL-6 Y TNF alfa. La capacidad oxidativa, el estatus antioxidante y la inflamación se encuentran relacionados y este sinergismo se relaciona con el comportamiento de HbA1c, insulina y glicemia en pacientes diabéticos.

### Conclusión

Este meta-análisis provee evidencia adicional sobre el efecto benéfico que tiene el entrenamiento de fuerza a altas intensidades por encima de intensidades medias o bajas, esto en relación a la reducción de HbA1c e insulina en pacientes diabéticos tipo 2, la respuesta de la glucosa requiere un análisis de la evidencia e investigaciones adicionales.

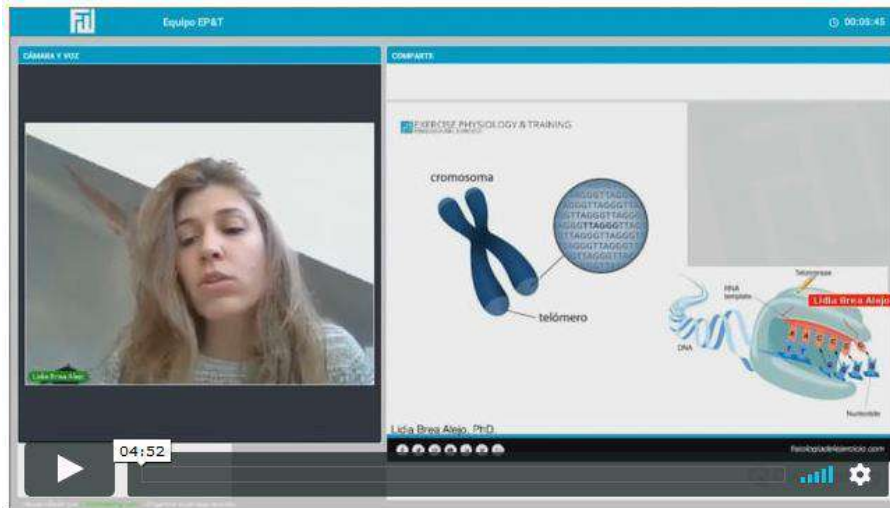
Ejercicio, telómeros y cáncer: “Hipótesis del ejercicio-telómero”

Exercise, telomeres, and cancer: “The exercise-telomere hypothesis” ([pdf original](#))

Nomikos NN, Nikolaidis PT, Sousa CV y col

Front Physiol. 2018 Dec 18;9:1798. doi: 10.3389/fphys.2018.01798

(Autora del resumen: Lidia Brea Alejo)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

Introducción

Los telómeros son estructuras especializadas situadas al final de los cromosomas. Un telómero es una región de secuencias repetidas de nucleótidos al término de un cromosoma que protege el final de éste para mantener la estabilidad genómica, evitando degradaciones y fusiones. A modo de fenómeno fisiológico natural, una pequeña parte del ADN de los telómeros es perdida en cada división celular. Por lo tanto, la longitud de los telómeros (TL) se convierte en un marcador biológico del envejecimiento. TL está también asociada con un gran número de desórdenes relacionados con la edad, como la diabetes tipo 2, la hipertensión, el Alzheimer, el Parkinson y el cáncer. Cuando la TL es muy corta, el daño del ADN puede causar que las células produzcan proteínas no funcionales, lo que puede llegar a derivar en dos aspectos: Las células no funcionales acaban en apoptosis, que se asocia con el proceso de senescencia de la vejez humana, o que las células no funcionales continúen produciendo proteínas no funcionales, lo que puede llegar a producir cáncer.

Por otro lado, la práctica de ejercicio físico a lo largo de la vida, ha demostrado que reduce los factores bioquímicos relacionados con el desgaste de los telómeros, como el estrés oxidativo y la inflamación crónica. Existen estudios que asocian el sedentarismo con una TL más corta y otros que exponen que atletas de élite tienen telómeros más largos.

Objetivo

El objetivo del estudio fue identificar los efectos beneficiosos del ejercicio en la prevención y el tratamiento del cáncer. Así como, identificar qué aspectos metodológicos no están desarrollados en la literatura que pueden ayudar en el desarrollo de futuros diseños experimentales.

### Telómeros y dinámica de la telomerasa

Los telómeros son complejos funcionales especializados que se encuentran al final de los cromosomas y los protegen del desgaste terminal. Por otro lado, la telomerasa es una enzima responsable de la síntesis de ADN en la zona terminal del cromosoma. En concreto, la telomerasa es una ADN polimerasa dependiente de ARN que sintetiza secuencias de ADN teloméricas y proporciona la base molecular para un potencial proliferativo ilimitado. Además, bajo ciertas circunstancias es capaz de elongar la TL. La modulación de la telomerasa puede tener implicaciones significantes anti-edad, así como terapia anti-cáncer. Artículos ya publicados han expuesto que un subgrupo de proteínas de la propia telomerasa (TERT) están muy asociadas con el riesgo de cáncer de mama.

### Telómeros y envejecimiento

Los telómeros son las partes de los cromosomas que afectan al envejecimiento y su longitud parece ser un indicador biológico de la edad. Los telómeros se hacen más pequeños debido a la división celular, peor también a factores del estilo de vida. Telómeros críticamente reducidos están asociados con disfunción celular y envejecimiento. El acortamiento de los telómeros se desarrolla con la edad, en relación a cada ronda de mitosis, debido a la incapacidad de los mecanismos de replicación del ADN de copiar líneas finales de cada cromosoma, pero también al estrés oxidativo, que incluye un daño en el ADN.

Los telómeros actúan como intermediarios contra la pérdida de codificación de regulación del ADN durante la proliferación celular. Teniendo en cuenta el papel de la telomerasa en el envejecimiento celular, se ha demostrado que las células con una actividad de la telomerasa perfectamente regulada se convierten en inmortales, pudiendo dividirse sin entrar nunca en senescencia o apoptosis.

Una TL acortada está íntimamente asociada con enfermedades relacionadas con la edad, pudiendo ser el estilo de vida uno de los potenciales aceleradores de las mismas. Un estilo de vida inadecuado asociado al envejecimiento está relacionado con un incremento del estrés oxidativo y una reducción de la actividad de la telomerasa.

### Telómeros y ejercicio

El estilo de vida es un aspecto multifactorial que tiene relación con la salud general, pudiendo ser simplificado en hábitos nutricionales, gestión del estrés y el comportamiento en relación a la actividad física y el sedentarismo. Algunos autores han establecido que el ejercicio podría tener un efecto en relación a la posible atenuación del desgaste de los telómeros. Parece que evitar un comportamiento sedentario es importante, pero que, si se le asocia además la práctica de ejercicio físico, los beneficios son mayores en relación a la preservación de la longitud de los telómeros. Atletas de élite, así como atletas máster tienen TL mayores que población no deportista.

El mecanismo a través del que el ejercicio podría atenuar la senescencia de la célula y la TL ha sido estudiado en modelo animal. Diferentes autores han establecido que incrementos en los niveles de actividad física están asociados a una actividad de la telomerasa más alta y una supresión de la apoptosis de diferentes proteínas, como la p53 o la p16. Por otro lado, otros autores han establecido que ejercicio de intensidad vigorosa puede también disminuir la actividad de la p53, pero disminuir a su vez la expresión de proteínas relacionada con la protección de los telómeros.



En resumen, la mayor parte de la evidencia muestra que uno de los factores en los que el ejercicio podría influir es en la pérdida del desgaste de los telómeros, mediado por el mantenimiento de una buena composición corporal. Esto a su vez provoca un mantenimiento adecuado del balance metabólico y estados saludables en relación al estrés oxidativo y la inflamación.

### La interacción

El estrés oxidativo parece que tiene un rol fundamental en relación al incremento de la TL y su relación con el riesgo de cáncer. Autores de diferentes estudios han reportado que un incremento moderado del riesgo de cáncer de mama ha sido observado en aquellas mujeres con telómeros más cortos y con una mala dieta y suplementación de beta-caroteno y vitamina C o E. Estos resultados muestran la evidencia de que el riesgo de cáncer de mama podría verse afectado por la TL en mujeres premenopáusicas o en mujeres con una dieta inadecuada por su baja suplementación en antioxidantes. La ingesta de antioxidantes es importante para mantener un estatus Redox saludable y para mantener TL. Además, se ha establecido que la capacidad endógena antioxidante se ve favorecida con la práctica de ejercicio.

En este contexto, el ejercicio parece que juega un papel fundamental en el tratamiento y prevención del cáncer y también en el mantenimiento de la TL. Sin embargo, la literatura disponible muestra que esto puede producirse por varias vías. Biológicamente, una TL mayor significa que la célula es joven y no se ha dividido muchas veces todavía. La división celular se produce cuando otra célula se necesita, sin embargo, si la necesidad de esa nueva célula es mayor que la de la capacidad de la misma célula de dividirse, el tejido empieza a perder su función poco a poco, lo que supone el envejecimiento. Sin embargo, el funcionamiento de una célula cancerígena es opuesto a este, los genes mutados de dichas células tienen un ratio de división mucho mayor y normalmente una TL elevada, así como la actividad de la telomerasa.

Las células que se dividen rápidamente causan cáncer, y muchas de ellas están asociadas con TL reducidas. Diferentes autores han observado que, mujeres y hombres con cáncer, presentan TL reducidas. También se ha llegado a analizar el tabaquismo con la TL y se observó que esta reducción de TL se podía observar en aquellas personas que fumaban con respecto a las que no. Además, se ha observado que tener TL reducidas en los leucocitos, está asociado significativamente a diferentes tipos de cáncer.

Por ello, la longitud de los telómeros podría llegar a ser un biomarcador sanguíneo no invasivo para evaluar previamente el riesgo de adenomas avanzados.

Un acortamiento de la TL y la subsecuente inestabilidad genómica contribuye a las transformaciones malignas, estableciéndose que personas con una TL menor tienen más riesgo de padecer diferentes tipos de cáncer.

Otro estudio mostró un aumento de la mortalidad de mujeres diagnosticadas de cáncer de mama que presentaban telómeros más cortos. Así como que intervenciones en el estilo de vida de mujeres con cáncer de mama, contribuían al mantenimiento de TL, sin embargo, dicho efecto se limitaba a pacientes en estadios tempranos.

Se ha podido observar también que el estrés psicológico percibido puede estar asociado con un acortamiento de TL.

Es razonable, por todo lo anterior, sugerir que un acortamiento de la longitud de los telómeros no tiene una causa directa en el cáncer, pero que el resultado de elecciones incorrectas en relación al estilo de vida puede llegar a incrementar el riesgo de cáncer y provocar un acortamiento de la longitud de los telómeros, aunque queda todavía clarificar ciertos aspectos en relación a dicha relación.

### Conclusión

Hay evidencia de que el ejercicio provoca un menor desgaste del telómero y que también puede disminuir el riesgo de cáncer, en base a una reducción del estrés oxidativo y la inflamación crónica. Aunque hay evidencia de que la TL acortada está asociada con el cáncer, los posibles mecanismos que pueden llevar a ello deben todavía ser aclarados de forma más profunda. Se puede llegar a suponer que las personas en tratamiento contra el cáncer sufren una disminución de la calidad de vida, lo que puede conllevar un aumento de la conducta sedentaria y producir un mayor desgaste en los telómeros, pero también que aquellas personas con peor estilo de vida pueden tener telómeros más cortos y por tanto mayor riesgo de cáncer.

*Existe evidencia de que la práctica de ejercicio físico es fundamental en la prevención, el tratamiento y en el periodo de supervivencia, gracias a lo observado en estudios epidemiológicos y de intervención que analizan efectos a corto plazo. Sin embargo, los mecanismos fisiológicos a través de los que esos efectos beneficiosos se producen deben ser analizados en profundidad en modelo clínico y no preclínico como hasta la fecha. De este modo, podremos conseguir que la realización de ejercicio en esta patología sea un tratamiento coadyuvante más incluido en la práctica clínica habitual.*

## Los efectos de la ingesta de cafeína sobre la fuerza muscular isocinética: Un meta-análisis

The effects of caffeine ingestion on isokinetic muscular strength: A meta-analysis

Grgic J y Pickering C

J Sci Med Sport. 2019 Mar;22(3):353-360. doi: 10.1016/j.jsams.2018.08.016

(Autor del resumen: Valentín E. Fernández Elías)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Introducción

El consumo de cafeína para el ejercicio físico es elevado tanto en la población general como entre los deportistas. Los atletas con mayor consumo de cafeína pertenecen a deportes de fuerza como el levantamiento de peso o el powerlifting. Sin embargo, los efectos del consumo de cafeína en el rendimiento de fuerza permanecen en debate en la literatura científica. Existen investigaciones y revisiones científicas que han hallado aumentos en la fuerza tras el consumo de cafeína; y otras en cambio no encuentran estas mejoras. Algunas de las razones expuestas para explicar esta evidencia contraria son las diferencias metodológicas que se dan, como las distintas dosis de cafeína administradas o los diferentes estados de entrenamiento de los deportistas, o las aproximaciones metodológicas planteadas respecto a la magnitud de la fuerza evaluada.

Warren et al mostraron en su meta-análisis que la ingesta de cafeína puede aumentar la fuerza, siendo el efecto predominantemente en los músculos extensores de la rodilla, pero no en grupos musculares más pequeños como los flexores del codo. De los 22 estudios revisados por pares incluidos en el análisis de Warren et al, 3 estudios examinaron los efectos de la cafeína en la fuerza isocinética y dos en la repetición máxima (1RM), el resto tuvieron como objetivo analizar la fuerza isométrica. Por lo tanto, se puede argumentar que los resultados proporcionados por Warren et al son específicos de los efectos de la cafeína en la fuerza isométrica. Grgic et al centraron su meta-análisis en la 1RM y encontraron un efecto ergogénico significativo con la ingesta de cafeína en la parte superior del cuerpo, pero no en la fuerza del tren inferior; resultados que de alguna manera son contrarios a los presentados sobre la fuerza isométrica por Warren et al.

La evaluación de la fuerza es un componente importante de ya que puede evaluarse mediante una variedad de técnicas, incluidos los métodos isométricos, 1RM e isocinéticos. Una

consideración importante es que los distintos tipos de evaluación de la fuerza tienen características diferentes y, por lo tanto, no pueden considerarse como medidas de fuerza intercambiables o equivalentes. Además, incluso pueden producir resultados conflictivos.

Dado que durante una acción muscular isométrica la unidad músculo-tendón no cambia su longitud, la fuerza isométrica solo proporciona información sobre los niveles de fuerza en un punto específico de aplicación dentro del rango de movimiento de una articulación. Además, las acciones musculares isométricas podrían tener una menor aplicabilidad a la mayoría de las situaciones deportivas, ya que éstas comúnmente incluyen acciones musculares dinámicas. La prueba de 1RM incluye acciones musculares dinámicas, en esta prueba, la velocidad no se puede controlar y, además, se puede sobrecargar el músculo solo por la cantidad de peso que se puede levantar a través de la parte más débil del rango de movimiento ejercitado. Además, la complejidad de algunos ejercicios utilizados en la prueba 1RM puede requerir varias sesiones de familiarización para obtener una medición fiable.

La evaluación de fuerza isocinética no está exenta de limitaciones pero proporciona ciertas ventajas como: resistencia máxima en todo el rango de movimiento ejercitado, mayor seguridad dado que el mecanismo de acomodación se desactiva cuando el participante siente dolor, el uso y control de diferentes velocidades, y la cuantificación de la fuerza mediante torsión (la fuerza medida alrededor del eje de una articulación en rotación), trabajo (fuerza y distancia de una acción muscular determinada) y potencia (tiempo requerido para producir trabajo). Además, la evaluación isocinética ha demostrado ser una medida altamente confiable de la fuerza. Por otro lado, las investigaciones existentes sobre los efectos del consumo de cafeína en la fuerza isocinética muestran hallazgos equívocos.

### Discusión

El principal hallazgo de este meta-análisis sugiere que la ingestión aguda de cafeína puede aumentar la fuerza isocinética comparado con el placebo. Además, parece que la cafeína mejora la fuerza predominantemente en los extensores de la rodilla a grandes velocidades angulares. Dado los efectos de mejora del rendimiento, la cafeína puede usarse como una ayuda efectiva para amplificar estímulos agudos de entrenamiento.

Los resultados presentados aquí corroboran los datos de meta-análisis anteriores en los que se encontró que la cafeína puede tener un mayor efecto en la musculatura extensora de la rodilla que en los grupos musculares más pequeños, como los flexores del codo. La activación del extensor de rodilla es generalmente alrededor del 85–95% de su capacidad máxima durante una contracción voluntaria máxima. En contraste, los grupos musculares más pequeños, como los flexores plantares, se activan hasta el 99% de su máximo durante una contracción máxima voluntaria. Por lo tanto, dado el posible efecto techo de la activación en grupos musculares más pequeños, se sugiere que el aumento de la excitabilidad central y el aumento en el reclutamiento de unidades motoras con ingesta de cafeína podría manifestarse predominantemente en grupos musculares más grandes.

Se ha sugerido que la ingesta de cafeína disminuya la percepción del dolor, de hecho, la cafeína está presente en una variedad de medicamentos para el dolor. Solo uno de los diez estudios incluidos en la presente revisión examinó los efectos de la cafeína sobre la fuerza y los valores de percepción del dolor asociados. Tallis y Yavuz no informaron ningún efecto de la cafeína sobre la percepción del dolor, aunque se observaron aumentos significativos en la torsión

máxima de los extensores de la rodilla, tanto con la dosis de  $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  como de  $6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de cafeína. Estos resultados sugerirían que diferentes mecanismos distintos a las reducciones en la percepción del dolor contribuyeron a mejorar el rendimiento. Un mecanismo a menudo propuesto es que la cafeína aumenta las concentraciones de iones de calcio intracelular, lo que a su vez mejora la unión de puente cruzado y, por lo tanto, la producción de fuerza (según lo revisado por Sökmen et al.). Sin embargo, es evidente que se necesita trabajo futuro en esta área antes de sacar conclusiones firmes.

Los efectos de la cafeína sobre la fuerza isocinética según la evaluación de diferentes velocidades angulares pueden no ser uniformes. Tras un análisis en los efectos de la cafeína en la fuerza a diferentes velocidades angulares se observó que el consumo de cafeína puede tener un efecto más pronunciado sobre la fuerza cuando se evalúa a velocidades mayores (como  $60$  y  $180^\circ \text{ s}^{-1}$ ) en comparación con una velocidad angular más baja de  $30^\circ \text{ s}^{-1}$ . Si bien este es un hallazgo emocionante, dado el pequeño número de estudios, estos resultados deben interpretarse con precaución. Específicamente, los análisis para velocidades angulares de  $30$ ,  $60$  y  $180^\circ \text{ s}^{-1}$  incluyeron solo seis, tres y tres estudios, respectivamente. Dada esta limitación, el trabajo futuro sobre este tema es necesario.

Solo dos estudios examinaron los efectos de la cafeína en la fuerza de tren superior e inferior del cuerpo en la misma cohorte, con resultados equívocos. Debido a la escasez de estudios, no se pudo evaluar consistentemente si existe una respuesta diferencial a la ingesta de cafeína entre tren superior e inferior del cuerpo. Timmins y Saunders investigaron el efecto de  $6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de cafeína en la fuerza isocinética de los extensores de rodilla, los flexores plantares de tobillo, los flexores de codo y los flexores de muñeca. Los autores informaron que la ingesta de cafeína mejoró la fuerza en todos los grupos musculares, con los aumentos que van desde  $+6.3\%$  a  $+13.7\%$ . En contraste con estos resultados, Tallis y Yavuz informaron que  $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  y  $6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de cafeína aumentaron la fuerza solo en los extensores de la rodilla, pero no en la musculatura de los flexores del codo. Es posible que estas diferencias en los resultados se deban al estado de entrenamiento de los participantes, ya que Timmins y Saunders incluyeron hombres entrenados en resistencia, mientras que Tallis y Yavuz incluyeron individuos sin experiencia previa en ejercicios de fuerza. Por tanto, esta área merece más investigación.

La mayoría de los estudios utilizaron solo una dosis de cafeína, normalmente entre  $3$  y  $7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . De los dos estudios que sí utilizaron dosis múltiples de cafeína, Tallis y Yavuz informaron que tanto la dosis más baja ( $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) como la dosis más alta ( $6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) aumentaron la fuerza en la musculatura de la parte inferior del cuerpo. Astorino et al compararon dosis de cafeína de  $2$  y  $5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , encontrando que solo la dosis más alta mejoró el rendimiento. Consecuentemente, no está claro cuál es la dosis óptima de cafeína para aumentar la fuerza y, de hecho, esto puede ser diferente tanto para el tipo de contracción como para cada persona. Por lo tanto, futuras investigaciones deben explorar la respuesta de la ingesta de cafeína del rendimiento isocinético.

Finalmente, solo uno de los estudios en este meta-análisis examinó el impacto de la cafeína en adultos mayores y no reportó efectos significativos de la ingesta de cafeína en la fuerza isocinética en los extensores de la rodilla. Basado en un modelo de ratones, el mismo grupo de investigación informó de una reducción (pero no una eliminación) de los efectos ergogénicos de la cafeína en el rendimiento de la fuerza en los músculos más viejos. Estos resultados sugieren una reducción en la sensibilidad a la cafeína, mediada por una reducción en el



acoplamiento de excitación-contracción, con la edad. Nuevamente, se requieren investigaciones futuras en esta área para confirmar estos hallazgos iniciales.

### Conclusión

Este meta-análisis muestra que el consumo agudo de cafeína puede llevar a aumentos significativos en la fuerza isocinética. Además, los efectos de la cafeína en la fuerza muscular isocinética se manifiestan predominantemente en los músculos extensores de la rodilla y a velocidades angulares más altas.

Desde un punto de vista práctico, el uso principal de las pruebas isocinéticas es el de evaluación de la fuerza, a diferencia de su uso como forma de entrenamiento. Las conclusiones de este meta-análisis sugieren que los resultados de tal evaluación podrían modificarse por la ingesta de cafeína. Por tanto, cuando se realicen evaluaciones de la fuerza isocinética, los investigadores y los profesionales deben intentar controlar la ingesta de cafeína, especialmente cuando buscan explorar las diferencias entre los individuos.

*El efecto ergogénico del consumo de cafeína es ampliamente conocido y estudiado, aunque es cierto que en referencia al rendimiento de fuerza existen aún algunas dudas respecto a los posibles beneficios, dosis-respuesta o modalidades de ejercicios de fuerza más o menos susceptibles de beneficiarse. En este sentido, el desarrollo agudo de fuerza isocinética parece beneficiarse del consumo de cafeína, por lo que debe tenerse en cuenta a la hora de realizar y evaluar este tipo de rendimiento de fuerza.*

## Visión prospectiva de la proteína de whey y/o del entrenamiento de fuerza contra la sarcopenia asociada a la edad

Prospective views for whey protein and/or resistance training against age-related sarcopenia ([pdf original](#))

Liao Y, Peng Z, Chen L y col

Aging Dis. 2019 Feb 1;10(1):157-173. doi: 10.14336/AD.2018.0325

(Autor del resumen: Jorge Jiménez Morcillo)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Resumen

El músculo esquelético se correlaciona con la edad a través de un detrimento en la masa muscular y en su funcionalidad. Este fenómeno se relaciona con caídas, disminución en la calidad de vida y con fracturas incrementando y saturando los servicios de urgencias en hospitales e incluso la mortalidad. La proteína de whey y el entrenamiento de la fuerza se han mostrado como una herramienta prometedora en la prevención de la sarcopenia relacionada con la edad. Parece ser que las hormonas sexuales podrían ser contribuyentes para las diferencias entre géneros existentes en el tejido muscular relacionadas con la sarcopenia inducida por la edad. Además, el músculo esquelético y el desarrollo de la sarcopenia parecen guardar una relación importante con la microbiota intestinal, la cual parece verse afectada por la ingesta de proteína de whey y por el entrenamiento de la fuerza. La microbiota intestinal podría ser un el factor clave, junto con la proteína de whey y el entrenamiento de la fuerza contra la sarcopenia relacionada con la edad. Además, centrándonos en las hormonas sexuales y en la microbiota intestinal podrían ser de gran ayuda en la prevención, el tratamiento y en la elaboración de una mejor comprensión de la sarcopenia relacionada con la edad.

### Introducción

Alteraciones metabólicas como el Alzheimer, Parkinson o Sarcopenia son complicaciones que pueden aparecer con la edad. Según la organización mundial de la salud el número de personas mayores de 65 años se incrementará desde los 524 millones en el 2010 hasta los 1,5 billones en el año 2050, datos muy a tener en cuenta en lo que a estas patologías respecta. Aunque la Sarcopenia se correlaciona con la caquexia inducida por el cáncer u otras alteraciones crónicas relacionadas con procesos fisiológicos de degradación, en esta revisión únicamente nos centraremos en la aparición de la Sarcopenia con la edad.

El tejido muscular se caracteriza por un detrimento en la masa muscular y en su función según va avanzando la edad cronológica, este fenómeno conduce a la sarcopenia inducida por la edad si no se previene usando un tratamiento previo a través de la práctica de ejercicio y de la nutrición. Debido a su asociación con diversas consecuencias como fracturas, caídas o discapacidades de diversos tipos, la sarcopenia inducida por la edad resulta en una reducción en la calidad de vida y en la independencia.

Además la atrofia muscular puede afectar a varias funciones fisiológicas como la regulación de la glucosa y la síntesis hormonal. La evidencia científica sugiere que la suplementación con proteínas, especialmente la proteína de whey, puede establecerse como una herramienta importante para combatir la sarcopenia. En un estudio desarrollado por Beasley y colaboradores demostraron que una alta y calibrada ingesta de proteínas en el estado inicial después de la menopausia en mujeres contribuye a un descenso menos prolongado de la fuerza de agarre además de la fuerza en la realización del "chair squat". Además, muchos expertos recomiendan que una ingesta de proteínas de 1 gr o 1,2 gr de proteína por kilogramo de peso aplicada en personas de edad avanzada parecer ser suficiente para generar un efecto positivo en este sector de la población. En definitiva, el aminoácido leucina, sobreponiéndose al resto de los componentes estructurales de la proteína, junto con el entrenamiento de la fuerza juega un rol de suma importancia en síntesis proteica muscular. Además, plenitud de estudios revelan que la microbiota intestinal puede tener una influencia positiva en la síntesis proteica muscular y en la evolución de del tejido muscular con el progreso de la edad.

#### [El músculo esquelético y su relación con la sarcopenia inducida por la edad](#)

Cuando el ser humano alcanza los 50 años de edad, después de este momento de la vida se comienza a perder masa muscular a un ratio de 1-2% por año como media estimada. A este fenómeno se le debe de sumar que conforme se va perdiendo masa muscular, también sus funciones entran en detrimento y comienza su declive.

Las dos estrategias utilizadas para medir la tasa y el grado de la sarcopenia en el adulto que la padece es midiendo la fuerza de agarre y la fuerza muscular. Una baja y mala ingesta nutricional, una deficiente práctica de actividad física y los niveles hormonales propios de una persona de avanzada edad afectan a la regeneración del tejido muscular y a los eventos fisiológicos negativos que acontecen en el neocórtex y en el SNP, como la denervación o descensos pronunciados en el output neuronal. Otra campo que se ve afectado es el pool de células satélite disponible. También es posible que la sarcopenia produzca una ruptura de la homeostasis proteica.

Es de suma importancia encontrar una solución definitiva para combatir la sarcopenia debido a todas las consecuencias que lleva adheridas y han sido mencionadas anteriormente.

#### [La proteína de whey promueve la salud muscular en humanos y en animales](#)

De todos los macronutrientes, la proteína es la única que comprende funciones estructurales y funcionales en todos los órganos y células. Además la suplementación con proteína de whey puede mejorar en anabolismo general de la proteína en todo el cuerpo, entendiendo este como una red de procesos fisiológicos interconectados. La proteína de whey se ha mostrado como una parte efectiva en el tratamiento contra patologías importantes como la obesidad y la diabetes tipo II tanto en humanos como en animales. Además, juega un rol importante en el

control de la presión sanguínea, como agente antiinflamatorio y como agente controlador del estrés antioxidativo.

La leucina como ya se ha dicho anteriormente es el aminoácido con mayor presencia en la composición de la proteína de whey y además se ha reportado como uno de los elementos clave en la estimulación de la síntesis proteica muscular. Este aminoácido, junto con la cisteína juega un rol importante en el mantenimiento y síntesis de masa muscular, así como en su funcionalidad.

En un estudio con 380 adultos de edad avanzada sarcopénicos se comprobó que con una ingesta mínima de vitamina C y de leucina incluida en proteína de whey condujo a una mayor ganancia de masa muscular apendicular.

En resumen, la suplementación con proteína además de promover la salud muscular en humanos y en animales, también puede tener un efecto positivo en la prevención de la sarcopenia, en sujetos de edad avanzada tanto sanos como con patologías. Mientras tanto, los niveles de leucina deben de ser enfatizados cuando la suplementación con proteína de whey debido a rol pivotante en el mantenimiento de la síntesis proteica muscular.

#### [El entrenamiento de fuerza con o sin suplementación de proteína para combatir la sarcopenia inducida por la edad](#)

El entrenamiento de la fuerza se define como un ejercicio físico de carácter especial que causa contracción muscular para superar una resistencia o carga externa con el objetivo de construir o generar fuerza, resistencia anaeróbica (sin presencia de O<sub>2</sub>) o masa en el músculo esquelético. El entrenamiento de fuerza se ha mostrado beneficioso en humanos de edad avanzada debido a que tiene efecto en la reducción de la masa grasa y cambios en la forma física de los sujetos. Son varios los estudios que han demostrado que la ingesta de proteína combinada con el entrenamiento de fuerza parece ser más efectiva a la hora de prevenir la reducción de la masa muscular y la pérdida de fuerza en el tren inferior en sujetos de edad avanzada que además padecían de obesidad.

De forma colectiva, se establece que el entrenamiento de fuerza aplicado a largo plazo sirve para prevenir la pérdida de masa muscular y su funcionalidad en sujetos de edad avanzada, siempre que se utilice una carga que produzca un estímulo óptimo. Sin embargo, la ingesta de proteína de whey conjunta a un entrenamiento de fuerza es probablemente es más beneficiosa a la hora de garantizar la salud en la masa muscular por encima de una ingesta de proteína de whey meramente aislada.

#### [Mecanismo de la proteína de whey y del entrenamiento de la fuerza para inducir la síntesis proteica](#)

Es ampliamente aceptado que la (PI3K) es aceptada como la molécula diana de la rapamicina o mTOR. Esta vía de señalización sirve para regular el inicio de la traslación de ARNm, es el mecanismo clave a la hora de la síntesis proteica muscular a través de la insulina o de los aminoácidos (especialmente la leucina). Hablamos que esto es una respuesta aguda al entrenamiento de la fuerza. Varios estudios han mostrado que tanto la insulina o los aminoácidos junto con el entrenamiento de la fuerza pueden actuar sinérgicamente para estimular la traslación inicial de la síntesis proteica.

La insulina iniciaría la del PI3K para regular el mTOR a través de la activación de los receptores de insulina intrínsecos por la actividad de la proteína tirosina-quinasa. La proteína-quinasa B (PKB, también conocida como Akt) actúa como mediador en la fosforilación del mTOR y de la glucógeno sintasa quinasa (GSK)-3 en esta vía. La ruta de señalización del mTOR eleva la fosforilación de su molécula diana de la proteína quinasa 70kDs6 y de la iniciación de la proteína fijadora 1 eucariótica factor 4E. Subsiguientemente la proteína ribosómica fosforilada S6 a través de una traslación selectiva del ARNm polipirimidina terminal 5 codifica las proteínas ribosómicas y los factores de traslación, mientras que el fosforilador 4E-BP1 mejoraría la disociación desde la iniciación eucariótica del factor 4E (eIF4E). Una vez liberado, el factor eIF4E se fijaría al eIF4G para promover la fijación del ARNm al cómplex ribosómico. Elevando así la eficiencia traslacional. De esta manera la fosforilación del eIF2B por la GSK-3 también resulta en el incremento de la síntesis proteica muscular. La leucina es el aminoácido que más estimula toda esta ruta señalizadora.

Visto desde un punto de vista conjunto, la insulina actúa como primer agente para elevar el PI3K, no solo juega un rol esencial en la regulación del mTOR, sino que también promueve una mejor síntesis proteica junto con la leucina. Además, el mTOR, es el eje pivotante en el mecanismo asociado a la proteína de whey que más estimula la síntesis proteica muscular.

#### *Proteína de whey frente a otras proteínas o aminoácidos*

Los aminoácidos son reconocidos como un estímulo relacionado con el anabolismo proteico. La proteína de whey hidrolizada resulta en un incremento de la síntesis proteica muscular. Se podría decir con total certeza que la proteína de whey es más beneficiosa que el resto de proteínas existentes para conservar la salud muscular en personas de edad avanzada. Además, se puede considerar razonable seleccionar la proteína de whey como primera opción a la hora de seleccionar suplementación para preservar y promover la salud muscular.

Las proteínas con base láctea son mejores a la hora de servir como apoyo a la hora de promover la síntesis proteica muscular, además de favorecer el crecimiento muscular en adultos jóvenes y en personas de edad avanzada. La proteína de whey, la caseína y la proteína de soja se consideran proteínas completas, es decir, son las que tienen un mayor valor biológico. La proteína de soja y la proteína de whey se consideran proteínas rápidas y la caseína se considera proteína lenta.

#### *Diferencias inter-género en el músculo esquelético y en la sarcopenia inducida por la edad*

En general, existe más masa grasa y menos masa muscular en mujeres que en hombres relativo a una masa corporal dada. La masa muscular en hombres es de media un 36% mayor que en mujeres y mejor en el tren superior (40%) que en el tren inferior (33%).

El ratio de pérdida de masa muscular libre de grasa y de masa muscular apendicular en hombres es de 1,5 kg por década en hombres siendo está más rápida, además que en las mujeres, quienes pierden 0,8 kg por década, acentuándose en ambos géneros a partir de los 60 años.

La asociación entre la fuerza muscular y la tasa de mortalidad es más fuerte en mujeres que en hombres, indicando que las mujeres con una menor tasa de masa muscular son más propensas tienen una mayor probabilidad de fallecer una vez lleguen a una edad avanzada (léase esto con relatividad).



Los estrógenos tienen un marcado impacto en el crecimiento y la regeneración miofibrilar, además de en la remodelación de la matriz extracelular en ratas durante la recuperación después de un proceso de atrofia muscular. La conclusión a la que podemos llegar es que no solo tiene efecto sobre las propiedades contráctiles musculares, y en la atenuación de los índices de daño muscular post ejercicio, sino que también retrasa la intrusión de células inflamatorias dentro del músculo esquelético o incluso de lesión en animales y humanos.

En conclusión, parece ser que una deficiencia de hormonas sexuales contribuye al desarrollo de la sarcopenia en mujeres y hombres de edades avanzadas.

#### *La Microbiota intestinal: un factor clave para la proteína de whey y el entrenamiento de la fuerza frente a la sarcopenia inducida por la edad:*

Particularmente, el proceso digestivo de la proteína de whey contribuye a la formación de potentes antimicrobios derivados de los péptidos, tales como la pepsina, catalizada de lactoferrina a lactoferricina. En resumen, la proteína de whey influencia en la microbiota intestinal alterando su composición y su actividad metabólica. Algunos aspectos del entrenamiento, tales como la carga, el volumen, la intensidad o la densidad pueden influenciar en la composición del perfil ácido de la bilis de la microbiota intestinal. Por otro lado, el incremento de los ácidos grasos de cadena corta inducido por la actividad física también modifica el metabolismo de la microbiota intestinal.

#### *Conclusiones*

Parece ser que las hormonas sexuales pueden ser un contribuyente potencial para el mantenimiento de la salud muscular. Además, se propone que la microbiota intestinal puede ser un factor clave para la proteína de whey y/o el entrenamiento de la fuerza contra la sarcopenia inducida por la edad, basándose en la vía: proteína de whey o entrenamiento de la fuerza + Microbiota intestinal + músculo esquelético y sarcopenia, por este orden de importancia. Intervenciones apropiadas deben de ser llevadas a cabo marcando como objetivo del entrenamiento ciertas hormonas sexuales y la microbiota intestinal puede ser de gran ayuda a la hora de prevenir y optimizar los tratamientos existentes contra la sarcopenia inducida por la edad.

*Que la sarcopenia es un problema de salud pública en el colectivo de personas de edad avanzada es avalado por gran parte de la comunidad científica, así como la existencia de una evidencia sólida al respecto. No es nuevo que el entrenamiento de la fuerza y el consumo de proteína con alto valor biológico se consideren herramientas potentes en la prevención de esta patología, que tarde o temprano aparecerá; lo importante es cambiar la concepción social al respecto y conseguir integrar en el sistema de salud pública y privada el entrenamiento de la fuerza, bien periodizado, bien planificado y bien cuantificado. Por otro lado, se abre una interesante línea de investigación en la interacción entre el entrenamiento de la fuerza, el consumo de proteína y los cambios en la población bacteriana de la microbiota intestinal. Hacen falta más estudios que esclarezcan detalles al respecto.*

## Relación dosis-respuesta entre ejercicio y función cognitiva en adultos mayores con y sin discapacidad cognitiva: una revisión sistemática y meta-análisis

Dose-response relationship between exercise and cognitive function in older adults with and without cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis ([pdf original](#))

Sanders LMJ, Hortobagyu T, la Bastide-van Gemert S y col

PLoS One. 2019 Jan 10;14(1): e0210036. doi: 10.1371/journal.pone.0210036

(Autor del resumen: Daniel Blanco Galindo)



(Ver video-resumen, [click aquí](#))

Esta revisión examina la dosis-respuesta entre ejercicio y función cognitiva en mayores con o sin discapacidad cognitiva. Se incluyó una modalidad simple, controlada y aleatorizada entre: ejercicio aeróbico, anaeróbico, multicomponente o psicomotor para cuantificar cuantitativa y cualitativamente el entrenamiento. Realizaron test específicos para la función cognitiva, ejecutora y memoria, usando modelos de efectos mixtos multinivel para investigar los predictores de efectos del ejercicio. En los sujetos sanos hubo un efecto pequeño positivo del ejercicio en función ejecutora y memoria pero los parámetros de dosis no predijeron la magnitud de los efectos. En aquellos con deficiencias, el ejercicio tuvo un moderado efecto positivo en la función cognitiva global especialmente en sesiones cortas con altas frecuencias.

### Introducción

La demencia se caracteriza por una degeneración progresiva de la función neurocognitiva. Ante la gran proliferación de esta enfermedad, el ejercicio parece tener un papel importante como alternativa a los fármacos en la mejora de la función cognitiva mediada por la liberación del factor neurotrófico cerebral (BDNF) y el factor de crecimiento (IGF-1) facilitando cambios estructurales cerebrales ligados a la mejora en la atención, memoria y procesado de información. Según revisiones anteriores, el tipo de ejercicio y los parámetros utilizados como dosis determinan el efecto de los resultados, existiendo una fuerte relación entre mayores duraciones e intensidades con mejoras en la función cognitiva, cambios cerebrales estructurales, plasticidad y funciones ejecutoras. La asociación también está relacionada con el nivel de acondicionamiento físico de los sujetos y con el ejercicio crónico. No obstante, es necesario revisar sistemáticamente de qué manera aumentos en la función cognitiva se relacionan con los parámetros de ejercicio separadamente y si varían según la condición de salud de los sujetos.

### Objetivos

El objetivo de esta revisión fue examinar la relación entre los parámetros de duración, frecuencia e intensidad del entrenamiento y la función cognitiva global, ejecutora y memoria en adultos con y sin disfunción cognitiva cuantificando la relación dosis-respuesta separadamente entre las respuestas de intervención aeróbica, anaeróbica, multimodal y psicomotora y los cambios en la función cerebral con modelos estadísticos.

### Métodos

Se revisaron varias bases de datos desde el origen de los registros hasta diciembre de 2017. Se incluyeron estudios humanos que fueran ensayos aleatorios controlados (RCTs). Las entradas específicas de búsqueda incluyeron ejercicio, cognición, memoria y función ejecutora. Los no específicos fueron actividad, entrenamiento tipo, resultados cognitivos y diseño de estudio. Se usaron los filtros de niños, adolescentes o pacientes sin disfunción cognitiva suave (MCI), vascular (VCI) o demencia.

Los criterios de inclusión fueron: 1) edad: 18 años o más, 2) sujetos sanos o diagnosticados con MCI, VCI o demencia, 3) intervención con ejercicio, aeróbico, anaeróbico, multicomponente o psicomotor de cualquier intensidad y frecuencia, con una duración mayor o igual a 4 semanas, 4) se especificaba el rango de frecuencia y duración de la sesión, 5) la intensidad del entrenamiento se especificaba y describía. 6) resultados cognitivos medidos por tests neuropsicológicos. Se excluyeron estudios si: 1) la intervención incluía un componente no físico y 2) el grupo control realizaba una actividad de no contraste (las actividades de contraste incluyen actividad no física o estiramientos y tonificación).

Se extraían características de la muestra (tamaño, edad, género, educación, estado cognitivo), parámetros de intervención (modo de ejercicio, duración, intensidad, frecuencia) y medidas (media, desviación estándar, significatividad o valores de tests cognitivos pre y post intervención).

La duración se calculaba en minutos para cada estudio para semanas, duración de sesión y frecuencia. La intensidad en función de %HRmax, %Frecuencia cardiaca de reserva (HRR), o % consumo de oxígeno máximo (VO<sub>2</sub>max). Para el ejercicio anaeróbico N° de rep x N° de series x %1RM ó VO<sub>2</sub>max. La intensidad también se midió por escala de Borg RPE y criterio ACSM.

Para el efecto de tamaño se usaron índices de Hedges y Cohens. Para análisis estadístico se usaron modelos de efectos mixtos que examinaron diferencias en efectos de ejercicio entre el estado de salud de los sujetos, la modalidad de ejercicio, las duraciones, intensidades y frecuencias.

### Resultados

Se incluyeron 36 estudios, con 2007 participantes, de los que 1772 fueron mujeres. La edad media fue de 72,8±6,57 años.

Para la asociación dosis-respuesta de ejercicio sobre cognición en adultos mayores sanos, de los 23 estudios incluidos en la categoría y 1225 participantes. La edad media fue 70 y el valor en Mini Mental State Examination (MMSE) fue 27,7. El diagrama mostró un pequeño efecto positivo en la función media ejecutora y memoria media pero no en cognición global media.

Con respecto a población mayor con disfunción cognitiva, de 13 estudios y 728 participantes, con edades media de 78,3 y MMSE de 22,9 se observó un efecto moderado positivo en la cognición media global y ejercicio, así como un efecto positivo pequeño en ejercicio sobre la función ejecutora media. No hubo evidencia de efectos significativos del ejercicio sobre la memoria media.

Los modelos de efectos mixtos revelaron un significativo pero pequeño efecto  $d=0,24$ . La variación en el tamaño de los efectos con tests específicos a la relación entre estudios fue respectivamente 4,8% y 41,4%. Para mayores con y sin disfunción cognitiva combinado, no hubo predictores significativos de tamaño del efecto para dominio cognitivo  $F(1,184)$ , tipo de ejercicio  $F(2,53)$ , duración del programa  $F(2,137)$ , duración de la sesión  $F(2,183)$ , frecuencia  $F(3,182)$ , duración total del ejercicio  $F(1,184)$ , intensidad (aeróbico  $F(2,77)$ , anaeróbico  $F(2,53)$ , multimodal  $F(2,40)$ ). Para mayores sanos no hubo predictores específicos. Sin embargo, cuando se consideraron únicamente aquellos con deficiencias cognitivas la duración de la sesión y la frecuencia aparecieron como predictores significativos, y aquellos programas con sesiones cortas y frecuencias altas produjeron mayores efectos.

### Discusión

Se examinó la relación dosis-respuesta entre una muestra amplia de ejercicio y función cognitiva en mayores con y sin deficiencia cognitiva.

Efectos beneficiosos del ejercicio sobre la función ejecutora y memoria han podido ser inducidos, incrementando la conectividad funcional, la regulación de BDNF, modificaciones neocorticales y aumentos en el volumen del hipocampo izquierdo.

Comparado con otras revisiones, se encontraron efectos más bajos del ejercicio sobre la cognición posiblemente por la inclusión del parámetro de intensidad como criterio. Además, la duración del programa y la intensidad no predijeron efectos cognitivos en esta revisión, contrariamente a otras.

Respecto a los cambios en la función cognitiva, aún está por definir el umbral de dosis al que pueden ocurrir pero, posiblemente, la duración de los programas de intervención seleccionados fue escasa para producir efectos significativos. La intensidad también ha podido alterar las conclusiones debido a que los criterios de medición en los estudios han sido variados, así como la modalidad de ejercicio a la que se ejecutaba, pudiendo confundir en las relaciones de dosis total y de cada parámetro para la cognición.

Los criterios de inclusión han variado entre los metaanálisis en relación al nivel de actividad física (PA), pudiendo hacer más respondedores a la intervención a sujetos con menores niveles de PA previos.

La manera de medir la cognición y el tipo de tareas propuestas puede modificar los resultados también. En esta revisión se agruparon los tests en: cognición global, función ejecutora y memoria, lo que puede inflar la varianza del efecto disminuyendo la relación dosis-respuesta.

En adultos con disminución cognitiva el ejercicio multicomponente parece ser dominante en la mejora de la cognición global. Algunos cambios en mecanismos neurobiológicos se han asociado a la práctica de ejercicio aeróbico y de fuerza concurrente, así como desarrollo de

habilidades espacio-visuales. Las sesiones cortas inducen menor fatiga y mayor motivación y las altas frecuencias de sesión disminuyen el sedentarismo y aumentan las adaptaciones neurobiológicas. No obstante, el factor de duración del programa debe ser tenido en cuenta cuando se buscan adaptaciones positivas contra la demencia después del periodo de intervención, debiendo asegurar largas duraciones. Se han presentado pocos efectos asociados a la intensidad debido a la gran heterogeneidad en los procesos de medición de la misma, así como de los factores cognitivos, a pesar de que la variación del rendimiento en ellos es mayor que en sujetos sanos. Las actividades de control también pudieron afectar al tamaño del efecto, lo que sugiere para futuras investigaciones sean consideraciones a tener en cuenta.

### *Limitaciones*

Tanto la heterogeneidad entre estudios, dependencias en las mismas muestras, múltiples tests de medición y, relativamente pocos estudios de cada modelo hacen limitado el poder estadístico. Los pequeños efectos reflejados sobre la función cognitiva en el ejercicio hacen que se cuestione su relevancia clínica por la falta de datos observacionales. Otra limitación es la determinación de ejercicio en dosis y modalidad que puede resultar más efectivo sobre la función cognitiva por la falta de aislamiento de cada parámetro.

La falta de unificación de criterio en la clasificación de las diferentes disfunciones cognitivas también puede ser una limitación a la hora de valorar los efectos del ejercicio sobre los distintos grados y tipos de disfunciones o patologías.

### *Conclusión*

Esta revisión no puede confirmar ni desmentir las guías establecidas previamente sobre las dosis óptimas de ejercicio en mayores, las cuales, éstos deberían realizar actividades aeróbicas y anaeróbicas de moderada intensidad, al menos 3 veces a la semana. Para aquellos con disfunción cognitiva, programas de sesiones cortas de alta frecuencia semanal pueden generar mejores resultados. La integración de los mismos en los hábitos de vida parecer ser fundamental para la estabilización y durabilidad de las adaptaciones.

### *Aplicaciones prácticas*

A pesar de la cantidad de heterogeneidad asociada a esta revisión en cuestiones de tipo de ejercicio, métodos de análisis y mediciones, clasificación de la población, unido a la escasa fuente de estudios sobre adultos mayores que comparen diferentes dosis de ejercicio, parece que es posible reforzar la idea de la importancia de realizar ambas modalidades de ejercicio (aeróbico y fuerza), ubicado en varias sesiones semanales de corta duración y con una intención de integración en un entorno de hábito en la vida de las persona que garantice una sostenibilidad de los estímulos de ejercicio a los que se exponen, y por tanto también, las adaptaciones positivas que éstos generan, tanto a nivel estructural y molecular, como a nivel de rendimiento funcional.



*La falta de claridad expuesta por las limitaciones de esta revisión puede ser enmendada en mayor o menor medida por investigaciones futuras donde se recolecten descripciones detalladas de protocolos y mediciones de los participantes, así como diseños de estudios donde comparen diferentes dosis de ejercicio directamente entre sujetos y las distintas condiciones de intervención aleatorizadas.*

Los efectos del ejercicio sobre los adipocitos pardos y beige

Effects of exercise on brown and beige adipocytes ([pdf original](#))

Dewal RS y Stanford KI

Biochim Biophys Acta Mol Cell Biol Lipids. 2019 Jan;1864(1):71-78. doi: 10.1016/j.bbali.2018.04.013

(Autor del resumen: Luis Miguel López Mojares)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

Introducción

El ejercicio físico regular puede evitar o retrasar la aparición de algunas enfermedades crónicas como la diabetes mellitus tipo 2, la obesidad o el síndrome metabólico. Se han descrito varios tipos de tejido graso, tanto en roedores como en humanos: tejido graso pardo (*brown adipose tissue: BAT*) y tejido graso blanco (*white adipose tissue: WAT*). Dentro del WAT se han observado infiltrados de un tipo especial de tejido graso con adipocitos conocidos como *beiges* (castaño claro). BAT es un tejido multilocular (múltiples cavidades), capaz de producir calor, con numerosas mitocondrias y un aumento de la expresión de UCP1 (*uncoupling protein 1*). Los adipocitos *beiges* forman infiltrados en el interior de WAT, compartiendo con BAT su morfología multilocular con expresión de marcadores de superficie celular como *Tmem26* y *Cd137*. A pesar de su semejanza morfológica, los adipocitos *beiges* proceden de líneas celulares diferentes a las del BAT. Parece que estos tejidos diferentes, tienen también distinta respuesta al ejercicio.

Posibles mecanismos de acción del ejercicio en BAT y en WAT

Aunque no está bien definida la influencia del ejercicio sobre la actividad de BAT, parece que el ejercicio podría estimular BAT al aumentar la activación simpática, que aumentaría la expresión de UCP1 y la biogénesis mitocondrial. Además, se han descrito otras moléculas que podrían influir y que aumentan durante el ejercicio: péptidos natriuréticos cardíacos, interleuquina 6 ó

### Ejercicio y scWAT

Parece que el entrenamiento induciría adaptaciones en scWAT potenciando las rutas génicas implicadas en el metabolismo de la glucosa, oxidación de ácidos grasos, estrés y señalización oxidativas, formación de mitocondrias, transporte a través de la membrana, estrés celular y apoptosis. También parece que potenciaría genes implicados en el *beigeamiento* (transformación de WAT en adipocitos *beiges*). Merece señalar que el número de genes sensibles al ejercicio en scWAT es mayor del correspondiente al músculo esquelético, lo que indica la importancia de la influencia del ejercicio sobre scWAT. El ejercicio aumenta la actividad mitocondrial y su expresión génica en scWAT. Esto lo consigue en humanos, tanto el ejercicio aeróbico de moderada como el de mayor intensidad. Incluso, se ha observado su eficacia tanto en sujetos sanos como en diabéticos tipo 2.

### Ejercicio y beigeamiento de WAT

Se ha observado en roedores fenómenos de *beigeamiento* de scWAT relacionado con el ejercicio. La carrera por iniciativa propia en rueda sin fin ha mostrado incremento de la expresión de UCP1 en scWAT, observando picos máximos de ésta en ejercicios de menos de 3 semanas de duración. Hay fenómenos independientes del ejercicio que pueden inducirlo, como el frío o ciertos fármacos, que se traducen en pérdida de calor, con el correspondiente estímulo adrenérgico. Las hipótesis que tratan de justificar el efecto del ejercicio son referidas a la reducción del tamaño de los adipocitos, que limita el aislamiento térmico; el aumento de la inervación simpática; o el que las adaptaciones producidas por el ejercicio en otros tejidos, como por ejemplo el músculo esquelético, induzca el *beigeamiento*.

### Trasplante de tejido graso beige, inducido por el ejercicio

Los ratones sedentarios receptores de trasplante de tejido graso vWAT, tanto en el espacio subcutáneo, como en el espacio visceral, no muestran mejoras en el metabolismo de la glucosa o en la salud metabólica. Sin embargo, aquéllos que recibían trasplante de scWAT en la cavidad visceral reducían su peso corporal y graso, aumentaron la sensibilidad a la insulina y disminuyeron la concentración de glucosa e insulina. Cuando el trasplante de scWAT se hacía en el espacio subcutáneo el efecto era semejante, pero cuantitativamente menor.

Cuando se trasplantó scWAT de ratones entrenados en el espacio subcutáneo aparecía, a partir de los 9 días, una mejora significativa, en comparación con los ratones control, de la tolerancia a la glucosa, aunque los efectos resultaron inferiores a cuando el trasplante se realizaba en la cavidad visceral.

Por tanto se comprobó que la variabilidad de los resultados dependía del tipo de tejido graso trasplantado, el lugar de recepción del trasplante, y el hecho de que la grasa trasplantada fuese procedente de animales sedentarios o entrenados. El trasplante de scWAT postentrenamiento, con trasplante en cavidad visceral es el más efectivo en la mejora del ratón receptor.

### Principales conclusiones

- 1) El ejercicio produce adaptaciones fisiológicas en numerosos tejidos. Uno de ellos es el tejido adiposo.

- 2) El ejercicio disminuye la expresión génica mitocondrial y el consumo de glucosa en BAT tanto en roedores como en humanos, y altera el perfil lipídico de BAT en los roedores.
- 3) Las principales adaptaciones fisiológicas inducidas por ejercicio en WAT consisten en un aumento de mitocondrias y de su expresión génica, además de alteraciones en el lipidoma de scWAT y un incremento de *beigeamiento* de scWAT en roedores.
- 4) Cuestiones a investigar:
  - ¿Se produce *beigeamiento* en humanos?
  - ¿Por qué el ejercicio *beigea* el scWAT?
  - ¿Podría emplearse el consumo de glucosa por parte de BAT como determinante de la actividad de BAT frente al ejercicio?
  - Se requiere también profundizar en el mecanismo adaptativo del tejido graso al ejercicio con objeto de su aplicación en clínica frente a la obesidad, diabetes mellitus tipo 2 y otros trastornos metabólicos.

*Este artículo nos deja los siguientes puntos clave:*

- 1) *El ejercicio disminuye la expresión génica mitocondrial y el consumo de glucosa en BAT, tanto en roedores como en humanos, y altera el perfil lipídico de BAT en los roedores.*
- 2) *Las principales adaptaciones fisiológicas inducidas por ejercicio en WAT consisten en un aumento de mitocondrias y de su expresión génica, además de alteraciones en el lipidoma de scWAT y un incremento de beigeamiento de scWAT en roedores.*
- 3) *Necesitamos profundizar en el mecanismo adaptativo del tejido graso al ejercicio con objeto de su aplicación en clínica frente a la obesidad, diabetes mellitus tipo 2 y otros trastornos metabólicos.*

## Actividad física para niños con enfermedades crónicas; una revisión narrativa y aplicaciones prácticas

Physical activity for children with chronic disease; a narrative review and practical applications ([pdf original](#))

West SL, Banks L, Schneiderman JE y col

BMC Pediatr. 2019 Jan 8;19(1):12. doi: 10.1186/s12887-018-1377-3

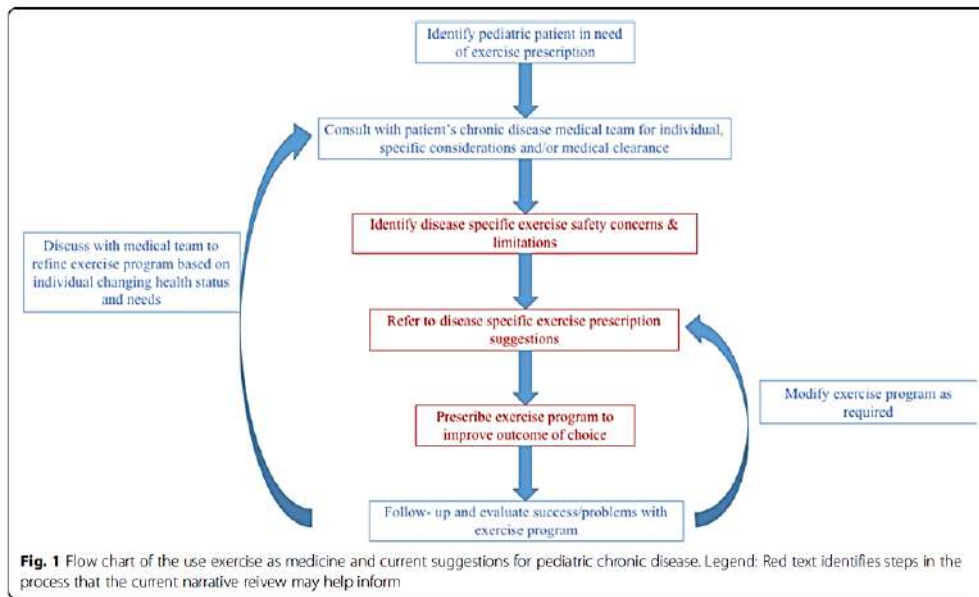
(Autor del resumen: Asier Mañas Bote)



(Ver video-resumen, [click aquí](#))

### Introducción

La actividad física (AF) está asociada con una amplia gama de beneficios para la salud. Las pautas internacionales sugieren que los niños deben participar en un mínimo de 60 minutos de AF de intensidad moderada a vigorosa (AFMV) por día para lograr estos beneficios. Sin embargo, las pautas actuales están destinadas a niños sanos y, por lo tanto, pueden no ser aplicables a niños con enfermedades crónicas. Específicamente, la dosis de AF y las consideraciones de ejercicio específicas de la enfermedad no se incluyen en estas pautas, lo que deja a estos niños con pocas sugerencias basadas en la evidencia, si las hay, relacionadas con la AF. Por lo tanto, el propósito de esta revisión narrativa fue considerar la literatura actual en el área del ejercicio como medicina en las enfermedades crónicas pediátricas prevalentes y proporcionar aplicaciones prácticas para la prescripción de ejercicios. Examinamos cinco enfermedades pediátricas crónicas comunes: 1) respiratoria, 2) cardiopatía congénita, 3) metabólica, 4) inflamatoria sistémica/autoinmune, y 5) cáncer. Discutimos la fisiopatología de la intolerancia al ejercicio, resumimos la investigación de intervención con ejercicios y proporcionamos aplicaciones prácticas para el ejercicio en cada cohorte pediátrica.



*Enfermedad Respiratoria*

**a. Fibrosis Quística:**

La fibrosis quística (FQ) es una enfermedad autosómica dominante que se presenta en aproximadamente 1:2500–4000 nacidos vivos por año en Canadá y los Estados Unidos, con una mayor incidencia en los países europeos. La FQ implica la expresión o función anormal de la proteína reguladora de la conductancia transmembrana de la FQ, que produce una producción de moco más espesa y complicaciones asociadas a múltiples sistemas de órganos (especialmente digestivos y respiratorios). La capacidad de ejercicio se reduce en la FQ pediátrica debido a múltiples factores, como la función pulmonar y cardiovascular, la función del músculo esquelético periférico y el mal estado nutricional.

Se han documentado beneficios significativos del ejercicio y la AF habitual en niños con FQ, incluidas mejoras en la resistencia cardiovascular, fuerza muscular, calidad de vida y eliminación de moco.

Basado en la evidencia para los pacientes pediátricos con fibrosis quística, ofrecemos las siguientes sugerencias y consideraciones de ejercicio:

- **Ejercicio aeróbico cardiorrespiratorio:** se ha demostrado que el ejercicio aeróbico de intensidad moderada (~70% de la frecuencia cardíaca máxima) mejora la función pulmonar y la capacidad aeróbica. Los niños con FQ deben participar en el ejercicio aeróbico al menos dos veces por semana en sesiones de 30 a 45 minutos; pero los individuos previamente sedentarios deberían acumular estas sesiones de una manera progresiva.
- **Ejercicio de tipo anaeróbico:** las actividades anaeróbicas para niños y adolescentes a menudo imitan la naturaleza típica del juego de los niños y pueden incluir correr y saltar. Los deportes anaeróbicos incluyen voleibol, esgrima, atletismo y algunos eventos de natación, entre otros. Existe cierta evidencia de beneficios sostenidos del entrenamiento anaeróbico cuando los niños con FQ participan en sesiones de 30 min con periodos de

trabajo anaeróbico de 20 a 30 s (esfuerzo máximo o cercano al máximo) con 3 series de 3 a 5 repeticiones dentro de cada serie. Los niños deben descansar tres veces la duración del ejercicio (por ejemplo, una serie de ejercicios de 30 s necesitaría un descanso de 90 s después de la serie), con una duración más larga de descanso (al menos cinco minutos) entre series. Las sesiones de entrenamiento aeróbico y anaeróbico pueden intercalarse para la recuperación y el máximo beneficio para el paciente.

- **Entrenamiento de fuerza:** el entrenamiento de fuerza para niños y adolescentes con FQ ha demostrado ser seguro y eficaz. Se debe hacer hincapié en los ejercicios de peso corporal (flexiones de brazos, zancadas y sentadillas). Cualquier entrenamiento de fuerza con pesas se debe realizar en un entorno supervisado bajo la dirección de un profesional del ejercicio cualificado. Una carga de trabajo de intensidad moderada es el 70% del máximo de una repetición (1 RM) para diferentes ejercicios de 3 a 5 series de 10 repeticiones; sin embargo, los niños deben comenzar con cargas de trabajo de baja intensidad y desarrollar cargas de trabajo más altas de manera progresiva.
- **Flexibilidad y entrenamiento de movilidad:** Las actividades de flexibilidad y estiramiento deben ser consideradas para los niños con FQ. Por ejemplo, el yoga puede mejorar la flexibilidad al tiempo que confiere beneficios tanto mentales como físicos (pero se debe evitar el yoga caliente debido a la intolerancia al calor en la FQ). Se recomienda enfocar el desarrollo de los músculos posturales, incluido el estiramiento del tórax.

#### *b. Asma:*

El asma se define como una enfermedad heterogénea caracterizada por una inflamación crónica de las vías respiratorias. Los síntomas como sibilancias, tos, falta de aliento, opresión en el pecho y flujo espiratorio variable son utilizados para establecer un diagnóstico. La prevalencia global de asma entre los niños se estima en un 14%.

El ejercicio aeróbico regular mejora los síntomas del asma y, por lo tanto, los niveles de control del asma. Los estudios han demostrado que el ejercicio conlleva menos visitas al hospital, menos uso de medicamentos, menos sibilancias, menos reactividad bronquial y mejor calidad de vida. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el ejercicio regular no se asocia con mejoras en la función pulmonar. En otras palabras, el ejercicio puede mejorar el control del asma, pero puede no afectar la gravedad de la enfermedad.

Basado en la evidencia en pacientes pediátricos con asma, ofrecemos las siguientes sugerencias y consideraciones de ejercicio:

- **Ejercicio aeróbico cardiorrespiratorio:** los niños con asma bien controlada que usan su medicación antes del ejercicio deben realizar 60 minutos de AFMV todos los días como se describe en las pautas de AF. Aquellos que están descondicionados, son sedentarios o que tienen un control del asma subóptimo, deben comenzar con una intensidad más baja y una duración más corta, pero aumentar progresivamente para cumplir con las pautas. Elegir el modo de actividad aeróbica es de vital importancia. Aquellos que tienen una respuesta negativa y severa al aire frío-seco deben evitar hacer ejercicio al aire libre en el invierno o practicar deportes como el hockey sobre hielo y el patinaje sobre hielo; los sensibles a los olores y productos químicos pueden optar por evitar nadar en una



piscina clorada; y los sensibles a los alérgenos ambientales deben evitar el ejercicio al aire libre, especialmente en la primavera.

- **Ejercicio de tipo anaeróbico:** el ejercicio anaeróbico generalmente induce un aumento significativo de la ventilación y es probable que induzca síntomas de asma, a menos que se realice de manera intermitente similar al HIIT, es decir, un protocolo de ejercicio que permita que la ventilación se recupere. Debido a la falta de evidencia en este momento, es difícil decir si se debe prescribir ejercicio anaeróbico a niños con asma.
- **Entrenamiento de fuerza:** no hay evidencia que sugiera que el entrenamiento de fuerza no sea seguro para los niños con asma. De hecho, entre los niños descondicionados con asma, el entrenamiento de fuerza puede ser una forma segura de iniciar un programa de ejercicios, ya que los ejercicios de fuerza de intensidad baja a moderada no aumentan significativamente la ventilación y, por lo tanto, es poco probable que induzcan broncoconstricción. Además, las adaptaciones fisiológicas que resultan del ejercicio de fuerza probablemente mejorarán la tolerancia de otras actividades diarias. En resumen, un programa de ejercicios de fuerza puede comenzar de 2 a 3 veces por semana en días no consecutivos. Los niños deben comenzar con 1-2 series y 8-15 repeticiones, y deben comenzar con cargas de trabajo de resistencia moderada.
- **Flexibilidad y entrenamiento de movilidad:** los niños con asma pueden participar en un entrenamiento de flexibilidad como el yoga, ya que es poco probable que induzca síntomas respiratorios. Cabe señalar, sin embargo, que hay poca evidencia de beneficios específicos de la enfermedad.

### Cardiopatía Congénita

La cardiopatía congénita (CHD, por sus siglas en inglés) se refiere a cualquier tipo de defecto cardíaco innato, de los cuales hay defectos moderados-graves en 6/1000 nacidos vivos. Los avances médicos han mejorado las tasas de supervivencia de los pacientes con CHD. Aproximadamente el 90% de los niños con un defecto reparado de CHD sobrevivirá hasta la edad adulta. La causa de la intolerancia al ejercicio en niños con CHD es multifactorial, resultado de influencias externas que causan hipoactividad, así como limitaciones hemodinámicas causadas por su defecto cardíaco.

Las intervenciones de ejercicio han demostrado algunas mejoras en la capacidad de ejercicio máxima en pacientes pediátricos con CHD. Las intervenciones de ejercicio son generalmente seguras, factibles y beneficiosas en niños con CHD, a excepción de los pacientes con trastornos del ritmo cardíaco. Se debe consultar al cardiólogo del paciente con respecto a cualquier restricción de ejercicio antes de la implementación del programa.

Basado en la evidencia en pacientes pediátricos con CHD, ofrecemos las siguientes sugerencias y consideraciones de ejercicio:

- **Ejercicio aeróbico cardiorrespiratorio:** una reciente declaración de consenso de la Asociación Europea de Cardiología Pediátrica declaró que la mayoría de los niños con CHD deberían participar en 60 minutos por día de AFMV (40-85% de  $VO_2$  pico). Se recomienda la progresión en la duración del ejercicio (por ejemplo, series más cortas de ejercicio, mientras se trabaja de manera lenta y constante hacia los 60 minutos de

ejercicio de resistencia). Se recomienda que los niños con algunos defectos específicos de la CHD, como la tetralogía de Fallot y los pacientes con ventrículo único funcional (por ejemplo, pacientes con Fontan) limiten su ejercicio aeróbico a una intensidad de baja a moderada (en lugar de AFMV).

- **Ejercicio de tipo anaeróbico:** ningún estudio ha examinado la seguridad y la eficacia del HIIT o el entrenamiento anaeróbico en pacientes pediátricos con CHD. Por lo tanto, la seguridad y la efectividad de los ejercicios de mayor intensidad no se han determinado en cohortes de CHD, y se debe evitar el entrenamiento a intervalos de alta intensidad hasta que se proporcionen pruebas adicionales.
- **Entrenamiento de fuerza:** el entrenamiento de fuerza de intensidad baja a moderada de grupos musculares individuales es seguro para la mayoría de los pacientes con CHD (es decir, un número elevado de repeticiones 10-15 con menor resistencia). El entrenamiento de fuerza de alta intensidad no se ha examinado en esta cohorte y puede aumentar el riesgo de lesiones y podría aumentar la presión arterial, disminuir el gasto cardíaco y causar bradicardia en algunos pacientes con CHD. El entrenamiento de fuerza de alta intensidad debe evitarse en este grupo hasta que haya más investigación disponible.
- **Flexibilidad y entrenamiento de movilidad:** los ejercicios de estiramiento dinámico se han incluido como un componente de numerosos estudios de intervención con ejercicio, por lo que los niños con CHD pueden participar de forma segura en el entrenamiento de flexibilidad. Sin embargo, hay poca evidencia de los beneficios específicos de la enfermedad del entrenamiento con flexibilidad.

### Enfermedad Metabólica

#### *a. Obesidad y Diabetes Tipo 2:*

Actualmente estamos experimentando una epidemia mundial de obesidad, con los niveles de obesidad pediátrica en aumento. La obesidad se define como una acumulación excesiva de tejido adiposo no esencial, con percentiles de índice de masa corporal (IMC) comúnmente utilizados para clasificar el estado de obesidad en niños (sobrepeso: percentil 85 a 95; obeso: percentil 95 a 99; obesidad severa al percentil 99). Existen muchas complicaciones asociadas con la obesidad, una de las cuales es la diabetes tipo 2. La diabetes tipo 2 es un trastorno metabólico crónico caracterizado por hiperglucemia y resulta de una respuesta inadecuada a la insulina. En un estudio de niños y adolescentes en los Estados Unidos, las tasas de incidencia general no ajustadas de la diabetes tipo 2 aumentaron un 7,1% anual (de 9,0 casos por 100.000 jóvenes por año en 2002–2003 a 12,5 casos por 100.000 jóvenes por año en 2011–2012). Varias adaptaciones fisiopatológicas que pueden afectar la tolerancia al ejercicio surgen en los sistemas cardíaco, respiratorio, endocrino y musculoesquelético como resultado de la obesidad. Las adaptaciones fisiopatológicas cardíacas pueden incluir aumentos en el gasto cardíaco, la presión arterial y la hipertrofia cardíaca.

Las intervenciones de ejercicio representan una estrategia clínica importante para la prevención de la obesidad y las comorbilidades en adolescentes. Basado en la evidencia en pacientes pediátricos con la obesidad y/o diabetes tipo 2, ofrecemos las siguientes sugerencias y consideraciones de ejercicio:

- **Ejercicio aeróbico cardiorrespiratorio:** se debe alentar a los pacientes pediátricos con obesidad y diabetes tipo 2 a que realicen un calentamiento y enfriamiento prolongados para la prevención de lesiones y a que aumenten progresivamente la duración del ejercicio (trabajando hacia los 60 min AFMV). Se recomienda la realización de actividades aeróbicas de intensidad moderada y de menor impacto para la prevención de lesiones y si los niños tienen una capacidad comprometida para disipar el calor, se recomienda el ejercicio en ambientes termoneutrales.
- **Ejercicio de tipo anaeróbico:** El ejercicio interválico puede ser factible para los jóvenes con obesidad por permitir tasas de trabajo más altas durante periodos de actividad más cortos. Existe cierta evidencia que sugiere que los niños con obesidad pueden realizar el ejercicio HIIT dos veces por semana, con un 70–85% de su FC máxima durante los períodos de trabajo. Este protocolo se puede usar para informar las prescripciones de ejercicio individualizadas, sin embargo, pocos estudios hasta la fecha han utilizado HIIT en jóvenes con obesidad y, por lo tanto, faltan sugerencias de prescripción optimizadas. Debido a la falta de evidencia en este momento, es difícil decir si se debe sugerir el ejercicio anaeróbico a los niños con diabetes tipo 2.
- **Entrenamiento de fuerza:** se recomienda el entrenamiento de fuerza regular de los grandes grupos musculares (3 días a la semana) para promover la fuerza muscular y la sensibilidad a la insulina. Puede ser beneficioso antes de iniciar un programa de ejercicio aeróbico, ya que puede ayudar a desarrollar la fuerza muscular y la capacidad de ejercicio. El entrenamiento se puede completar de 1 a 3 series de hasta 15 repeticiones, 2–3 días por semana. Los incrementos en la carga pueden ocurrir después de la finalización exitosa de 15 repeticiones en buena forma.
- **Flexibilidad y entrenamiento de movilidad:** los niños con obesidad y/o diabetes tipo 2 probablemente puedan participar de manera segura en el entrenamiento de flexibilidad. Un estudio en jóvenes con obesidad incorporó la respiración basada en yoga en su programa de ejercicios de múltiples componentes. Todavía se necesita investigación para determinar la asociación entre las actividades de estiramiento y la pérdida de peso/sensibilidad a la insulina en niños.

### Enfermedad inflamatoria/autoinmune sistémica

#### **a. Artritis idiopática juvenil:**

La artritis idiopática juvenil (AIJ) es una enfermedad crónica común que se presenta durante la infancia; de hecho, la AIJ afecta a uno de cada 1000 niños y adolescentes en Canadá, y cerca de 300.000 niños en los Estados Unidos. La AIJ es una enfermedad autoinmune que produce una inflamación específica de la articulación que puede provocar daños en el hueso y el cartílago.

Hay muchos mecanismos que contribuyen a la intolerancia al ejercicio en esta cohorte. Por ejemplo, la inflamación y la degradación de las articulaciones pueden provocar dolor y dificultad para moverse. El desgaste muscular y la debilidad es un síntoma común que resulta directamente de la AIJ, lo que puede contribuir a la dificultad para mantener los niveles de AF.

Los datos indican que los programas de ejercicio, tanto aeróbicos como de entrenamiento de fuerza, son seguros y factibles en niños con AIJ. La evidencia de la eficacia de estos programas es limitada, pero actualmente apoya pequeños efectos positivos de la participación de AF en la capacidad de ejercicio, la fuerza muscular, la asistencia escolar y la participación en educación física en esta cohorte.

Basado en la evidencia en pacientes pediátricos con AIJ, ofrecemos las siguientes sugerencias y consideraciones de ejercicio:

- **Ejercicio cardiorrespiratorio aeróbico:** se debe fomentar el calentamiento y enfriamiento prolongados para prevenir lesiones y el uso de la progresión en la duración del ejercicio. Se pueden recomendar actividades aeróbicas de menor impacto y de intensidad moderada (por ejemplo, natación) para prevenir lesiones y para la comodidad después de un brote de enfermedad o en personas con AIJ. Sin embargo, dado que la actividad con carga del propio peso es beneficiosa para la salud ósea, este tipo de ejercicio debe fomentarse progresivamente. El ejercicio se puede realizar de manera segura entre el 65 y el 85% de la frecuencia cardíaca máxima calculada de un niño y se debe realizar de dos a tres días por semana de manera progresiva hasta 45–60 min de duración. Se deben respetar consideraciones similares a las del grupo CHD si los niños tienen complicaciones cardiovasculares.
- **Ejercicio de tipo anaeróbico:** la seguridad y la eficacia de HIIT no se ha determinado en la cohorte AIJ. Debido a que la salud de las articulaciones, el riesgo de fractura y la respuesta inflamatoria son preocupaciones en la AIJ, recomendaríamos evitar el HIIT en niños con AIJ hasta que se realicen más investigaciones.
- **Entrenamiento de fuerza:** los niños con AIJ pueden participar en un programa de fuerza similar al de los niños sanos, pero se debe prestar especial atención a realizar los ejercicios en un rango de movimiento que no exacerbe el dolor. La literatura publicada sugiere que el entrenamiento de fuerza de intensidad baja a moderada es probablemente seguro para la mayoría de los pacientes con AIJ (incluyendo un alto número de repeticiones con menor resistencia). La intensidad inicial debe establecerse en 60% del máximo de una repetición estimada y progresar lentamente a 75%. El entrenamiento se puede completar de 1 a 3 series de hasta 15 repeticiones, 2–3 días por semana. Los aumentos en la carga pueden ocurrir después de la finalización exitosa de 15 repeticiones en buena forma. Los ejercicios de fuerza activa, lenta y controlada con el uso de bandas también son un tipo de ejercicio recomendado para esta cohorte.
- **Entrenamiento de flexibilidad y movilidad:** los niños con AIJ pueden participar en un entrenamiento de flexibilidad como el yoga sin restricciones para aumentar el rango de movimiento. El yoga, el Qigong o el tai chi pueden ser beneficiosos para esta cohorte para alentar el movimiento de las articulaciones y prevenir la rigidez.

### Cáncer

El cáncer pediátrico es la causa número uno de mortalidad relacionada con la enfermedad en personas menores de 20 años, y cada año se diagnostican casi 1000 casos nuevos de cáncer infantil solo en Canadá. Sin embargo, a medida que los tratamientos son cada vez más efectivos, la tasa de supervivencia a 5 años ha mejorado hasta ~85%, sin embargo, se observa

una morbilidad significativa durante la supervivencia como consecuencia del tratamiento de la enfermedad.

El curso de la enfermedad se caracteriza por un crecimiento celular anómalo y una división que causa disfunción de los tejidos y sistemas de órganos, ya que las células cancerosas disfuncionales reemplazan a las células sanas y funcionales. El tratamiento incluye la resección quirúrgica del tumor, la radioterapia local o completa, la quimioterapia o una combinación de estos tratamientos. La quimioterapia y la radioterapia son tratamientos citotóxicos no específicos y son en gran parte responsables de las consecuencias funcionales y de salud a largo plazo del cáncer pediátrico, incluida la intolerancia al ejercicio.

Debido a la variable grado de intolerancia al ejercicio en pacientes pediátricos con cáncer, un profesional del ejercicio que tenga conocimiento de los efectos secundarios esperados de su régimen de tratamiento debe realizar una evaluación individualizada de las habilidades físicas generales. Para los pacientes en tratamiento que pueden estar inmunosuprimidos, se debe tener cuidado para asegurar que todo el equipo se esterilice para evitar el riesgo de infección. Los niños con recuentos de plaquetas por debajo de 10.000 por  $\mu\text{L}$  no deben hacer ejercicio. En general, los pacientes pediátricos con cáncer deben esforzarse por alcanzar las pautas de AF, sin embargo, es posible que esto deba hacerse en dosis más pequeñas y más frecuentes para adaptarse a los efectos secundarios agudos del tratamiento. Basado en la evidencia en pacientes pediátricos con cáncer proporcionamos las siguientes sugerencias y consideraciones de ejercicio:

- **Ejercicio aeróbico cardiorrespiratorio:** los programas de entrenamiento aeróbico pueden iniciarse al comienzo del tratamiento entre 2 y 4 días por semana, progresando de 3 a 5 días por semana. La intensidad del ejercicio puede comenzar en ~40% de FC máxima, hasta un 70%, para pacientes en tratamiento, o mayor en pacientes sin tratamiento sin preocupaciones de complicaciones inmunológicas. El formato interválico también puede ser apropiado para la transición hacia intensidades más altas. La duración debe ser de 30 a 45 minutos, pero puede dividirse en bloques de tiempo más cortos para estar de acuerdo con los efectos secundarios y el nivel de fatiga del paciente.
- **Ejercicio de tipo anaeróbico:** debido a la falta de evidencia en este momento, es difícil decir si el ejercicio anaeróbico se debe prescribir a los niños con cáncer.
- **Entrenamiento de fuerza:** el entrenamiento de fuerza debe incluirse en el plan de ejercicios de un paciente 1–3 días a la semana en días no consecutivos y se deben administrar múltiples días de recuperación entre entrenamientos si la inmunosupresión es una preocupación. Las repeticiones más altas con menor resistencia (60% 1 RM) deben usarse inicialmente, avanzando hacia una mayor resistencia (75% 1 RM) con menos repeticiones (10-12) a medida que se mejora la resistencia. El peso corporal y las bandas de resistencia son apropiadas para pacientes más jóvenes. Los ejercicios de fuerza deben ser proporcionados por un profesional entrenado y el ejercicio debe ser supervisado para asegurar que se use la técnica adecuada.
- **Flexibilidad y entrenamiento de movilidad:** los pacientes pediátricos con cáncer también pueden beneficiarse de los programas de estiramiento y equilibrio como el yoga. Las

actividades que enfatizan la coordinación neuromuscular y las habilidades de movimiento funcional pueden ayudar a minimizar los déficits de alfabetización física asociados con la inactividad. Sin embargo, hay poca evidencia de beneficios específicos de la enfermedad.

*Los niños con enfermedades crónicas presentan fisiopatologías específicas que contribuyen de manera única a la tolerancia al ejercicio. Las pautas internacionales de AF sugieren que los niños deben acumular 60 minutos de AFMV diaria; pero estas pautas no consideran los factores específicos de la enfermedad que contribuyen a la intolerancia al ejercicio. Por lo tanto, son necesarias pautas de AF de enfermedad crónica integral que consideren la seguridad del ejercicio, la dosis, la frecuencia, la intensidad, el tiempo y el tipo de ejercicio en función de cada enfermedad. Las sugerencias de AF, como las que se presentan en este manuscrito, brindan un punto de partida que puede ayudar a informar a equipos de atención médica y educadores físico-deportivos que trabajan con grupos de enfermedades crónicas pediátricas sobre cómo usar adecuadamente el ejercicio como medicamento. Según la literatura revisada, parece que el ejercicio regular es beneficioso para los niños con FQ, asma, CHD, obesidad, diabetes tipo 2, AIJ y cáncer.*



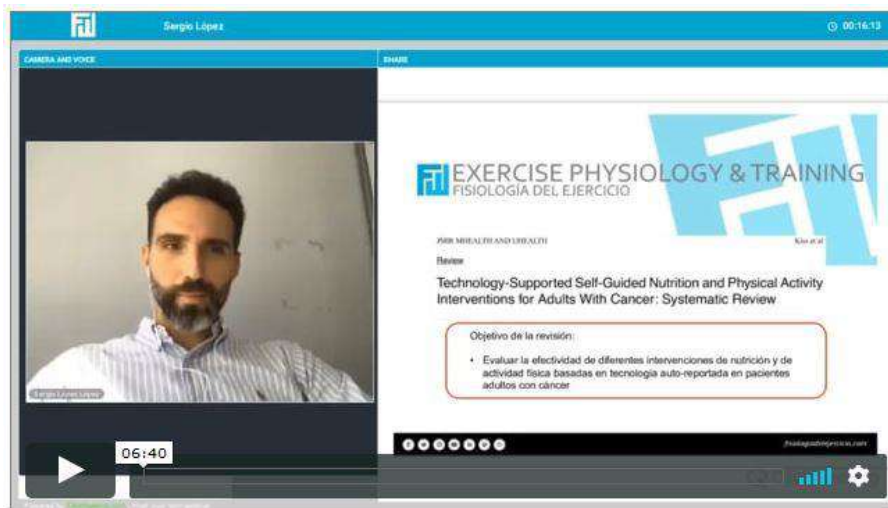
## Intervenciones auto-guiadas sobre nutrición y actividad física basadas en soporte tecnológico en pacientes adultos con cáncer: revisión sistemática

Technology-supported self-guided nutrition and physical activity interventions for adults with cancer: systematic review ([pdf original](#))

Kiss N, Baguley BJ, Ball K y col

JMIR Mhealth Uhealth. 2019 Feb 12;7(2):e12281. doi: 10.2196/12281

(Autor del resumen: Sergio López)



(Ver video-resumen, [click aquí](#))

### Introducción

El cáncer está considerado como una enfermedad crónica progresiva. Se estima que para 2026 el número de pacientes de cáncer llegue a los 20 millones en estados unidos. Estas previsiones añaden cada vez más presión a los sistemas de salud para mantener los cuidados de salud específicos asociados a esta patología. Es, por lo tanto, necesaria, la inclusión de medidas terapéuticas adaptables y de fácil acceso para este número creciente de pacientes con el objetivo de no saturar la atención sanitaria presencial mientras que se mantiene un óptimo nivel de atención sanitaria.

Tanto la actividad física como la nutrición son fundamentales en el manejo del paciente con cáncer. Los estudios de prevalencia muestran que el 40% de los pacientes de cáncer sufren malnutrición, lo cual se asocia con un aumento de la mortalidad y coste sanitario, así como a una baja calidad de vida. La pérdida de masa muscular o sarcopenia está presente en el 25-57% de estos pacientes y se considera un predictor independiente de supervivencia.

Menos del 20% de los pacientes supervivientes de cáncer cumplen las recomendaciones dietéticas y menos del 50% las de actividad física.

Es por estos motivos que resulta tan necesario evaluar la eficacia de aquellas intervenciones en actividad física y nutrición que permitan mejorar estas variables de salud y supervivencia de vital importancia. Por eso, el objetivo de esta revisión sistemática fue la de describir y evaluar la eficacia de intervenciones auto-guiadas en soporte digital sobre nutrición y actividad física en pacientes con cáncer.

### Métodos

Esta revisión sistemática fue realizada bajo los criterios establecidos por la guía PRISMA para la publicación de revisiones sistemáticas.

Se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos revisados por pares, publicados en inglés entre 1973 hasta Julio del 2018 en las bases de datos de Medline Complete, Scopus, CINAHL, EMBASE, Cochrane Library y SPORTDiscus.

Los criterios para la inclusión de artículos fueron los siguientes: estudios originales realizados en adultos diagnosticados de cáncer en cualquier fase de la enfermedad ya fuese previo, durante o después del tratamiento. Solo se incluyeron artículos que utilizaran soporte tecnológico (fundamentalmente digital) como parte de la intervención sobre la actividad física y/o la nutrición, y que esta no estuviese guiada (o sólo mínimamente) por un profesional sanitario. Las intervenciones mínimamente guiadas por sanitarios incluían recordatorios a través de email, instrucción mínima previa para familiarización con dispositivos o plataformas o prescripción inicial de ejercicio físico. Los estudios incluidos debían contar con grupos controles. Las variables de estudio incluidas fueron divididas en variables de salud (calidad de vida y fatiga), variables clínicas (peso, composición corporal, tensión arterial...), variables de los servicios sanitarios (recursos, admisiones y satisfacción de usuarios), variables comportamentales (ingesta dietética y actividad física) y variables económicas (coste de los servicios).

Para la inclusión de artículos se utilizó la herramienta de riesgo de sesgos de Cochrane donde se incluyen siete categorías, las cuales fueron posteriormente analizadas por los autores. Se concluyó que la gran heterogeneidad de los estudios resultaría en una síntesis y extracción de la información derivada de los resultados inadecuada.

### Resultados

Se incluyeron 16 estudios, todos ellos ensayos clínicos aleatorizados con un total de 2684 participantes. La horquilla de duración de los estudios fue desde 10 semanas a 12 meses de duración. Solo 5 estudios llevaron a cabo intervenciones superiores a 6 meses. El número de participantes por estudio varió desde los 18 a los 462 participantes. Los tipos de cáncer más comúnmente encontrados entre los participantes fueron el de mama y próstata. Uno de los estudios se realizó sobre pacientes que recibían tratamiento para su enfermedad simultáneamente y dos estudios incluyeron sujetos en cualquier estadio de la enfermedad.

Nueve estudios evaluaron la actividad física, un estudio evaluó la nutrición exclusivamente y 6 estudios informaron sobre una combinación de actividad física y nutrición. La retención de los pacientes a la intervención, una vez incluidos en los estudios fue generalmente alta. Doce de los dieciséis estudios obtuvieron un porcentaje superior al 80% de retención de los participantes a la intervención durante el estudio. Sin embargo, el cumplimiento y la adherencia a la intervención en los distintos estudios fue reportada de manera muy heterogénea, lo cual, no permite establecer conclusiones de los resultados a este respecto.

En cuanto al tipo de soporte digital, nueve de los estudios utilizaron páginas web sobre recomendaciones en actividad física y nutrición. Tres estudios utilizaron un dispositivo wearable para la intervención en actividad física. El resto de los estudios utilizaron aplicaciones

móviles (3 estudios) y un DVD (1 estudio) para recomendaciones nutricionales y de actividad física.

Variables asociadas a comportamiento: 2 de los 5 estudios que estudiaron hábitos dietéticos encontraron un aumento en cuanto al consumo de vegetales tras 6 meses, sin embargo, este aumento no fue mantenido a los 12 meses tras la intervención. En total, 14 estudios evaluaron hábitos de actividad física, de los cuales, 8 de ellos encontraron aumentos en la actividad física, principalmente en los niveles de actividad moderada-vigorosa a la semana. Solo uno de estos estudios reportó resultados más allá de los 6 meses. Debido a la falta de detalle en los estudios, fue imposible establecer un patrón en cuanto al tipo y al número de técnicas de modificación de la conducta que produjeron estas mejoras en la actividad física y nutrición.

Variables clínicas: solo 4 de los estudios incluidos en la revisión incluyeron mediciones antropométricas, composición corporal o tensión arterial en sus evaluaciones. En general, los resultados obtenidos en estas variables fueron inconstantes y no se pudo extraer conclusiones en este sentido.

Variables asociadas a la salud: La calidad de vida fue evaluada en 9 estudios a través de diferentes cuestionarios de calidad de vida. Aquellos que reportaron mejores resultados fueron los que incluían intervención en actividad física, presentaban alta adherencia y estaban basados en el uso de una página web. La fatiga fue medida en 6 estudios a través de escalas (Brief fatigue inventory, Piper Fatigue Scale y Functional Assessment of Cancer Therapy-Anemia). De estos seis estudios, 4 obtuvieron mejoras significativas en la fatiga.

### Discusión

El principal hallazgo de esta revisión fue que las intervenciones auto-guiadas basadas en soporte digital mejoran los hábitos nutricionales y de actividad física, así como la fatiga a corto plazo, en pacientes adultos con cáncer. No podemos concluir que estas mejoras sean mantenidas a largo plazo y, por lo tanto, es necesario mejorar las estrategias de intervención que puedan obtener mejoras más allá de los 6 meses a 1 año.

Las intervenciones auto-guiadas deberían ser mejor descritas para poder evaluar correctamente los resultados obtenidos de estas intervenciones y extraer aquellos componentes asociados con las mejoras encontradas. También se subraya la importancia de estratificar a los pacientes en función del curso de la enfermedad, así como estado basal de variables medidas (heterogeneidad ++).

*La potencialidad de llegar a gran número de sujetos con mínimo recurso humano es interesante y se debe insistir en mejorarlas, aunque difícilmente remplazará trabajo directo con profesionales sanitarios.*

## Envejecimiento, actividad física y complicaciones diabéticas relacionadas con la pérdida de fuerza muscular en pacientes con diabetes tipo 2

Aging, physical activity, and diabetic complications related to loss of muscle strength in patients with type 2 diabetes ([pdf original](#))

Nomura T, Kawae T, Kataoka H y Ikeda Y

Phys Ther Res. 2018 Nov;21(2):33-38. doi: 10.1298/ptr.R0002

(Autora del resumen: Amelia Guadalupe Grau)



(Ver video-resumen, [click aquí](#))

La prevalencia de diabetes tipo 2 está aumentando en todo el mundo. Los pacientes diabéticos pueden presentar déficit de habilidades motoras; además, se ha asociado una disminución temprana en la función física con la edad en personas que sufren diabetes tipo 2. Estos hechos representan un grave problema, ya que se espera que el número de personas mayores de 65 años continúe aumentando en países desarrollados. Por tanto, el desarrollo de medidas más efectivas para prevenir los trastornos del movimiento es esencial para los pacientes con diabetes. En los ancianos, la fatiga relacionada con la movilidad se asocia con una velocidad más lenta al caminar, y la evidencia actual sugiere que la fuerza muscular es uno de los factores subyacentes que explican esta asociación. Además, en pacientes de edad avanzada, se ha demostrado que la fuerza muscular de las piernas está asociada con las habilidades de equilibrio y movilidad. Por lo tanto, es importante que los profesionales del ejercicio físico y la salud presten atención a la pérdida de fuerza muscular en los pacientes con diabetes. En el presente artículo de revisión, se describe la influencia de factores asociados con la pérdida de fuerza muscular en pacientes con diabetes tipo 2.

### [La fuerza muscular en la diabetes](#)

La resistencia a la insulina, la hiperglucemia, la infiltración muscular de grasa, las neuropatías periféricas y el estrés oxidativo se consideran como los mecanismos biológicos fundamentales que conducen a alteraciones en la fuerza muscular en las personas con diabetes. Un estudio anterior de los autores de esta revisión sugirió que la fuerza de extensión de la rodilla (KEF) se asocia de forma independiente con la resistencia a la insulina en pacientes con diabetes tipo 2. Se examinaron los valores de referencia para KEF (kgf; valor absoluto) y %KEF (%; en relación al peso corporal) según los datos de pacientes diabéticos tipo 2 con un amplio rango de edad que no tenían polineuropatía diabética (DPN). En pacientes diabéticos tipo 2 sin DPN aparente en

comparación con sujetos no diabéticos, la KEF y %KEF pueden reducirse en aproximadamente 10% y 20%, respectivamente.

#### *Envejecimiento muscular y su relación con la diabetes*

Existe una interrelación entre la fuerza muscular y el envejecimiento. Con el aumento de la edad se produce una disminución natural en la fuerza muscular; sin embargo, en los pacientes con diabetes tipo 2 esta disminución es más pronunciada. De hecho, se observa una pérdida acelerada de la fuerza muscular en pacientes ancianos con diabetes tipo 2. La pérdida de fuerza muscular es un predictor de limitaciones funcionales; y también es la mejor medida del cambio muscular relacionado con la edad, asociándose con discapacidad física en las actividades instrumentales de la vida diaria. Además, la pérdida de fuerza muscular relacionada con la diabetes predispone a esta población a un mayor riesgo de caída.

#### *Actividad física regular y función física en pacientes con diabetes*

La actividad física (PA) se ha asociado con una mejor movilidad en las personas mayores. Las asociaciones entre la inactividad física y la diabetes tipo 2 son bien conocidas. La relación entre PA y la función física (PF) es bidireccional, y PF predice de manera más sistemática las disminuciones de PA. En un análisis univariado específico por sexo, la KEF fue significativamente mayor en pacientes que hacían ejercicio regularmente que en pacientes que no hacían ejercicio regularmente. Además, en los análisis multivariados que utilizan la edad y otros parámetros como covariables, se encontró que la KEF era una variable explicativa significativa del ejercicio regular tanto en hombres como en mujeres, lo que sugiere que la fuerza muscular podría influir en los hábitos de PA.

#### *Pérdida de la fuerza muscular relacionada con la neuropatía diabética*

La desmielinización y la degeneración axonal son características distintivas de la patofisiología de la neuropatía diabética (DN). Una de las formas comunes de DN es la DPN, que se clasifica además en un trastorno del nervio sensorial, un trastorno del nervio motor o un trastorno del nervio autónomo. La DPN es una complicación diabética que se combina clínicamente en pacientes con diabetes. En estudios anteriores de los autores de esta revisión, la incidencia de DPN fue del 37,7% en 1.442 pacientes con diabetes tipo 2.

La pérdida gradual de la fuerza muscular en la diabetes tipo 2 está relacionada con la presencia y la gravedad de DPN. No se han realizado estudios poblacionales sobre este tema y no se han determinado las características de la disminución de la fuerza muscular según el sexo o el grupo de edad. Las comparaciones previas de KEF según sexo y grupo de edad muestran que ni los hombres ni las mujeres de 30 a 49 años tenían una diferencia significativa en KEF en función de su estado de DPN. Por otro lado, tanto los hombres como las mujeres de 50-69 años y 70-87 años con DPN mostraron una KEF significativamente disminuida en un 10.9-16.5% en comparación con aquellos sin DPN. Estos resultados muestran que la DPN podría acelerar la disminución de la fuerza muscular de las extremidades inferiores en pacientes con diabetes tipo 2 de mediana edad y ancianos.

#### *Pérdida de la fuerza muscular relacionada con la nefropatía diabética*

La diabetes afecta a los pequeños vasos sanguíneos en el glomérulo, una estructura clave en el riñón compuesta por vasos sanguíneos capilares. La nefropatía diabética representa una de las principales causas del uso de diálisis, representando el 38,4% en Japón en 2015. La enfermedad renal crónica (ERC) como entidad clínica es un concepto relativamente nuevo, con

la diabetes y la presión arterial alta como las dos causas principales. Se sabe que los pacientes ancianos con ERC muestran una disminución de la función física, la calidad de vida y la salud mental. Sato et al. informaron que el mecanismo patológico causante de la sarcopenia urémica son las alteraciones metabólicas por la toxina urémica indoxil sulfato en un modelo de ratón con ERC. Además, se observó una asociación inversa significativa entre el indoxil sulfato plasmático y la masa muscular esquelética en pacientes con ERC en investigaciones clínicas. Informes anteriores indican que el sulfato de indoxilo puede ser un factor patógeno para la sarcopenia en la ERC. Estos hechos muestran que la disfunción del músculo esquelético y la mala tolerancia al ejercicio son características de la enfermedad renal en etapa terminal.

#### *Ejercicio para la pérdida de fuerza muscular en pacientes con diabetes*

El tratamiento con ejercicio físico está bien establecido como un tratamiento fundamental para los pacientes con diabetes tipo 2. Dos posibles intervenciones para la diabetes tipo 2 son los ejercicios aeróbicos y de fuerza; más específicamente, el ejercicio de resistencia de intensidad moderada o alta se ha reportado como un medio potencialmente eficaz para mejorar la fuerza muscular y la función física. El ejercicio de fuerza es un medio crucial para tratar la pérdida de fuerza muscular relacionada con la diabetes y para prevenir y controlar la sarcopenia. Sin embargo, se requiere un control estricto de la presión arterial de acuerdo con la gravedad de las complicaciones diabéticas, como la retinopatía diabética y la nefropatía diabética. La terapia de ejercicios de alta intensidad eleva la presión arterial; por lo tanto, es esencial hacer los ajustes individuales apropiados.

#### *Conclusiones/aplicaciones prácticas*

- Existe una aceleración en la disminución típica de la fuerza muscular relacionada con la edad en pacientes ancianos con diabetes.
- La literatura actual muestra que la presencia de DPN es el principal factor que contribuye a la pérdida de fuerza muscular en pacientes con diabetes tipo 2, especialmente aquellos de edad avanzada.
- La disfunción del músculo esquelético y la mala tolerancia al ejercicio son características de la enfermedad renal terminal.
- Se debe proporcionar una intervención de ejercicio físico basado en el entrenamiento de fuerza a moderada o alta intensidad a pacientes diabéticos con pérdida de fuerza muscular.



## El papel de los suplementos de minerales y oligoelementos en el ejercicio y el rendimiento deportivo: una revisión sistemática

The role of mineral and trace element supplementation in exercise and athletic performance: a systematic review ([pdf original](#))

Hefferman SM, Horner K, De Vito G y Conway GE

Nutrients. 2019 Mar 24;11(3). pii: E696. doi: 10.3390/nu11030696

(Autor del resumen: Valentín E. Fernández Elías)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Introducción

Los minerales y oligoelementos (MTE) son micronutrientes inorgánicos que se encuentran en variedad de alimentos de origen vegetal y animal. Una ingesta inadecuada de MTE se ha asociado a problemas de salud como diabetes, enfermedades cardiovascular y renal, envejecimiento y fragilidad. Estos micronutrientes están involucrados en cientos de procesos biológicos relevantes para el ejercicio y el rendimiento deportivo, como la producción y almacenamiento de energía, el metabolismo proteico, procesos inflamatorios, transporte de oxígeno, ritmo cardiaco, metabolismo óseo o función inmune. Sin embargo, a pesar de la importancia biológica de los MTE, los datos de población sugieren que no se están logrando las ingestas diarias recomendadas (IDR) actuales, con especial preocupación respecto al selenio, el magnesio, el calcio, el hierro y el zinc (60%, 50%, 51%, 30% y 17% reportaron deficiencias, respectivamente). Dietas de tipo occidental (altas en contenido grasa), de restricción de carbohidratos o vegetarianas producen este tipo de deficiencias. Por el contrario, la dieta mediterránea mitiga algunas de estas deficiencias e incluso puede ser superior a otras dietas para la ingesta de micronutrientes.

Es común hoy en día la exposición de muchos deportistas y practicantes de ejercicio físico en general a dietas que dan lugar a ingestas y deficiencias inadecuadas de MTE. Además, pocos nutrientes tienen rangos de referencia para atletas bien entrenados. En situaciones de alta demanda metabólica, como el ejercicio o el entrenamiento, los MTE celulares y circulantes inadecuados pueden afectar el rendimiento fisiológico óptimo y pueden requerir la ingesta de suplementos.

El impacto exacto la suplementación con MTE en el rendimiento deportivo sigue siendo en general poco claro. Y existen estudios recientes que muestran que aproximadamente el 50% de los atletas consumen algún tipo de suplemento de micronutrientes y entre el 5–27% son MTE (hierro, calcio, zinc, selenio o cromo).

El objetivo de esta revisión fue revisar la evidencia disponible sobre la suplementación con MTE para mejorar el rendimiento deportivo.

### *Discusión*

De acuerdo con esta revisión, existe falta de calidad en la evidencia científica sobre el consumo de MTE y el rendimiento atlético, con solo 8 artículos clasificados como evidencia fuerte. No obstante, existe evidencia limitada pero creciente de los beneficios potenciales de algunos MTE en relación con el rendimiento deportivo (Fe y Mg), aunque la mayoría de la calidad de la investigación sigue siendo moderada-débil.

### *Hierro*

La deficiencia de Fe no anémica (ferritina sérica  $<20.0 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ , Hb  $> 115 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) y anemia (ferritina sérica  $<12.0 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ , Hb  $<115 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) son comunes en todos los niveles de rendimiento atlético y se piensa que afectan la capacidad fisiológica. En general, se acepta que el Fe aumenta la masa de hemoglobina, lo que lleva a un mayor suministro de oxígeno; sin embargo, puede haber otros mecanismos no relacionados con la eritropoyesis y el transporte de oxígeno en juego (es decir, no hay cambios en la masa de hemoglobina en atletas sin deficiencia de Fe) que, durante períodos de prueba más prolongados, podrían mejorar el rendimiento. En mujeres con insuficiencia de hierro no anémica la suplementación oral de Fe elemental entre  $\sim 15\text{--}60 \text{ mg/día}$  o  $100 \text{ mg/día}$  de sulfato ferroso durante seis a ocho semanas puede ser adecuada para provocar adaptaciones de rendimiento en velocidad, resistencia, fuerza y eficiencia, previniendo la pérdida de Fe inducida por el ejercicio. La administración intravenosa de Fe puede ser beneficiosa para mejorar el rendimiento, sin embargo, la evidencia actual sobre si la infusión o inyecciones de Fe son mejores a la suplementación oral es limitada y la administración (es decir, a través de un profesional médico) hace que sea difícil recomendar tales enfoques en este momento.

### *Calcio*

Aunque el Ca es de importancia vital para las funciones cardiovascular y muscular, no existe actualmente evidencia de que la suplementación con calcio tenga efectos directos en el rendimiento deportivo. Aunque si existe evidencia de que la ingestión de  $800 \text{ mg}$  durante 8 días o  $1350 \text{ mg}$  en una ingesta pre-ejercicio atenúe las pérdidas de Ca.

### *Magnesio*

La evidencia actual sugiere que la ingestión de  $300\text{--}500 \text{ mg/día}$  de Mg en periodos de 1-4 semanas puede tener una influencia positiva en el rendimiento muscular, la inflamación inducida por el ejercicio, el daño en el ADN, el nivel de cortisol y los marcadores sanguíneos inmunológicos. Períodos de ingestión de 7 semanas ( $300 \text{ mg/día}$ ) pueden mejorar la respuesta adaptativa al ejercicio en población joven desentrenada. Períodos de 12 semanas ( $300 \text{ mg/día}$ ) pueden mejorar el rendimiento funcional en población mayor y ayudar al mantenimiento de la capacidad funcional en el envejecimiento. Es decir, el Mg parece tener potencial ergogénico, pero es necesaria mayor evidencia.

### ***Fosfato***

La suplementación con 4 g/día de  $\text{PO}_4^{3-}$  durante 3-6 días tiene un efecto ergogénico en tiempo de sprint, potencia de pedaleo,  $\text{VO}_2\text{pico}$ ,  $\text{FC}_{\text{reposo}}$ , demanda metabólica y función cardíaca. Incluso dosis de 2 mg/día pueden ser beneficiosas para el rendimiento de resistencia. Sin embargo, estos efectos parecen limitados a individuos altamente entrenados y no hay evidencia de efecto ergogénico en deportistas recreacionales.

### ***Zinc***

El consumo de suplementos de Zn es muy popular entre los deportistas. 20-30 mg/día de Zn parecen mejorar  $\text{VO}_2\text{pico}$ , reducir la viscosidad sanguínea (mejor flujo) y aumentar la concentración de testosterona cuando se realiza un periodo de entrenamiento de alta intensidad de 1-6 semanas. Sin embargo, la evidencia sobre como el Zn puede mejorar el rendimiento es muy limitada debido a que los estudios disponibles tienen errores metodológicos importantes, por tanto, es necesaria más investigación al respecto.

### ***Sodio***

No existe una evidencia clara de que la ingestión de Na por parte de deportistas sanos, tenga efecto ergogénico. No obstante, si existe evidencia de que, cuando el ejercicio se realiza a alta temperatura, la ingestión de una bebida con 164 mmol/L Na antes del ejercicio mejora la tolerancia a la fatiga. Este hecho parece estar influenciado por el nivel de entrenamiento, siendo más efectivo en individuos con mejor condición física.

### ***Selenio***

No existe evidencia de efectos beneficiosos de la suplementación con Se en el rendimiento. De hecho, parece que un excesivo nivel de Se puede ser dañino para el rendimiento. No obstante, una ingesta escasa de Se en la dieta puede aumentar el estrés oxidativo crónico inducido por el ejercicio. Sin embargo, en la actualidad solo hay indicios de los efectos perjudiciales de la deficiencia de Se en los fenotipos relacionados con el rendimiento deportivo.

### ***Cromo***

No existe ningún estudio que evidencie beneficios de la suplementación con Cr en fuerza o potencia muscular, capacidad aeróbica o anaeróbica o el metabolismo de la insulina. De hecho, la ausencia de resultados positivos de la ingesta de Cr en la fisiología humana ha incitado a algunos investigadores a cuestionar su eficacia como un mineral esencial.

### ***Boro***

No hay evidencia en humanos de que Br tenga algún potencial para mejorar el rendimiento físico- fisiológico, aunque existe alguna evidencia en modelos animales para mejorar el metabolismo óseo.

### ***Multi-minerales***

Actualmente hay poca evidencia de los efectos beneficiosos de las combinaciones de minerales, ya sea de combinaciones de elementos metálicos o complejos naturales sobre el rendimiento deportivo. Sin embargo, hay algunas pruebas de que una bebida con una combinación de Na (2580 mg), Cl (3979 mg), K (756 mg) y Mg (132 mg) puede mejorar el rendimiento durante un medio Ironman. No obstante, es necesario replicar esta evidencia en laboratorios con ambientes controlados.

### Conclusión

Actualmente, no hay pruebas suficientes para sugerir pautas específicas que ayuden a formular recomendaciones dietéticas específicas de minerales para mejorar el rendimiento deportivo, aparte de evaluar la insuficiencia de minerales de referencia y asegurar el cumplimiento de las IDR (aunque actualmente no hay pautas específicas para atletas). En general, la evidencia científica que respalda el uso de suplementos minerales para el rendimiento deportivo carece de volumen y calidad. Sin embargo, hay algunas excepciones notables que pueden ser mejor utilizadas bajo estados fisiológicos particulares (deficiencias, estrés termorregulador, etc.) en lugar de ayudas ergogénicas generales. La suplementación con Fe y Mg siguen siendo los minerales con la investigación más alta y de mayor calidad, aunque se requiere más investigación mediante ensayos controlados. Además, existe la necesidad de replicar algunos estudios clave de buena calidad que investiguen la eficacia de minerales particulares para el rendimiento deportivo.

*La suplementación con minerales es un área que requiere aún de investigación de calidad para poder establecer guías prácticas asociadas al rendimiento deportivo y el ejercicio físico. Por ahora, la única evidencia clara es que las deportistas con déficit de hierro pueden recurrir a la ingesta de 100 mg/día de sulfato ferroso o 15-60 mg/día de Fe durante 6-8 semanas. Y que la suplementación con 300-500 mg/día durante 1-4 semanas influye positivamente el rendimiento muscular funcional dinámico; y durante 7 semanas o más también mejoran la respuesta adaptativa al ejercicio.*

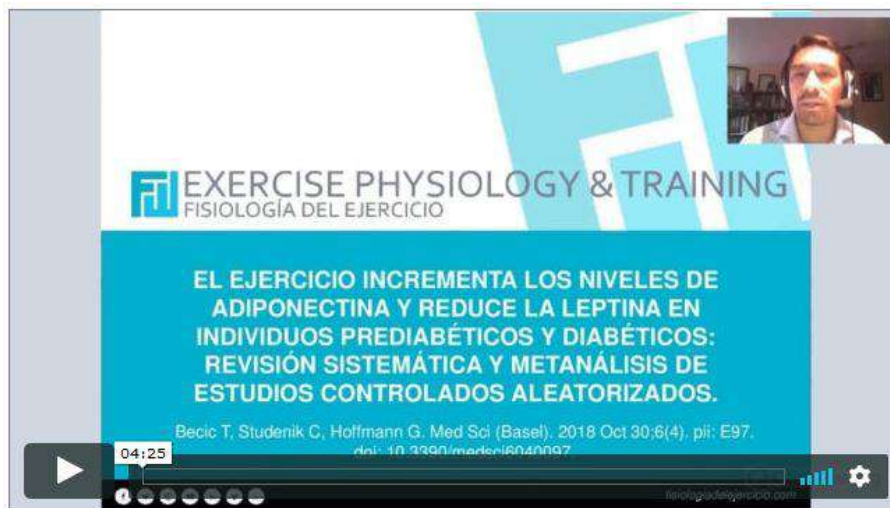
El ejercicio incrementa los niveles de adiponectina y reduce la leptina en individuos prediabéticos y diabéticos: Revisión sistemática y metanálisis de estudios controlados aleatorizados

Exercise increases adiponectin and reduces leptin levels in prediabetic and diabetic individuals: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials ([pdf original](#))

Becic T, Studenik C y Hoffmann G

Med Sci (Basel). 2018 Oct 30;6(4). pii: E97. doi: 10.3390/medsci6040097

(Autor del resumen: Henry León)



(Ver video-resumen, [click aquí](#))

### Introducción

En la actualidad la diabetes mellitus representa un serio problema de salud pública con alrededor de 150 millones de pacientes a nivel mundial, una cifra que podría duplicarse en los próximos 25 años y con ellos sus complicaciones. El sobrepeso, la obesidad y la inactividad física constituyen el mayor factor de riesgo para el desarrollo de diabetes.

Previo al desarrollo de la diabetes como enfermedad existe un estado conocido con el nombre de prediabetes donde intervenciones como la actividad física y el consumo de medicamentos como la metformina reducen significativamente el riesgo de desarrollar diabetes mellitus, se estima que el ejercicio físico regular puede reducir la incidencia de diabetes hasta un 50%, con una importante reducción de los valores de glucosa plasmática y hemoglobina glicosilada (HbA1C).

Dentro del ejercicio físico se ha encontrado que el ejercicio aeróbico (resistencia), previene el desarrollo de complicaciones como la neuropatía diabética, al tiempo que mejora la función autonómica nerviosa, de otro lado, el entrenamiento de fuerza contribuye a modificar la composición corporal lo que lleva a una mejora en la sensibilidad de la insulina, siendo al parecer el ejercicio combinado la mejor intervención.

En la actualidad el tejido adiposo ha dejado de ser considerado un sistema de almacenamiento de grasa para estudiarse como un sistema endocrino productor de citocinas conocidas como adipocinas cuya concentración plasmática puede ser modificada a través del ejercicio físico. Dentro de las citocinas, la leptina ha sido considerada responsable de la regulación de algunas

vías metabólicas y el balance energético al inducir una disminución en la ingesta calórica, sin embargo, no es infrecuente encontrar un estado de resistencia a la leptina en pacientes diabéticos y una subsecuente hiperleptinemia. De otro lado, la adiponectina es una adipocina considerada anti-inflamatoria y cardioprotectora, esto último al reducir la adherencia de monocitos a las células endoteliales y mantener la estabilidad de las placas ateromatosas.

Dada la relación entre leptina, adiponectina en pacientes diabéticos y la posible relación de sus concentraciones en respuesta al ejercicio físico, el objetivo de esta revisión es analizar el efecto de diversas modalidades de ejercicio físico, sobre la concentración de leptina y adiponectina en pacientes prediabéticos y diabéticos.

### *Metodología*

Utilizando diversas bases de datos se ubicaron artículos aleatorizados controlados desarrollados en adultos con prediabetes o diabetes mellitus tipo 2, donde la intervención hubiera sido ejercicio físico controlado (fuerza, resistencia o concurrente), al menos por 4 semanas y donde se evaluara el comportamiento plasmático de leptina y adiponectina.

Se usaron herramientas para el control de sesgos y con los artículos seleccionados se creó una base de datos. Los reportes de variaciones de leptina y adiponectina se expresaron en desviaciones estándar a partir de la cual se calculó la diferencia post-intervención y el tamaño del efecto. Se evaluó además la heterogeneidad de los estudios y la sensibilidad de los mismos.

### *Resultados*

22 estudios con 2996 individuos diabéticos o prediabéticos se incluyeron en el análisis, los estudios involucraron hombres y mujeres, 19 estudios reportaron los resultados de adiponectina y 14 de leptina. Los estudios usaron como intervención ejercicio físico realizado entre 2 a 6 veces la semana. La edad de los participantes estuvo entre 36 a 66 años y todos tuvieron un índice de masa corporal superior a 25Kg/m<sup>2</sup>; el tiempo de intervención se ubicó entre 6 hasta 104 semanas.

El metanálisis evidenció que el ejercicio físico incrementa significativamente la concentración de adiponectina en pacientes prediabéticos y diabéticos, con una diferencia de medias (MD) de 0,42 µg/mL 95% CI 0,23 a 0,60,  $p < 0,00001$ , de la misma forma, se encontró una reducción en la concentración de leptina MD de -1,89 ng/mL 95% CI -2,64 a -1,14,  $p < 0,00001$ .

Se encontró además que el ejercicio de tipo aeróbico incrementa significativamente los niveles de adiponectina MD de 0,83 µg/mL 95% CI 0,23 a 1,42,  $p = 0,007$ , sin un resultado significativo en ejercicios de fuerza o concurrentes. Mientras que la leptina disminuyó en ejercicio aeróbico MD de -2,55 ng/mL 95% CI -3,99 a -1,12,  $p = 0,0005$  y en ejercicio supervisado MD de -2,42 ng/mL 95% CI -2,86 a -1,98,  $p < 0,00001$ .

Dada la heterogeneidad de los artículos, un análisis por subgrupos permitió determinar, que: los estudios cuya duración fue superior a 12 semanas presentaron un incremento mucho mayor (hasta 5 veces) de los niveles de adiponectina, mientras que las intervenciones que no incluyeron co-intervención dietaria incrementaron los niveles de adiponectina al doble, finalmente, los estudios que tuvieron tres o menos sesiones semanales incrementaron más la adiponectina que aquellos de mayor número de sesiones semanales.



Para la leptina también la reducción plasmática de este fue más evidente en programas de ejercicio superiores a 12 semanas, la co-intervención dietaria incrementó la reducción de leptina 3 veces, de la misma forma, entrenar 3 o menos veces a la semana redujo más la leptina que una frecuencia semanal mayor.

### Discusión

El presente metanálisis demostró que el ejercicio físico aeróbico incrementa la adiponectina y reduce la leptina en sujetos prediabéticos y diabéticos.

La diabetes en compañía de condiciones subyacentes como la obesidad están en aumento a nivel mundial, y aunque existen diversas opciones farmacológicas para su manejo, modificaciones en el estilo de vida son fundamentales para el manejo de estos pacientes. El ejercicio físico ha demostrado múltiples beneficios en pacientes diabéticos, tanto a corto como a largo plazo, dentro de estos, mejora de los niveles plasmáticos de glucosa, reducción de la HbA1c, cambios en la composición corporal, mejora de la capacidad aeróbica y una reducción tanto de la morbilidad como de la mortalidad.

Una reducción de la adiponectina plasmática está relacionada con alteraciones en la regulación de la glucosa, mayor inflamación y mayor tendencia al desarrollo de aterosclerosis, entre otras, mientras que concentraciones más altas de adiponectina en plasma reduce el riesgo de desarrollar diabetes. Estudios previos han demostrado que el aumento de la adiponectina en pacientes diabéticos genera efectos benéficos ya que esta se comporta como insulino mimético y sensibiliza las células a la insulina.

La leptina, responsable de regular la masa grasa y del mantenimiento de la cantidad de tejido adiposo, se encuentra elevada en pacientes diabéticos tipo 2, lo cual se acompaña de una pérdida de su funcionalidad condición denominada "resistencia a la leptina". Esta resistencia al parecer es responsable de alteraciones en el metabolismo de la glucosa, pero además predispone a alteraciones cardiovasculares, inflamación y mayor estrés oxidativo. El ejercicio se ha asociado a una significativa reducción de leptina, siendo un efecto mayor en pacientes prediabéticos que diabéticos.

De manera interesante el metanálisis demostró que el ejercicio aeróbico y no otra modalidad de ejercicio se asocia a incrementos significativos de adiponectina y reducción de leptina, un hallazgo similar al visto en otros metanálisis, al parecer esto es explicado por balance energético negativo y la reducción del tejido adiposo secundario a esta modalidad de ejercicio.

A pesar de los resultados es importante tener en cuenta las limitaciones del estudio, especialmente por los sesgos secundarios a edad, índice de masa corporal y condiciones clínicas, de la misma manera existen diferencias difícilmente evaluables en relación al ejercicio físico como la duración, intensidad y tipo de ejercicio.

*La evidencia reciente ha demostrado que hormonas como la leptina y la adiponectina cumplen múltiples funciones en el cuerpo y podrían ser responsables en parte de muchas de las complicaciones de los pacientes crónicamente enfermos. Los resultados del metanálisis deben ser visto con precaución, sin embargo, los hallazgos son interesantes y deben ser tenidos en cuenta para propender por el ejercicio físico como pilar fundamental en la prevención y manejo de pacientes diabéticos y prediabéticos, teniendo en cuenta que aunque el resultado sugiere el ejercicio aeróbico, no debe dejarse de lado nunca el entrenamiento de la fuerza en razón de muchos otros beneficios observados.*

## Efectos de la hipoxia ambiental en la utilización de sustratos durante el ejercicio: un meta-análisis

The effects of environmental hypoxia on substrate utilisation during exercise: a meta-analysis ([pdf original](#))

Griffiths A, Shannon OM, Matu J y col

J Int Soc Sports Nutr. 2019 Feb 27;16(1):10

(Autor del resumen: Eduardo Salazar Martínez)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Introducción

Se conoce que la exposición a la hipoxia causa un detrimento curvilíneo en el rendimiento conforme aumenta la severidad de la misma. Sin embargo, los cambios en la utilización de sustratos asociados a la reducción en el rendimiento actualmente no están claros. Un mayor entendimiento de estos cambios en la utilización de sustratos durante la hipoxia es vital para el diseño de intervenciones dietéticas para mantener y/o aumentar el rendimiento en estas condiciones.

La exposición a un ambiente hipóxico podría alterar el uso de los diferentes sustratos energéticos a través de mecanismos multifactoriales. El aumento en el uso de hidratos de carbono está mediado por el sistema nervioso simpático, gracias a la secreción de epinefrina y norepinefrina, estimulando la glucogenólisis y la gluconeogénesis. Alternativamente, la evidencia sugiere que aumentos en el factor de transcripción HIF-1 alfa podría ser el responsable de aumentos en la utilización de ácidos grasos observados en hipoxia, gracias a la activación del receptor PPAR alfa. En ratas, PPAR alfa desactiva la enzima piruvato deshidrogenasa, inhibiendo la conversión de piruvato a Acetil-coA y por tanto favoreciendo un mayor flujo hacia la oxidación de ácidos grasos.

Varios factores han sido propuestos como responsables de la interacción entre la hipoxia y la utilización de sustratos. Entre ellos se incluyen: el tipo de ambiente hipóxico (normobárico o hipobárico), la duración y severidad de la hipoxia, el estado nutricional de los participantes y el sexo. Por ejemplo, con relación al tipo de hipoxia la hipobárica genera una respuesta fisiológica más severa. Podría ser posible que estas diferencias fisiológicas indujeran una mayor oxidación

de hidratos de carbono para conseguir una mayor cantidad de ATP por unidad de oxígeno consumida en comparación con la oxidación de ácidos grasos.

Para obtener un mayor entendimiento sobre los resultados contrapuestos en la literatura científica, se llevó a cabo una revisión sistemática y meta-análisis. El objetivo del estudio fue identificar las características que llevaron a encontrar esta heterogeneidad entre estudios.

### *Material y métodos*

La búsqueda sistemática en la literatura y el meta-análisis fue llevado a cabo en concordancia con la guía PRISMA. Los estudios incluidos debían cumplir con los siguientes criterios: participantes entre 18 y 65 años, no estar en estado de gestación, no fumadores, sin historial diabético y sin enfermedad gastrointestinal, inflamatoria, metabólica, cardiovascular, neurológica o psicológica. Todos los estudios debían medir el RER y/o la oxidación de hidratos de carbono o ácidos grasos. Estas medidas debían cuantificarse durante el ejercicio a diferentes intensidades en hipoxia y normoxia. La exposición a la altura debía de ser superior a 1500m en condiciones reales o simuladas. Los sujetos no podían haber estado expuestos a alturas superiores a 1500m en los 3 meses previos. El ejercicio debía superar los 5 min de duración a distintas intensidades.

### *Discusión*

No se encontraron cambios importantes en la contribución de hidratos de carbono o grasas como fuente energética durante el ejercicio a diferentes intensidades relativas en hipoxia en comparación con normoxia. Estos resultados son interesantes, ya que en contra de lo que ocurre a intensidades absolutas, a intensidades relativas los efectos de la hipoxia quedan aislados. Además, se encontró una gran heterogeneidad entre estudios, la que podría explicarse debido a la diferencia entre las características experimentales de los estudios incluidos en el meta-análisis.

Como se esperaba, la contribución absoluta de los hidratos de carbono en hipoxia fue menor debido al menor trabajo absoluto desarrollado en hipoxia y en consecuencia la menor demanda energética. Sin embargo, no se encontraron cambios significativos en la contribución absoluta de las grasas en hipoxia, probablemente debido a los cambios limitados en la contribución de este sustrato a intensidades moderadas (40-55% VO<sub>2</sub>max). Esta revisión encontró cambios en el RER a diferentes intensidades relativas en hipoxia cuando los sujetos se ejercitaban con los depósitos llenos "fed state". Alternativamente, una reducción en el RER es inducida cuando los sujetos se encuentran con los depósitos vacíos "fasted state". Aumentos en la cantidad de hidratos de carbono disponibles podría facilitar un cambio hacia la oxidación de este sustrato en hipoxia. La oxidación de este sustrato podría argumentarse por el efecto sinérgico de llenado y la hipoxia en la actividad del sistema nervioso simpático. Interesantemente, recientes estudios sugieren que un aumento en la concentración de insulina circulante tras una comida podría aumentar la cantidad de hidratos de carbono oxidados, incluso antes de que los hidratos de carbono consumidos hayan sido transportados en el músculo. Por el contrario, un estado de "ayunas" podría facilitar una reducción en el RER gracias a la activación de PPAR-alfa debido a la hipoxia y al vaciado de los depósitos. La interacción de ambos factores podría interrumpir la glucólisis aumentando el flujo de ácidos grasos. Un aumento en el RER a altas intensidades relativas se observó en hipoxia. Este efecto podría estar mediado por una mayor hipoxia muscular provocada por la altitud y la alta intensidad. Los mecanismos asociados con estos cambios están probablemente explicados por la propia

respuesta fisiológica al ejercicio de alta intensidad en normoxia. En este sentido, el ejercicio a alta intensidad induce una reducción en el flujo desde el tejido adiposo a la sangre, lo que genera una reducción de ácidos grasos disponibles en el músculo.

### Conclusión

Este meta-análisis descartó la hipótesis de que la hipoxia podría inducir cambios en la contribución de hidratos de carbono o grasas a la provisión de energía en comparación con la normoxia. Estos resultados reflejan la heterogeneidad en la literatura actual. Una mayor contribución hacia los hidratos de carbono podría inducirse comiendo antes del ejercicio o ejercitándose a mayores intensidades. Una gran cantidad de heterogeneidad no pudo explicarse con los moderadores usados en este meta-análisis, destacando la necesidad de una mayor evidencia en esta temática.

*Conocer la contribución de los diferentes sustratos energéticos a distintas intensidades ha sido uno de los retos de la fisiología del ejercicio a lo largo de su historia. Este hecho nos ha permitido diseñar programas de entrenamiento enfocados a mejorar la eficacia y eficiencia de cada vía metabólica, así como ha desarrollado estrategias nutricionales más favorecedoras para el rendimiento. Actualmente el uso de la hipoxia como estímulo de entrenamiento es cada vez más común entre los atletas. Gracias a este estudio podemos saber que el estado nutricional previo y la intensidad a la que desarrollemos la actividad en condiciones de hipoxia puede alterar la contribución de los diferentes sustratos a la obtención de energía. Este hecho debería de tenerse en cuenta en el diseño de entrenamientos en condiciones de hipoxia y de estrategias nutricionales.*

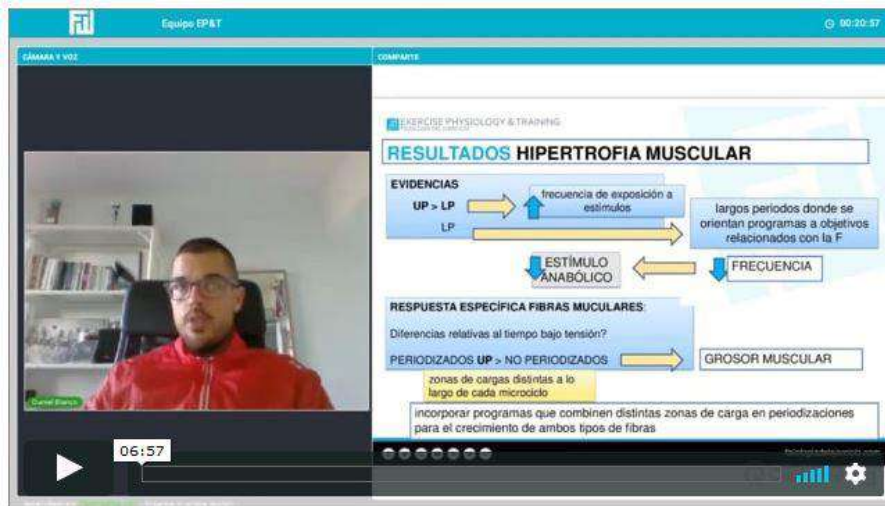
## Entrenamiento periodizado con cargas para el desarrollo de la hipertrofia muscular y la fuerza: una mini-revisión

Periodized resistance training for enhancing skeletal muscle hypertrophy and strength: a mini-review ([pdf original](#))

Evans JW

Front Physiol. 2019 Jan 23;10:13. doi: 10.3389/fphys.2019.00013

(Autor del resumen: Daniel Blanco Galindo)



(Ver video-resumen, [click aquí](#))

En favor de optimizar el desarrollo de la masa muscular y la fuerza, el prescribir un adecuado programa de entrenamiento con cargas (RT) se hace fundamental. La periodización es una estrategia que requiere la manipulación de las distintas variables de entrenamiento para maximizar las adaptaciones y prevenir o minimizar el sobreentrenamiento, de manera independiente a otras variables como nivel o volumen, como ha podido reflejarse en previos metaanálisis. Además, programas ondulantes parecen ser superiores a los lineales, especialmente para practicantes con experiencia. Las evidencias de esta supremacía de programas periodizados, así como cuando se comparan programas periodizados con no periodizados para la hipertrofia está sujeta a los diseños de los estudios de investigación y se requiere unificación de criterios y una mayor profundidad en su estudio.

### Introducción

La fuerza como capacidad muscular ante una resistencia externa, es un factor crítico tanto en las disciplinas deportivas como en la funcionalidad diaria. Para desarrollar ésta, así como el aumento de la masa muscular, se utilizan programas de entrenamiento con orientaciones específicas. Así como la periodización del entrenamiento tiene una sobrada evidencia y justificación en el desarrollo de la fuerza, su efectividad para el aumento de la masa muscular no se ha demostrado en la misma medida.

### Objetivos

El objetivo de esta mini-revisión fue examinar la evidencia actual en relación a la periodización de los programas de RT para el desarrollo de la fuerza y de la hipertrofia muscular. Se incluirán limitaciones y sugerencias para la ayuda hacia una adecuada línea futura de investigación.

### Definiendo la periodización

Entendemos por periodización la manipulación planeada de las variables de entrenamiento para optimizar el rendimiento en determinados momentos, manejar la fatiga y prevenir el estancamiento. Estas variables (volumen intensidad y selección de ejercicio) se varían durante ciclos de entrenamiento para promover niveles de forma en las distintas competiciones durante la temporada o macrociclo. Éste, a su vez se divide en mesociclos, o períodos de un mes aproximadamente, los cuales están conformados por microciclos, de una semana de duración aproximadamente. En líneas generales, para los deportistas de fuerza, se progresa hacia los picos de forma reduciendo el volumen y aumentando la intensidad.

### Bases fisiológicas de la periodización

La efectividad del programa reside en la sobrecarga neuromuscular, la cual requiere cierta variación en los estímulos de entrenamiento para optimizar las adaptaciones y evitar fatiga y estancamiento, especialmente a partir de las 6 primeras semanas de entrenamiento. Una forma de conseguir esto es adecuar periodo de puesta a punto o "tapering" cercanos a la competición, donde se disminuye el volumen de trabajo para disipar la fatiga y disminuir el daño muscular, sin que con ello se perjudiquen los efectos y adaptaciones del entrenamiento.

### Modelos de periodización

El modelo tradicional o lineal (LP) es el más común para los programas de entrenamiento de fuerza. Dicho modelo está basado en el aumento progresivo del volumen y una intensidad baja para la progresión hacia un descenso en el primero y un aumento de la segunda. El modelo lineal-inverso sería idéntico, pero de forma contraria. Otro tipo de modelo muy fundamentado es el ondulante o no lineal (UP), el cual promueve variaciones más frecuentes. Éstos no son exclusivos y permiten cierto carácter lineal en alguna de sus fases para acercarse a orientaciones u objetivos distintos en cada una de ellas.

### Evidencias en la eficacia de la periodización de los programas de RT

Las evidencias en este campo de la fuerza se han demostrado fundamentalmente en dos metaanálisis que dan superioridad a los programas periodizados para el desarrollo de la fuerza máxima, independientemente del volumen y del nivel de entrenamiento. Incluso es posible que las mejoras a largo plazo mostradas en ellos sean aún mayores a lo publicado debido a que la duración de los programas de entrenamiento en ambos casos fue reducida.

Dentro de los modelos periodizados, algunos estudios muestran mejores resultados en modelos UP, debido a que los LP pueden tener un periodo de adaptación más corto y derivar en estancamiento. Esto se ha visto reflejado en algunos metaanálisis, algunos de los cuales han podido obtener diferencias significativas entre ambos.

### ¿Variación o especificidad?

La necesidad de la variación del estímulo para promover las adaptaciones es clara, sin embargo, algunos autores han determinado que dichas adaptaciones que llevan al desarrollo de la fuerza se producen más por la especificidad del entrenamiento que caracteriza a los programas periodizados frente a los no periodizados que, en sí a la propia variedad. Sin embargo, esto no se ha podido demostrar en algunas investigaciones debido a la falta de unificación en algunas variables de entrenamiento entre grupos, como el volumen. Ya que la manipulación de éste junto a la intensidad, son clave en el entrenamiento de la fuerza se deberá comparar ambas condiciones (alto volumen de entrenamiento con cargas pesadas



versus programas periodizados de igual volumen) para establecer de una manera más precisa los efectos del entrenamiento para futuras investigaciones.

### *¿Es necesaria la periodización para maximizar la hipertrofia?*

Una reciente revisión analizó 12 estudios comparando programas periodizados con no periodizados para el desarrollo de la hipertrofia. Los autores concluyeron que ambos tipos llevaban a resultados similares. Sin embargo, el número de estudios analizados fue limitado, así como la duración y la metodología en la medición era variada. Esto es extensible a otras investigaciones que, junto a la variedad en la población analizada, hace preciso el generar mayor investigación para discernir las diferencias de efectividad entre programas periodizados y no periodizados para la hipertrofia.

### *Efectos de los modelos de periodización en la hipertrofia*

Aquellas investigaciones que defienden la supremacía de los modelos UP frente a los LP para la hipertrofia, se sustentan en la mayor frecuencia de exposición a los estímulos que generan dichas adaptaciones a lo largo de los mesociclos de entrenamiento para justificar los resultados, frente a las situaciones de largos periodos donde se orientan los programas a otros objetivos relacionados con la fuerza en los modelos LP. Sin embargo, esto no se ha podido corroborar en distintos metaanálisis, debido principalmente a la variedad en el enfoque de los estudios revisados, donde no todos iban encaminados a medir la hipertrofia generada, así como a la falta de unificación en el nivel de entrenamiento de las poblaciones analizadas.

### *Focalizando diferentes fibras musculares*

Recientemente se ha demostrado que el músculo esquelético responde a RT de una manera específica a las fibras musculares. Las cargas bajas que provocan más tiempo bajo tensión podrían generar mayor hipertrofia en las fibras tipo I, mientras que cargas altas lo harían en las tipo II. Considerando esto, podría ser efectivo incorporar programas que combinen distintas zonas de carga en periodizaciones para el crecimiento de ambos tipos de fibras. Algunas investigaciones han tratado de confirmar la efectividad de modelos periodizados UP con zonas de cargas distintas a lo largo de cada microciclo, frente a modelos no periodizados. Los resultados no muestran aumentos significativos en hipertrofia específica a las fibras ni en fuerza, pero sí en el grosor muscular para el grupo UP.

### *Limitaciones y direcciones para futuras investigaciones*

El uso de programas periodizados para la optimización de la fuerza parece evidenciado pero sujeto a factores limitantes en la literatura. La mayoría de los estudios que comparan dichos programas tienen duraciones cortas que dificultan la extrapolación de los resultados a programas y efectos a largo plazo. Otro factor limitante es la falta de coherencia en la manipulación de las variables de entrenamiento a la hora de diseñar programas periodizados con orientación hacia los test de medición. Se propone el optar por estrategias que favorezcan la periodización hacia la especificidad con programas de que incluyan periodos de "tapering" o puesta a punto para los test.

El optar por la individualización en la optimización de los programas de entrenamiento parece clave para el éxito en los mismos. Esto puede generar que se utilicen modelos mixtos UP y LP o que, en los modelos UP se integren períodos de cierta linealidad, si ello garantiza el desarrollo individual de los sujetos. Es por ello que se antojan necesarias herramientas de valoración de

esfuerzo y fatiga percibida individuales, así como establecimiento de zonas concretas de trabajo en los modelos no periodizados.

Construir programas de entrenamiento focalizados en la hipertrofia puede ser beneficioso para aclarar potenciales diferencias en la hipertrofia generada por los distintos modelos o condiciones de entrenamiento. La incorporación de breves periodos de descarga en los programas, así como el control de la ingesta nutricional también puede influir en las adaptaciones y será preciso controlarlo.

Más investigación se hace necesaria también en la línea de la hipótesis de la hipertrofia selectiva a las fibras musculares en relación a conocer diferencias en las estrategias de las variables de carga para maximizar la hipertrofia muscular.

### Conclusión

La evidencia actual sugiere beneficios para los programas RT periodizados en el desarrollo de la fuerza para entrenados y no entrenados. No está claro el modelo de periodización más efectivo en el desarrollo de la fuerza, aunque parece que los modelos UP tienen efectos superiores. Los datos actuales parecen favorecer el uso de programas periodizados para la optimización de la fuerza muscular, pero para líneas futuras de investigación, ensayos a largo plazo que incorporen períodos de tapering y descargas son requeridos en favor de la eficacia del entrenamiento.

En relación a la hipertrofia muscular LP y UP parecen provocan adaptaciones similares en sujetos desentrenados. Sin embargo, estos descubrimientos están basados en estudios orientados más hacia las mejoras en la fuerza que en la hipertrofia. De manera que no parece claro que programas periodizados provoquen mayor hipertrofia frente a los no periodizados.

### Aplicaciones prácticas

A pesar de la falta de una clara evidencia en la literatura que favorezca por completo a los programas periodizados, de la misma manera en objetivos de fuerza como de hipertrofia, la experiencia de los técnicos y entrenadores que trabajan, tanto con deportistas como con practicantes de fuerza o musculación anteponen los programas periodizados por encima de los no periodizados. La falta de acompañamiento en la literatura de los resultados que pueden observarse fuera de la misma no debería estar siempre por encima de principios de entrenamiento de las ciencias del ejercicio, como son: la progresión, la variabilidad o la especificidad. Con respecto a la comparación entre modelos periodizados siempre tenemos que tener en cuenta los objetivos competitivos o de rendimiento de los sujetos a lo largo del macrociclo de entrenamiento para poder adecuar el modelo óptimo que garantice el correcto rendimiento para cada fecha, siendo siempre necesaria la previa acumulación de ciertos estímulos y la posterior descarga cercana a la cita. En definitiva, las necesidades de capacidad física relativas a las manifestaciones de fuerza en las distintas prácticas deportivas, así como el propio calendario o adecuación de los picos de forma marcarán el modelo de periodización óptimo que, en muchos casos, podrá ser un modelo mixto o combinado entre programas lineales y ondulantes para obtener el mayor beneficio. Por último, debemos tener en cuenta que, cuanto mayor sea el nivel del practicante, mejor deberá ser la estrategia de periodización utilizada para obtener resultados.

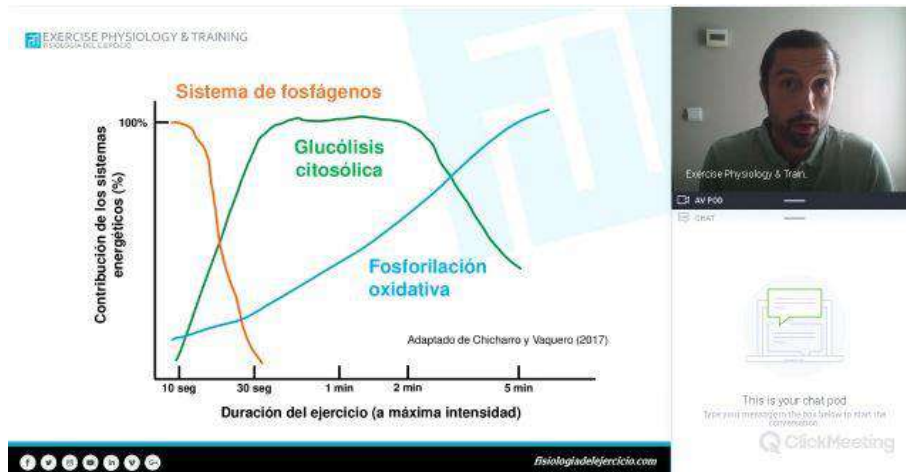
## Ceto-adaptación y capacidad de ejercicio aeróbico, recuperación de la fatiga y prevención del daño muscular y orgánico inducido por el ejercicio: una revisión narrativa

Keto-adaptation and endurance exercise capacity, fatigue recovery, and exercise-induced muscle and organ damage prevention: a narrative review ([pdf original](#))

Ma S y Suzuki K

Sports (Basel). 2019 Feb 13;7(2). pii: E40. doi: 10.3390/sports7020040

(Autor del resumen: Luis A. Berlanga)



(Ver video-resumen, [click aquí](#))

### Introducción

Nuestro sistema metabólico es extraordinariamente flexible, y tiene la habilidad de utilizar diferentes macronutrientes como energía. Siendo nuestra capacidad para almacenar hidratos de carbono limitada, las estrategias para optimizar el uso de las grasas son importantes en deportistas de resistencia aeróbica.

Una dieta cetogénica (KD) se basa en las grasas como principal ingesta calórica, restringiendo la ingesta de hidratos de carbono. Así, el hígado es forzado a crear cuerpos cetónicos que pasan al torrente sanguíneo, fenómeno conocido como cetosis nutricional. Con el tiempo, el cuerpo se aclimata a utilizar los cuerpos cetónicos como fuente de energía principal, situación conocida como ceto-adaptación. Los cuerpos cetónicos proveen de energía por vía oxidativa en menos pasos que la glucosa, y la capacidad para almacenarlos es mucho mayor. Una KD, por tanto, aumenta el rendimiento y la capacidad de ejercicio, y podría contribuir a mejorar la salud muscular y las propiedades antiinflamatorias y antioxidativas, previniendo la fatiga inducida por el ejercicio y el daño muscular y orgánico. En comparación con la oxidación de la glucosa, la oxidación de grasas genera menos especies reactivas de oxígeno. Además, las dietas altas en grasas podrían contribuir a la biogénesis mitocondrial y reducir la autofagia mitocondrial.

El objetivo de esta revisión es resumir la literatura más reciente (la mayoría de artículos publicados en los últimos 3 años) sobre el potencial de las KD como aproximación nutricional en ejercicios de resistencia aeróbica.

### [Dieta cetogénica, ceto-adaptación y capacidad de ejercicio aeróbico](#)

Las ceto-adaptaciones han mostrado gran potencial en la mejora de la capacidad de ejercicio aeróbico, habiendo demostrado diferentes estudios que las KD promueven:

- Mayor pico de oxidación de grasas y una mejora de la capacidad de oxidación de grasas en corredores de ultrarresistencia cetoadaptados.
- Mejor rendimiento en pedaleo hasta la extenuación en cetosis nutricional.
- Mayores niveles de IL-6 en marchadores de élite cetoadaptados, que es la miocina que podría inducir una lipólisis intensa, aunque esta citocina también se asocia a procesos inflamatorios que podría causar daños secundarios.
- Aumento del volumen mitocondrial en el músculo.
- Mayor expresión génica en marcadores de oxidación de ácidos grasos, al combinar la KD con ejercicio en tapiz rodante.

Por otro lado, algunos autores no han conseguido mostrar mejoras en el rendimiento aeróbico, aunque algunos sí en la composición corporal.

### Ceto-adaptación, prevención de la fatiga y recuperación

La depleción de glucógeno, la acumulación de lactato y el estrés oxidativo se han considerado como los principales factores de fatiga inducida por el ejercicio. En este sentido, se ha demostrado:

- Mejora del umbral láctico en ciclistas todo terreno después de un mes de KD.
- Hasta un 50% menos de lactatemia tras 30 minutos de ejercicio en grupos que han seguido KD.
- Menor acumulación de lactato post-ejercicio en grupos con dietas low-carbs, en comparación con high-carbs.
- En ratones cetoadaptados se ha mostrado mucho menos lactato muscular en ejercicio extenuante, así como una bajada de los niveles plasmáticos 24 horas después del ejercicio mucho más rápida.
- Una depleción de glucógeno más lenta en deportistas cetoadaptados tras 1 hora de ejercicio submáximo, aunque otros estudios no encontraron diferencias tras 3 horas de ejercicio.
- En cuanto al estrés oxidativo, la evidencia entorno a las ceto-adaptaciones son aún muy limitadas y se requiere mayor investigación.

Por otro lado, la KD podrían aumentar la percepción de fatiga, habiéndose correlacionado de forma directa con la presencia de cuerpos cetónicos en sangre; aunque este estudio se llevó a cabo en personas con sobrepeso y no tendría por qué suceder en deportistas.

### Ceto-adaptación y daño muscular/orgánico inducido por el ejercicio

Se ha cuestionado si las KD pueden contribuir a la pérdida de peso, pudiendo disminuir la masa muscular. Sin embargo, en un estudio con gimnastas, los que realizaron KD experimentaron un aumento no significativo de masa muscular y disminuyeron significativamente su peso y su grasa corporal; sin cambios en el rendimiento deportivo. En ratones también se han demostrado mejoras en el rendimiento aeróbico sin cambios en la masa muscular tras 8 semanas de KD. Sin embargo, en un estudio en practicantes de CrossFit que realizaron KD durante 3 meses se registró una pérdida significativa de masa muscular en los miembros inferiores, por lo que podría tener efectos negativos si se lleva una KD durante un tiempo prolongado. No obstante, con una adecuada suplementación o estrategias nutricionales podría contrarrestarse esta pérdida de masa muscular.

En un estudio que analizó la creatíninasa (CK) y la lactato deshidrogenasa (LDH), se encontraron que estos marcadores disminuyeron significativamente después de 4 semanas de KD tanto antes como después de 105 minutos de pedaleo. Resultados similares se han encontrado en modelos animales. En estos estudios, otros marcadores de daño orgánico como renal o hepático, cuando se registraron BUN (nitrógeno ureico en sangre) o ALT (alanina transaminasa), también se han encontrado niveles menores en KD tanto antes como inmediatamente y 24 horas después del ejercicio.

*Perspectiva: combinación de dieta cetogénica con otras suplementaciones, cuerpos cetónicos exógenos y sus limitaciones*

Aunque hay evidencia sólida de los potenciales beneficios de las KD, podrían tener limitaciones e inconvenientes. En un estudio, tras 12 semanas de KD la hemoglobina corpuscular se redujo en deportistas de resistencia. Una deficiencia de hierro o alguna otra patología pudo provocar esta reducción, que empeoró el rendimiento deportivo. La serie roja debería ser medida ocasionalmente en deportistas para controlar su bienestar. Además, la suplementación con hierro y vitamina E, o entrenamientos en altitud, podrían resolver este problema.

Como se ha discutido, las KD podrían inducir pérdida de masa muscular y estrés oxidativo. Para prevenirlo, se debería medir el estado oxidativo y la masa muscular ocasionalmente; y podría recomendarse el consumo de antioxidantes. Extracto de té verde, cúrcuma y algunos polifenoles podrían combinarse con la KD. También podría combinarse esta dieta con suplementos de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) o similares para mantener la masa muscular.

Otra suplementación que podría recomendarse son los cuerpos cetónicos. Éstos constituyen usualmente  $\beta$ -Hidroxibutirato, y su ingesta exógena podría aumentar los cuerpos cetónicos e inducir cetosis. Se ha registrado que tanto 1 semana como 8 semanas de suplementación con sal pueden ser beneficiosa para marcadores multiorgánicos de estrés oxidativo y para la función mitocondrial. Sin embargo, no hay suficiente evidencia para demostrar que la administración exógena de cuerpos cetónicos induzca ceto-adaptaciones de forma satisfactoria; incluso una revisión reciente concluyó negativamente que podría inhibir la producción endógena de cetonas.

Se ha hallado que las KD pueden causar resistencia hepática a la insulina, así como esteatosis e inflamación en este órgano, un incremento del estrés del retículo sarcoplasmático y un aumento de la acumulación y el tamaño de los macrófagos tras 12 semanas de KD en ratones; indicando que las KD a largo plazo podrían acentuar la inflamación inducida por el ejercicio. Pacientes con hígado graso no alcohólico u otras disfunciones hepáticas deberían tener especial cuidado con las KD. También se han encontrado reducciones en las células  $\alpha$  y  $\beta$  del páncreas tras 22 semanas de KD, lo que conlleva intolerancia a la glucosa. La restricción severa de hidratos de carbono simples podría conllevar dolores de cabeza, afectando también al rendimiento en multitareas que requieren procesos mentales complejos. Por tanto, existen tanto beneficios como limitaciones de las KD, por lo que se necesitan más investigaciones que combinen KD con la ingesta de algunos suplementos, o que analicen cómo administrar KD durante periodos prolongados.

*Las dietas cetogénicas han demostrado ser efectivas y promueven una serie de adaptaciones fisiológicas que son interesantes tanto en el ámbito deportivo como en la salud. Sin embargo, su administración debería estar fundamentada por los objetivos que se persigan en un momento determinado de la temporada en el caso de los deportistas, pues no sería un buen momento seguir esta estrategia nutricional durante competiciones importantes. Asimismo, tanto para deportistas como para el resto de la población, debería evitarse la autoadministración de este tipo de intervenciones, dejando que sean los profesionales adecuados quienes las prescriban y administren de forma controlada y supervisada.*



## El efecto del ejercicio físico sobre la presión arterial en la enfermedad renal crónica: Una revisión sistemática y meta-análisis de ensayos controlados aleatorios

The effect of exercise on blood pressure in chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials ([pdf original](#))

Thompson S, Wiebe N, Padwal RS y col

PLoS One. 2019 Feb 6;14(2):e0211032. doi: 10.1371/journal.pone.0211032

(Autor del resumen: Fernando Ferreyro Bravo)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Introducción

La hipertensión es un determinante clave tanto de los eventos cardiovasculares como de la disfunción renal progresiva. Para las personas con insuficiencia renal crónica o enfermedad renal crónica (ERC) moderada a grave, la carga de hipertensión es alta, con una prevalencia del 53% a 95%. Aunque el tratamiento de la hipertensión es una de las principales prioridades en el tratamiento de la ERC, el control sigue siendo sub-óptimo y menos de la mitad de los pacientes alcanzan los objetivos recomendados de presión arterial (PA). La medicación con o sin asesoramiento dietético es el pilar del tratamiento de la PA en la ERC; sin embargo, los medicamentos antihipertensivos a menudo solo son parcialmente efectivos, son costosos y frecuentemente confieren efectos secundarios. Con las recomendaciones recientes para un control más estricto, se necesitan estrategias adicionales para manejar mejor la hipertensión en este tipo de población.

El ejercicio físico es una estrategia efectiva para reducir la PA en poblaciones sin ERC. A partir de revisiones sistemáticas de ensayos controlados aleatorios en la población general, el ejercicio reduce la PA sistólica de 3.5 a 6.1 mmHg y la PA diastólica de 2.5 a 3.0 mmHg. Los beneficios cardiovasculares del ejercicio se extienden más allá de la reducción de los factores de riesgo cardiovascular tradicionales y los efectos vasculares directos. Sin embargo, muchos de los mecanismos que median estas adaptaciones favorables en la estructura y función vascular se interrumpen en la ERC. Por ejemplo, la ERC se asocia con disfunción endotelial y marcadamente reducida biodisponibilidad del óxido nítrico (ON), así como con un aumento de la actividad de los sistemas simpático y renina-angiotensina. Por lo tanto, una pregunta importante es ¿cómo estos factores específicos de la enfermedad influyen en la respuesta de la PA al entrenamiento físico? Varios pequeños ensayos controlados aleatorios han evaluado el

efecto del ejercicio sobre la PA en personas con ERC, pero principalmente debido al reducido tamaño de la muestra los hallazgos son inconsistentes.

El ejercicio físico es una estrategia atractiva para el control de la PA en personas con ERC, ya que este ha demostrado otro tipo de beneficios en esta población y también porque el logro de los objetivos en la PA es un ahorro potencial de costos. Por lo tanto, se realizó una revisión sistemática para evaluar la evidencia del ejercicio como una estrategia para disminuir la PA en personas con ERC que no dependen de la diálisis (etapas 3 a 5 con tasa de filtración glomerular estimada  $<60 \text{ L/min/1.73m}^2$ ). Como los cambios funcionales y estructurales en la vasculatura pueden preceder a los cambios clínicamente detectables en la PA, se incluyó el efecto del ejercicio en la dilatación mediada por flujo (DMF) y la velocidad de la onda del pulso (VOP). También intentamos determinar si el paciente, el nivel de estudio y los factores de ejercicio influyen en la magnitud de la asociación.

### *Materiales y métodos*

Se realizó una búsqueda exhaustiva para identificar todos los ensayos controlados aleatorios en adultos con ERC sin diálisis, que comparen una intervención de ejercicio físico con ninguna intervención de ejercicio.

Se incluyeron solo ensayos publicados en inglés como manuscritos completos revisados por pares. Se buscaron citas en MEDLINE, EMBASE, Cochrane Library, CINAHL y Web of Science desde 1937 hasta el 2017. Las referencias de las revisiones sistemáticas existentes también fueron examinadas.

Los ensayos aleatorios con participantes adultos ( $\geq 18$  años) con ERC en estadio 3-5 (no en diálisis o con trasplante renal) fueron elegibles para su inclusión si cumplían los siguientes criterios: asignación aleatoria a una o más intervenciones de ejercicio, y/o no grupo de control de ejercicio; duración de la(s) intervención(es) de ejercicio de un mínimo de cuatro semanas; y al menos uno de estos fueron medidos y reportados: PA, VOP o DMF. No se incluyeron los ensayos que solo evaluaron una respuesta de PA aguda al ejercicio. La PA sistólica se seleccionó como el resultado primario porque es un predictor más fuerte de enfermedad renal en etapa terminal que la PA diastólica u otras medidas de rigidez arterial en personas con ERC.

Un solo revisor realizó el método estandarizado de extracción de datos y un segundo revisor verificó la exactitud de los datos extraídos. Se registraron las siguientes propiedades de cada ensayo: características del ensayo (país, época, diseño, tamaño de la muestra, duración del seguimiento, etapas de la ERC y otros criterios de condición); participantes (edad, sexo, tasa estimada de filtración glomerular, índice de masa corporal, estado de la diabetes, tabaquismo actual y medicamentos para la PA); prescripción de ejercicio (tipo, intensidad, tiempo y frecuencia, así como ajuste y supervisión); co-intervenciones y resultados. Los resultados fueron PA (sistólica y diastólica no ambulatoria y ambulatoria, así como presión arterial media), VOP y DMF. Se estableció contacto con los autores de los estudios incluidos para obtener datos faltantes y para aclarar los métodos y/o los resultados.

Se evaluó el riesgo de sesgo utilizando la herramienta de la Colaboración Cochrane e incluimos otros ítems (financiamiento, intención de tratar, cálculo del tamaño de la muestra) que también se sabe que están asociados con el sesgo. El riesgo de sesgo se evaluó como alto, bajo o no está claro en estos artículos. El riesgo general de sesgo se determinó utilizando los siguientes

criterios: bajo riesgo de sesgo (bajo riesgo de sesgo para todos los ítems); riesgo moderado (riesgo alto para uno o dos o más ítems poco claros); riesgo de sesgo alto (más de un ítem como inadecuado o dos o más elementos como poco claro). Dos revisores evaluaron los ensayos de forma independiente y resolvieron cualquier desacuerdo a través de la discusión.

Los datos se analizaron utilizando el programa Stata 13. Las desviaciones estándar (DS) faltantes se imputaron utilizando rangos inter-cuartiles. La diferencia en las medias (DM) se usó para resumir todos los resultados (continuos). Debido a la diversidad esperada entre los ensayos, decidimos *a priori* combinar los resultados utilizando modelos de efectos aleatorios. Los resultados se agruparon utilizando cuatro categorías de puntos de tiempo de seguimiento: el último disponible, 12 semanas, 24 semanas y 48 semanas. La heterogeneidad estadística se cuantificó utilizando el estadístico  $\tau^2$  y el estadístico  $I^2$ . Se planificó explorar la asociación entre las características del ensayo y de la población, así como el efecto de la intervención con ejercicios en el resultado más frecuente (PA sistólica no ambulatoria) cuando fue razonable (al menos tres ensayos por categoría). Se utilizó una meta-regresión lineal ponderada univariable para evaluar la modificación del efecto. El sesgo de publicación se evaluó mediante inspección visual del gráfico de embudo con contorno mejorado y mediante regresión ponderada.

### Resultados y discusión

Se incluyeron 12 estudios con 505 participantes. Diez ensayos (335 participantes) que informaron PA sistólica no ambulatoria fueron meta-análisis. Todos los estudios incluidos tuvieron un alto riesgo de sesgo. El ejercicio no se asoció con un efecto sobre la PA sistólica (DM -4.33 mmHg, intervalo de confianza [IC] del 95%, -9.04, 0.38). En general, el ejercicio no tuvo efecto sobre la PA ambulatoria de 24 horas (-5.40 mmHg, IC 95% -12.67, 1.87) o después de 48-52 semanas (-7.50 mmHg IC 95% -20.21, 5.21) mientras que el efecto fue visto a las 24 semanas (-18.00 mmHg, IC del 95%: -29.92, -6.08). El ejercicio no tuvo un efecto significativo en las medidas de rigidez arterial o función endotelial.

En general, encontramos que el ejercicio regular no se asoció con una diferencia de medias significativa en la PA sistólica no ambulatoria en personas con ERC sin diálisis. El ejercicio se asoció con un efecto significativo de disminución de la PA a las 24 semanas de seguimiento, pero esta diferencia no se observó a las 52 semanas. En los dos ensayos que midieron la PA usando un monitoreo de 24 horas, el efecto general del ejercicio sobre la PA sistólica tampoco fue significativo en comparación con el no ejercicio. De manera similar, hubo un efecto antihipertensivo del ejercicio a las 24 semanas que no se detectó a las 48 semanas. En la interpretación de estos hallazgos, es importante tener en cuenta que la dirección y la magnitud del efecto general del ejercicio en la PA sistólica favorecieron la intervención. Sin embargo, nuestra confianza en este hallazgo está limitada por el alto riesgo de sesgo en todos los ensayos incluidos.

### Conclusión

Existe evidencia limitada de estudios a corto plazo que sugieran que el ejercicio es una estrategia potencial para disminuir la presión arterial en la ERC. Sin embargo, para recomendar el ejercicio para el control de la presión arterial en esta población, se necesitan estudios de alta calidad y largo plazo diseñados específicamente para evaluar la hipertensión.

*El efecto antihipertensivo del ejercicio en personas que padecen ciertas condiciones patológicas, como por ejemplo la obesidad, es altamente conocido pero este mismo efecto no se presenta claramente en otro tipo de poblaciones que también presentan hipertensión arterial como las personas con insuficiencia renal crónica o enfermedad renal crónica (ERC). Hasta hoy, la terapia farmacológica y de alimentación siguen siendo las piezas claves del tratamiento en este tipo de personas, pero se necesitan más estudios para descartar o incluir al ejercicio físico dentro de las diversas opciones de tratamientos en este tipo de condiciones.*

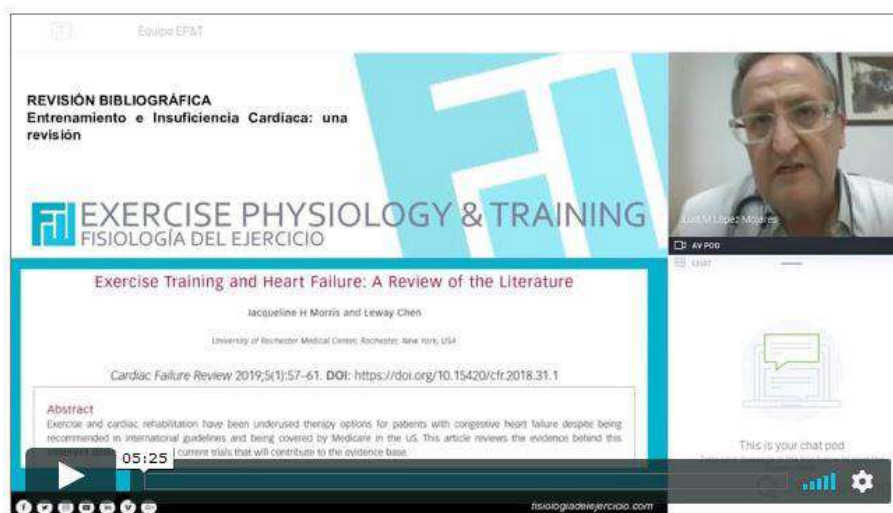
## Entrenamiento e Insuficiencia Cardíaca: una revisión de la literatura

Exercise training and heart failure: a review of the literature ([pdf original](#))

Morris JH y Chen L

Card Fail Rev. 2019 Feb;5(1):57-61. doi: 10.15420/cfr.2018.31.1

(Autor del resumen: Luis Miguel López Mojares)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Introducción

La **insuficiencia cardíaca congestiva (CHF)** es una enfermedad progresiva de alta **morbimortalidad**, que está **aumentando** su prevalencia, y que crece a medida que **envejecemos**. En la actualidad, la sufren 6,5 millones de pacientes en EEUU y más de 14 millones en Europa. También supone un alto coste económico, equivalente al 28 % del total norteamericano, y en torno al 7 % en Europa.

A pesar de que numerosos protocolos basados en pruebas han mostrado la **eficacia de la rehabilitación cardíaca (CR)** para **reducir los índices de mortalidad y hospitalización**, y mejorar la **calidad de vida** y los síntomas, numerosos pacientes mantienen significativos niveles de disnea, fatiga, rehospitalizaciones, bajo nivel de tolerancia al ejercicio y pobre calidad de vida (QoL).

El empleo del ejercicio físico en el tratamiento de la CHF es una piedra angular en los protocolos de tratamiento recomendados por la *American College of Cardiology/American Heart Association (ACC/AHA)*, *European Society of Cardiology (ESC)* y la *Canadian Cardiovascular Society (CCS)*.

Table 1: Guideline Recommendations for Exercise for People with Heart Failure

Class	Guideline Recommendations
<b>American College of Cardiology/American Heart Association, 2013<sup>14</sup></b>	
Class I	Exercise training (or regular physical activity) is recommended as safe and effective for patients with HF who are able to participate to improve functional status (level of evidence: A)
Class IIa	Cardiac rehabilitation can be used in clinically stable patients with HF to improve functional capacity, exercise duration, health-related quality of life, and mortality (level of evidence: B)
<b>Canadian Cardiovascular Society, 2017<sup>15</sup></b>	
	Regular exercise to improve exercise capacity, symptoms and quality of life in all HF patients (strong recommendation; moderate quality evidence)
	Regular exercise in HF patients with reduced EF to decrease hospital admissions (strong recommendations; moderate-quality evidence)
<b>European Society of Cardiology, 2016<sup>16</sup></b>	
Class I	It is recommended that regular aerobic exercise is encouraged in patients with HF to improve symptoms and functional capacity (level of evidence: A)
Class I	It is recommended that regular aerobic exercise is encouraged in stable patients with HFrEF to reduce the risk of hospitalisation from HF (level of evidence: A)

HF = heart failure; HFrEF = heart failure with a reduced ejection fraction.

Como se recoge en la siguiente tabla, se ha demostrado con claridad la **seguridad y buena tolerancia** del ejercicio en numerosos estudios, entre los que destaca el que es probablemente el mayor de ellos, que investigaba en pacientes con **reducida fracción de eyección (HFrEF)**: *The Heart Failure: A Controlled Trial Investigating Outcomes of Exercise Training (HF-ACTION) trial*. Se evaluaron unos 2300 pacientes estables con una fracción de eyección de ventrículo izquierdo (LVEF)  $\leq 35\%$  y clasificados como tipo II-VI (*New York Heart Association: NYHA*).

Table 2: Clinical Outcomes and CMS Coverage in Congestive Heart Failure

Clinical Outcome	Mortality Reduction	Rehospitalisation Reduction	Safety	CMS Coverage
HFrEF	EXTRAMATCH 2004: yes; HF ACTION and Cochrane 2017: no mortality benefit	Yes	Yes	Yes
HFpEF	Awaiting results from Ex-DHF trial	Awaiting results from Ex-DHF trial	Yes	No
ADHF	Lack of data	Lack of data	Yes, based on a study in Australia (n=278). Awaiting results from REHAB-HF trial	No
LVAD	Lack of data	Lack of data	Yes	Yes*
OHT	Lack of data	Yes	Yes	Yes

\*Many LVAD patients are eligible for CR under HFrEF indication or for medical criteria for disability with LVEF  $<30\%$  with symptoms affecting daily life.<sup>17</sup>

ADHF = acute decompensated heart failure; CMS = Centre for Medicare & Medicaid Services; HFpEF = heart failure with preserved ejection fraction; HFrEF = heart failure with reduced ejection fraction; LVAD = ventricular assist device; OHT = orthotopic heart transplant.

Por otro lado, en un metaanálisis, que incluía HF-ACTION, y analizaba más de 4700 enfermos con LVEF  $< 40\%$ , clase II/III NYHA, se mostraba la ausencia de efectos adversos en el empleo del ejercicio como herramienta terapéutica.

Existen diversos mecanismos que contribuyen en la limitación funcional de estos pacientes: cardiopatía, alteraciones del flujo periférico, disfunción endotelial, miopatía, trastornos ventilatorios, alteraciones del Sistema Nervioso Autónomo (SNA)...

La capacidad física se mide mediante consumo pico de oxígeno (VO<sub>2</sub>pico), que puede mejorarse con el entrenamiento. Además, se ha comprobado que el entrenamiento aeróbico moderado proporciona efectos favorables importantes, como la mejora hemodinámica central,



tono simpático, vascularización periférica, función muscular, eficiencia ventilatoria, limitación de la disnea y mejora en QoL.

#### [Insuficiencia cardiaca con Fracción de Eyección baja](#)

La mayor parte de los estudios, como el *Exercise Training Meta-Analysis of Trials in Patients with Chronic Heart Failure (ExTraMATCH)* (tabla 2) señalan reducciones de índices de hospitalización y mortalidad, si bien éste último no ha quedado aclarado del todo el alguna revisión sistemática.

Una revisión Cochrane de 2017 demostró disminución en hospitalizaciones por tanto por causa general como específica; mejora en QoL, coste-eficacia y reducción de los días de estancia hospitalaria. El HF-ACTION indicaba seguridad en la intervención y mejora de QoL. Los mejores resultados parecen proceder del entrenamiento moderado.

#### [Insuficiencia cardiaca con Fracción de Eyección conservada](#)

Se ha probado seguridad y eficacia, aunque el número de estudios es menor.

En el estudio piloto de *The Exercise Training in Diastolic Heart Failure (Ex-DHF)* parece que se observaban mejoras en la capacidad funcional y QoL.

#### [Insuficiencia cardiaca Aguda descompensada](#)

Muy pocos datos. La mayor parte de la investigación se ha desarrollado en pacientes de edad avanzada. En el estudio piloto *The Rehabilitation Therapy in Older Acute Heart Failure Patients (REHAB-HF)* se encuentran resultados prometedores. *The Exercise Joins Education: Combined Therapy to Improve Outcomes in Newly-discharged Heart Failure (EJECTION-HF)* también ofrece resultados de seguridad y de resultar factible, sin resultados concluyentes.

#### [Dispositivos de asistencia ventricular izquierda \(Left Ventricular Assist Devices: LVAD\)](#)

El principal estudio: Rehab-VAD demuestra que el ejercicio es seguro, y que mejora fuerza, resistencia y estado general de salud, si bien una escasa participación, aunque los pacientes que participaron en el programa tenían un menso índice de hospitalización

#### [Trasplante cardíaco](#)

Aunque se ha hecho grandes progresos en los últimos años, la supervivencia a largo plazo todavía es limitada. Estos pacientes tienen condiciones físicas significativamente menores. En un principio se recomendaba el reposo sistemático, pero con posterioridad se observaron reinervaciones simpáticas, que mejoraban la funcionalidad. En una actualización Cochrane de 2017 se veía que se trataba de intervenciones seguras con mejoras en la capacidad física y VO<sub>2</sub>pico, sin mejoría en QoL. Algunos otros estudios han mostrado mejoras en la frecuencia cardiaca pico, capacidad ventilatoria, funcionalidad del SNA, QoL y reingresos hospitalarios. Los pacientes más jóvenes estaban menos motivados para participar en estos programas de rehabilitación cardiaca

#### [Cobertura por Seguros Médicos: Medicare&Medicaid](#)

En 2006, los CMS (*Centers for Medicare & Medicaid Services*) aprobaron la financiación de la rehabilitación cardiaca para pacientes con infarto agudo de miocardio, *bypass* coronario, angina estable, valvulopatías quirúrgicas, angioplastia - *stent*, y trasplante cardiaca, aunque todavía no hay suficientes resultados para extraer conclusiones.

### Aceptación y Adherencia

En este sentido, los datos resultan decepcionantes. Uno de los primeros estudios mostraba que sólo el 10,4 % de más de 100.000 pacientes con CHF recibían rehabilitación cardiaca post-hospitalaria. Un estudio retrospectivo sobre CMS (243.000) y del sistema de salud para veteranos de las FFAA (67.000), hospitalizados por CHF, indicaba que sólo el 2,3 y el 2,6 %, respectivamente, acudió al menos a una sesión. En Europa, en un revisión de 2010 se podía leer cómo ni siquiera llegaba al 20 % de participación.

A pesar de la clara anuencia de los grandes organismos internacionales sobre la seguridad y eficacia de la CR hay diversas causas que podrían justificar, al menos en parte, esta escasa aceptación y adherencia: factores socioeconómicos, problemas laborales, transporte, financiación, actitud de los pacientes...

### Conclusiones

CHF es una enfermedad de **prevalencia creciente**, con un índice elevado de **mortalidad y morbilidad**, a pesar de los numerosos tratamientos farmacológicos y quirúrgicos. El ejercicio físico y la rehabilitación cardiaca han demostrado grandes **beneficios** en los pacientes en los que se ha aplicado, mejorando su condición física y la QoL. También se ha demostrado su **seguridad** y la posibilidad de llevarlo a cabo. Del mismo modo se ha comprobado la favorable relación coste/beneficio.

La mayor parte de los estudios, y las recomendaciones y protocolos basadas en aquéllos se han realizados sobre **HFrEF**, por lo que es necesario completar los ensayos con el resto de cardiopatías.

A pesar de todas estas pruebas hay una significativa **infrautilización** de la CR debido a diversas barreras que debemos superar. Los **profesionales de la salud** deberían **animar a los pacientes** con cardiopatías a beneficiarse del ejercicio físico terapéutico.

- 1. Los grandes beneficios y la seguridad de la rehabilitación cardiaca para los pacientes con insuficiencia cardiaca han sido científicamente probados, en especial en los pacientes con fracción de eyección reducida.*
- 2. La aceptación y adherencia de la rehabilitación cardiaca para estos pacientes es muy reducida (entre el 2 y el 20%).*
- 3. Los profesionales de la salud deberíamos animar a los pacientes a iniciar y mantener con adherencia estos programas de ejercicio físico para la salud.*

## Efecto del ejercicio sobre el metabolismo de los ácidos grasos y la secreción de adipocinas en el tejido adiposo

Effect of exercise on fatty acid metabolism and adipokine secretion in adipose tissue ([pdf original](#))

Mika A, Macaluso F, Barone R y col

Front Physiol. 2019 Jan 28;10:26. doi: 10.3389/fphys.2019.00026

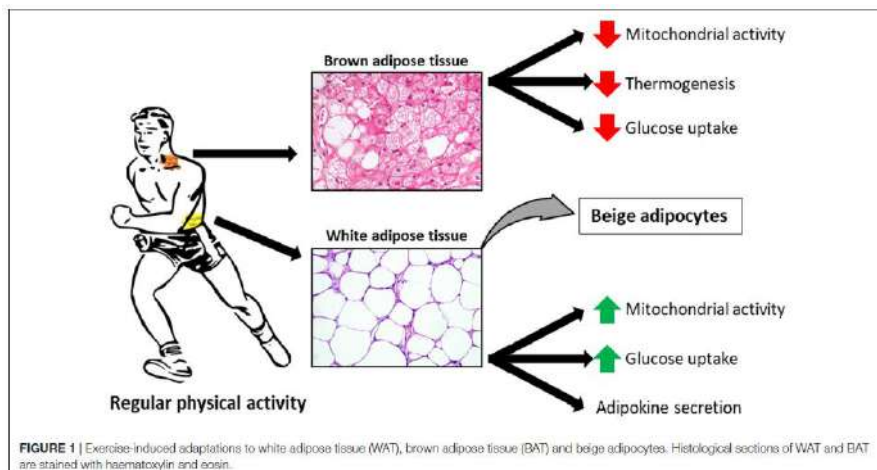
(Autor del resumen: Luis A. Berlanga)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Introducción

El ejercicio correctamente planificado estimula la lipólisis; por ejemplo, a través de la hidrólisis de los triglicéridos almacenados en el tejido adiposo (AT), que resulta en una liberación de ácidos grasos libres (FFAs) a la circulación y su oxidación en el músculo esquelético o en otros tejidos. La elevada concentración de FFAs en la sangre es una condición adversa que puede derivar en lipotoxicidad y en el almacenamiento de lípidos en otros tejidos. El ejercicio físico ayuda a regular la concentración de FFAs en sangre y contribuye al incremento del número de mitocondrias en el AT blanco (WAT), estimulando además la expresión de genes específicos de los adipocitos marrones que favorecen el *beigeamiento* (transformación de WAT en adipocitos *beiges*). Asimismo, el AT también actúa como órgano endocrino, liberando numerosas sustancias biológicamente activas conocidas como adipocinas; y el ejercicio físico puede regular esta función del AT.



Así, hay tres tipos de AT:

- 1) WAT, localizado subcutánea y visceralmente. Es responsable del almacenamiento de triacilgliceroles y libera algunas adipocinas.
- 2) BAT (AT marrón), localizado en humanos alrededor del cuello, de la espalda y de los vasos sanguíneos principales. Es rico en mitocondrias y el principal responsable de la termogénesis.
- 3) AT *beige*, formado como consecuencia del *beigeamiento*.

#### Efecto del ejercicio sobre la composición de ácidos grasos en el tejido adiposo

El ejercicio provoca cambios en la cantidad y en la composición de los lípidos que forman el AT. Los triacilgliceroles suponen el 90-99% de los lípidos que forman el AT. Como adaptaciones al ejercicio, se ha demostrado un descenso en el contenido de ácido oleico (18:1; el principal ácido graso monoinsaturado, MUFA) y un incremento de ácido linoleico (18:2) en el AT subcutáneo. También se ha demostrado tras 2 semanas de entrenamiento que desciende el ácido palmitoleico (16:1) y aumenta el ácido esteárico (18:0); así como un descenso significativo de los niveles séricos de triacilgliceroles y de colesterol. Estas evidencias sugieren que el ejercicio podría inducir a un descenso del contenido 18:1, lo que supondría un aumento del contenido 18:2 y 18:0; que podrían contribuir a la síntesis de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), los cuales podrían generar oxilipinas proinflamatorias. Sin embargo, el ejercicio físico se sabe que reduce la inflamación sistémica. Ciertamente, en cuanto a los PUFAs, la mayoría de las investigaciones han demostrado un aumento de su cantidad como adaptación al ejercicio físico.

En cualquier caso, es importante destacar que las adaptaciones al ejercicio en cuanto a la composición del AT no solo son dependientes del depósito, sino también de la composición molecular de los lípidos. Tanto en WAT como en BAT, el ejercicio ha demostrado reducir significativamente el contenido de triacilgliceroles y aumentar el contenido de ácidos grasos de cadena larga (58-60 carbonos).

#### Efecto del ejercicio sobre el metabolismo de ácidos grasos en el tejido adiposo

Sin duda, la reducción de los niveles de triacilgliceroles en el AT tras el ejercicio es el resultado de la lipólisis. Este proceso es iniciado por la lipasa adipocítica de triglicéridos (ATGL) y continuado por la lipasa sensible a hormonas (HSL). En personas obesas y/o que siguen dietas muy altas en grasas. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones coinciden en que el ejercicio físico estimula la actividad lipolítica en el AT y contribuye a normalizar los marcadores de este proceso. Además, el ejercicio favorecería una reducción eficiente de la masa de AT y/o prevendría una excesiva acumulación.

Asimismo, el ejercicio modula la síntesis de ácidos grasos, su desaturación y elongación. Algunos autores defienden que la reducción de MUFAs como adaptación al ejercicio podría darse como consecuencia de un descenso de la desaturación de ácidos grasos mediado por la SCD1 (enzima Estearoil-CoA Desaturasa 1), aunque las conclusiones en la literatura científica no son aún claras al respecto. También hay datos inconclusos sobre los efectos del ejercicio en la actividad de otras enzimas lipogénicas, como la acetil-CoA carboxilasa (ACC).

#### Impacto del ejercicio sobre la secreción de adipocinas en el tejido adiposo

La contracción muscular durante el ejercicio supone la liberación de miocinas por parte del músculo esquelético, que podría provocar una vía de señalización química para la liberación de adipocinas por parte del AT. Además, el AT podría también sintetizar miocinas como la IL-6, MCP-1, TNF- $\alpha$ , visfatina y miostatina; que son conocidas como adipomiocinas.

La adiponectina es una hormona sensibilizadora de la insulina que mejora la oxidación de ácidos grasos en el músculo y regula a la baja la síntesis de lípidos y glucosa en el hígado. Aunque los efectos del ejercicio sobre esta adipocina no son concluyentes, parece que su síntesis en el AT podría ser dependiente de la intensidad del ejercicio.

La leptina es otra adipocina que se sintetiza principalmente en el AT, regulando el apetito y estimulando el metabolismo periférico. Si bien el ejercicio físico podría disminuir los niveles séricos de leptina, estos resultados podrían deberse a una reducción de la cantidad de AT. En cualquier caso, está demostrado que el ejercicio mejora la sensibilidad a la leptina, sabiendo que en personas con exceso de peso corporal suele haber resistencia a la misma.

En cuanto a la IL-6, una miocina con funciones antiinflamatorias, se ha observado que aumenta considerablemente tras el ejercicio debido a su síntesis fruto del trabajo muscular. Sin embargo, como adaptación crónica se observan reducciones de IL-6 o sin cambios significativos. Sobre citocinas pro-inflamatorias, como la TNF- $\alpha$ , la leptina y la MCP-1, se observa que reducen como adaptación al ejercicio físico; lo que podría contribuir a disminuir la inflamación sistémica.

Con respecto a la sensibilidad a la insulina, se ha observado que el ejercicio mejora la expresión de la apelina, una adipomiocina que disminuye la resistencia a la insulina y ha demostrado en ratones que induce la captación de glucosa por parte del AT y disminuye la cantidad de triglicéridos del AT. Además, se ha demostrado que el ejercicio reduce en ratas las concentraciones séricas de resistina, una adipocina que promueve la resistencia a la insulina.

#### *El ejercicio induce "beigeamiento": un proceso mediado por miocinas*

Los ácidos grasos son oxidados en las mitocondrias en un proceso conocido como  $\beta$ -oxidación. Numerosas investigaciones han demostrado que el ejercicio mejora la actividad mitocondrial en el AT visceral y subcutáneo. En cualquier caso, hay un depósito que muestra más actividad mitocondrial que el WAT visceral y subcutáneo: el BAT, que contiene numerosas mitocondrias y los ácidos grasos que se oxidan suponen una fuente de energía para la termogénesis. La proteína principal involucrada en la termogénesis es la proteína desacoplante 1 (UCP1). Investigaciones recientes han demostrado que el ejercicio físico podría contribuir a un proceso de *beigeamiento* del WAT subcutáneo. Durante este proceso, el fenotipo y el metabolismo de los adipocitos blancos del AT cambia y adquiere las características propias de los adipocitos marrones del BAT. Este cambio supone un incremento de la respiración mitocondrial, una mayor expresión de la UCP1 y una regulación a la alza de otros genes característicos del BAT. En un estudio donde se extirparon los adipocitos beige a ratones, desarrollaron obesidad y resistencia a la insulina; por lo que estas células podrían tener un rol muy importante en la regulación del metabolismo energético sistémico. En roedores, el *beigeamiento* de los adipocitos ha sido claramente demostrado; aunque en humanos aún conocemos poco al respecto. En cualquier caso, este proceso parece estar regulado por miocinas y pequeñas moléculas liberadas por el músculo esquelético en contracción, como la irisina, la miostatina, la "meteorina-like" 1 (Metrn1), el lactato o el ácido beta aminoisobutírico (BAIBA).

### Conclusión

El ejercicio físico estimula la lipólisis, disminuye la captación de ácidos grasos de los adipocitos, ejerce sobre la composición de los ácidos grasos del AT y modula la expresión de enzimas involucradas en la síntesis de ácidos grasos, su elongación y desaturación. Además, el ejercicio promueve el *beigeamiento* del AT y contribuye a incrementar la actividad mitocondrial, lo que aumenta la oxidación de ácidos grasos en el AT. Asimismo, el ejercicio físico influye sobre la secreción de adipocinas que podrían atenuar la inflamación sistémica y prevenir la resistencia a la insulina. Por todo ello, el ejercicio promueve adaptaciones crónicas que ejercen efectos beneficiosos sobre la salud metabólica global de las personas.

*La práctica de ejercicio físico en poblaciones con patologías está cada vez más extendida y bien evidenciada científicamente. En una enfermedad como la obesidad, más allá de la estética, las cascadas de señalización molecular inducidas por la actividad muscular podrían suponer una aproximación terapéutica para su tratamiento que posiblemente ningún fármaco pueda suscitar. Como hemos visto, el diálogo entre el músculo esquelético y el tejido adiposo parece que aún tiene mucho que decirnos.*



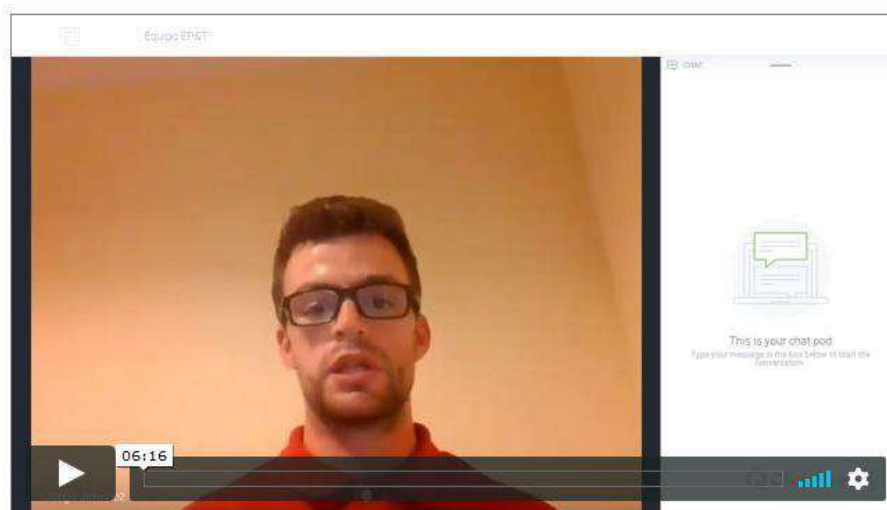
## Impacto de la ingesta de la proteína antes de dormir en la respuesta adaptativa del músculo esquelético al ejercicio en humanos: una actualización

The impact of pre-sleep protein ingestion on the skeletal muscle adaptive response to exercise in humans: an update ([pdf original](#))

Snijders T, Trommelen J, Kouw IWK y col

Front Nutr. 2019 Mar 6;6:17. doi: 10.3389/fnut.2019.00017

(Autor del resumen: Jorge Jiménez Morcillo)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Resumen

La ingesta previa de proteína antes de proceder al sueño nocturno es fácilmente diferida y absorbida durante las horas de descanso. Incrementando, de esta forma el ratio de síntesis de proteína. El consumo de proteína previo a la nocturnidad no parece reducir el apetito durante el desayuno del día siguiente y no hay cambios en la reserva de sustratos energéticos disponibles. Cuando este tipo de tomas se aplica durante un tiempo prolongado y se combina con entrenamiento de fuerza en el mismo periodo parecer tener efectos positivos en el incremento de la masa muscular y de la fuerza. De la misma forma, este tipo de ingesta proteica parece una estrategia efectiva a la hora de preservar la masa muscular durante la vejez, sobre todo cuando se combina con algún tipo de actividad física o ejercicio que implique una contracción muscular provocada por la estimulación eléctrica del sistema nervioso central.

En conclusión, la ingesta de proteína previa a la nocturnidad y al descanso inducido por el sueño es una estrategia de intervención nutricional efectiva a la hora de incrementar el ratio de síntesis de proteína durante el periodo en el que los sujetos están durmiendo y puede ser aplicado para apoyar la respuesta adaptativa del sistema músculo esquelético al entrenamiento de fuerza.

### Introducción

La síntesis de proteína además del "breakdown" proteico (catabolismo) son estimulados tras una sola sesión de entrenamiento de fuerza. Sin embargo, en la ausencia de ingesta proteica, el balance neto de síntesis proteica es negativo. El concepto de ingesta proteica previo al sueño es un concepto ha sido introducido como como una comida adicional para aumentar la ingesta de proteína, a parte de la incluida en la dieta, incrementando así el balance neto proteico

nocturno, el cual además puede maximizar la respuesta adaptativa del sistema musculoesquelético al entrenamiento de la fuerza.

#### *Digestión y absorción de la proteína pre-sueño*

En los últimos años, ciertos estudios han mostrado los peligros de hacer comidas copiosas en las horas próximas al descanso inducido por el sueño. Varias instituciones sanitarias advirtieron que incluir este acto como hábito alimenticio puede tener efectos negativos en la composición corporal y aumentar el riesgo de accidente cardiovascular. Sin embargo las comidas compuestas en su mayor parte por un macronutriente (proteína por ejemplo) han mostrado tener efectos fisiológicos positivos en humanos. Además, el abastecimiento con este tipo de estrategia alimenticia parece mejorar la recomposición del músculo durante las horas de sueño, además de mejorar el rendimiento atlético.

Por último, en poblaciones de edad avanzada se ha demostrado que la ingesta de 40 gramos de proteína durante las horas de sueño aumenta el ratio de síntesis proteica. La digestión en este colectivo se hace a través del tubo nasogástrico, no viendo comprometida la función de la microbiota intestinal. Además, como ya se ha dicho en párrafos anteriores, añadir una comida rica en proteína antes de irse a dormir adicional en la dieta, incrementa la síntesis de proteína nocturna.

En estudios recientes se ha demostrado que una toma de proteína de entre 20 y 40 gramos de proteína previas a la nocturnidad es suficiente para una correcta digestión de la proteína y la correcta absorción de los correspondientes aminoácidos. Por otro lado, no se ha demostrado que siguiendo esta estrategia nutricional no tiene efectos sobre los efectos preventivos del daño muscular tardío, calidad del sueño o variación en el apetito a la mañana siguiente.

#### *Proteína pre-sueño y la recuperación durante la nocturnidad*

La ingesta de proteína nocturna ha sido introducida como una estrategia para aumentar el ratio de síntesis proteica durante el periodo de sueño. Esto tiene una explicación, y es que, en condiciones normales, la tasa de síntesis proteica es menor por la noche que la mañana sucesiva, viéndose esto atenuado si se realiza dicha ingesta proteica nocturna. Para corroborar esta información, se ha demostrado en varios estudios que la ingesta de caseína aumenta en un 22% dicho ratio. Por otro lado, si esta ingesta nutricional se combina con ejercicio de fuerza, la tasa de síntesis proteica miofibrilar es un 37% mayor que si únicamente se ingiere la proteína de forma aislada, sin la sesión de entrenamiento correspondiente.

Aunque la dosis optima se mantiene aún por determinar, queda claro que, si la ingesta de proteína previa a la nocturnidad se combina con entrenamiento de fuerza, la eficiencia de los aminoácidos a la hora de la remodelación miofibrilar se ve incrementada.

En cuanto al tipo de colectivo al que se dirige esta estrategia de intervención nutricional, se ha demostrado que con un brebaje proteico de 20 gramos de proteína en personas jóvenes ha sido suficiente para optimizar la síntesis proteica (en estado postprandial), mientras que, en poblaciones más envejecidas, se establece como prerrequisito la ingesta de una cantidad de 40 gramos para conseguir efectos similares a la población joven. Cabe destacar la siguiente cita presente en el artículo, siendo de suma importancia tenerla en cuenta: *“La ausencia de estímulo después de la co-ingesta de leucina podría ser atribuida a la falta de respuesta de la insulina durante el periodo de descanso nocturno, la falta de suficientes aminoácidos como precursores*

*estructurales de la remodelación miofibrilar, o sencillamente, la falta de evidencia para establecer a la leucina como un estimulante de la síntesis proteica durante el periodo nocturno”.*

Como ya se ha discutido anteriormente, la práctica de actividad física es una vía válida para aumentar la tasa de síntesis proteica muscular en estados postpandriales, combinando ingesta proteica con entrenamiento de fuerza preferiblemente, mostrando eficiencia tanto en población joven como en personas mayores.

Otra situación factible es la provocada por la inactividad causada por el sedentarismo, generando una resistencia al anabolismo y provocando así una reducción en la síntesis proteica como respuesta. La estimulación eléctrica neuromuscular parece una alternativa factible para provocar contracciones musculares y todos sus efectos subsiguientes, a la práctica de actividad física, para combatir dicha resistencia.

Existe una interesante correlación entre la ingesta proteica relativa (gramo/kg de peso corporal o gramo/kg de masa libre de grasa y la síntesis de proteína nocturna siendo necesaria la realización de más estudios para corroborar que el porcentaje de grasa corporal y masa libre de grasa sea un modulador de la síntesis proteica. Se especula que la prescripción de ingesta proteica debe de personalizarse en función del peso corporal o el porcentaje de masa libre de grasa, sin embargo, se necesitan más estudios para generar evidencia científica.

#### *Ingesta de proteína nocturna y apetito*

El entrenamiento de la fuerza se define como un ejercicio físico de carácter especial que causa contracción muscular para superar una resistencia o carga externa con el objetivo de construir o generar fuerza, resistencia anaeróbica (sin presencia de O<sub>2</sub>) o masa en el músculo esquelético. El entrenamiento de fuerza se ha mostrado beneficioso en humanos de edad avanzada debido a que tiene efecto en la reducción de la masa grasa y cambios en la forma física de los sujetos. Son varios los estudios que han demostrado que la ingesta de proteína combinada con el entrenamiento de fuerza parece ser más efectiva a la hora de prevenir la reducción de la masa muscular y la pérdida de fuerza en el tren inferior en sujetos de edad avanzada que además padecían de obesidad.

De forma colectiva, se establece que el entrenamiento de fuerza aplicado a largo plazo sirve para prevenir la pérdida de masa muscular y su funcionalidad en sujetos de edad avanzada, siempre que se utilice una carga que produzca un estímulo óptimo. Sin embargo, la ingesta de proteína de whey conjunta a un entrenamiento de fuerza es probablemente es más beneficiosa a la hora de garantizar la salud en la masa muscular por encima de una ingesta de proteína de whey meramente aislada.

#### *Distribución del “intake proteico”*

Una distribución en la toma diaria de proteína que supere las tres comidas parece mostrar unos ratios de síntesis proteicas superiores en periodos de 24 horas en comparación con tomas separadas a lo largo del día, no proporcionales y de forma desordenada; en estos casos la mayoría de proteína suele consumirse en la hora de la cena. Además, un patrón más equilibrado en la toma de proteína durante las 12 horas de recuperación posteriores a una sesión de actividad física (no se especifica la naturaleza de la misma) parece mostrar unos ratios de síntesis proteica mayores cuando se compara con *“la ingesta de la misma cantidad de*

*proteína proporcionada con menos frecuencia pero en cantidades más grandes (40 gramos cada 6 horas) o a una mayor frecuencia, en cantidades más pequeñas (20 gramos cada una hora y media).* Si nos basamos en estas afirmaciones, se recomienda actualmente consumir al menos 20 gramos de proteína en cada comida con el fin de dar soporte a la síntesis proteica.

Por otro lado, existe también evidencia de que amplias tomas de proteína (60 gramos de proteína de whey) antes de dormir no alteran la síntesis proteica post pandrial de la mañana siguiente. O dicho en otras palabras, estos datos sugieren que una ingesta de proteína en cada comida significa una distintiva oportunidad de estimular la síntesis proteica y la subsiguiente elevación de los sucesivos acontecimientos anabólicos post pandriales proporcionado por cada comida y en los estadios post pandriales de cada una de ellas. Podemos concluir, que pese al hecho de que se consuman importantes cantidades de proteína durante las diferentes comidas del día, una ingesta de proteína “pre-sleep”, presumiblemente, proporciona un estímulo anabólico durante la fase de sueño en la síntesis proteica dada en este periodo, además de mejorar la remodelación tisular diaria

#### *Efectos a largo plazo de la ingesta de proteínas “pre sleep”*

En un estudio se demostró un importante incremento de la masa muscular en el músculo-esquelético y en la fuerza; los sujetos que participaron en la investigación ingirieron 25,5 gramos de proteína (50% caseína y 50% caseína hidrolizada) en un grupo y en el segundo fue un placebo, en ambas intervenciones las tomas fueron previas a la nocturnidad. La ganancia de fuerza y de masa muscular solo se produjo en el primer grupo. El estudio duró 12 semanas y se desarrolló un entrenamiento fuerza en adultos jóvenes y sanos. Los resultados de este estudio mostraron que la ingesta de 30 gramos de proteína antes de dormir es una estrategia óptima para producir ganancias de masa muscular y de fuerza en entrenamiento con cargas. Es preciso tener en cuenta de que el hecho de ingerir proteína precedente a la nocturnidad, es una buena oportunidad de aumentar la ingesta de proteína diaria total.

Por otro lado, y en relación con la pérdida de grasa corporal y la ganancia de masa magra; en un estudio reciente se concluyó que no existen diferencias significativas entre la ganancia de masa libre de grasa cuando la proteína de whey era ingerida por la noche a cuando se hacía por la mañana. Sin embargo, los propios autores del estudio identificaron los resultados como no concluyentes y, por lo tanto, no se puede seguir al pie de la letra esta afirmación.

Aunque bien es cierto, que la ingesta de proteína previa a las horas de sueño o “pre-sleep” ha demostrado mejorar la ganancia de masa muscular y la fuerza como estímulos al entrenamiento con cargas, sobre todo en adultos jóvenes, no siendo igual en personas mayores.

Factores relacionados con la edad como el nivel diario de actividad física, cargas bajas de trabajo y la prevalencia crónica de la resistencia anabólica pueden explicar las discrepancias encontradas en los resultados de diferentes estudios en los efectos que tienen el suministro de proteína previa al periodo de nocturnidad en relación a la ganancia de masa muscular y de fuerza, sobre todo entre los colectivos de personas mayores y jóvenes cuando practican entrenamiento de fuerza. Son necesarios más estudios para determinar si la prescripción de proteína previa la nocturnidad puede usarse en un ámbito clínico. Por el contrario, si existe un estudio que muestra efectos positivos en la toma de proteína previa a las horas de sueño en condiciones ajenas al laboratorio. Los resultados de este estudio sugieren una acelerada y

pronunciada recuperación en los primeros días después de jugar un partido de fútbol cuando la proteína fue ingerida justo antes de la nocturnidad en la noche siguiente a la disputa del partido de fútbol. Solo en adultos jóvenes.

### Conclusiones

La proteína es eficientemente digerida y absorbida durante las horas de nocturnidad, incrementando la biodisponibilidad de aminoácidos en sangre y estimulando la síntesis proteica muscular durante las horas de sueño tanto en adultos jóvenes como de edad avanzada. Cuando este tipo de tomas se combina con entrenamiento de fuerza esta síntesis proteica nocturna se ve incrementada. Sin embargo, todos los efectos positivos que esta estrategia nutricional pueda tener sobre la ganancia de masa muscular y de fuerza no son debidos al timing de la ingesta de la misma tras existir un aumento adicional.

Con el fin de atenuar la pérdida de masa muscular en personas mayores de edad avanzadas hospitalizadas, se recomienda combinar la ingesta de proteína nocturna con la práctica de ejercicio. Además, esta combinación también puede ayudar a compensar el turnover proteico nocturno (protein balance).

*El concepto más importante que podemos extraer de este resumen es el de resistencia anabólica: con la edad los procesos anabólicos se van ralentizando y perdiendo eficiencia, agravándose más la situación si se ha llevado una vida sedentaria. Teniendo esto en cuenta, como futuros entrenadores debemos de generar un entorno de prevención en la sociedad incluyendo en nuestra intervención dos factores clave: el primero es el entrenamiento de fuerza y el segundo, a colación del estudio, la ingesta de proteína de suero, caseína, o caseína hidrolizada. Si combinamos ambos ingredientes, tendremos como resultado una ganancia de fuerza generalizada, una mayor síntesis proteica y un incremento generalizado de la masa muscular. Una vez aclarado esto, entra en juego el timing del "intake" proteico: si se realiza justo en las horas previas a la nocturnidad (antes de irnos a dormir) tiene varias ventajas, las más destacadas son:*

- ✓ *Mejora de la síntesis proteica nocturna.*
- ✓ *Aumento adicional de la toma de proteína diaria.*
- ✓ *Prolonga el tiempo de síntesis proteica post-pandrial: en otras palabras, minimizando los periodos de tiempo entre las tomas de proteína (algo que ocurre si lo hacemos antes de irnos a dormir) se evitará un descenso de la tasa en la síntesis proteica.*

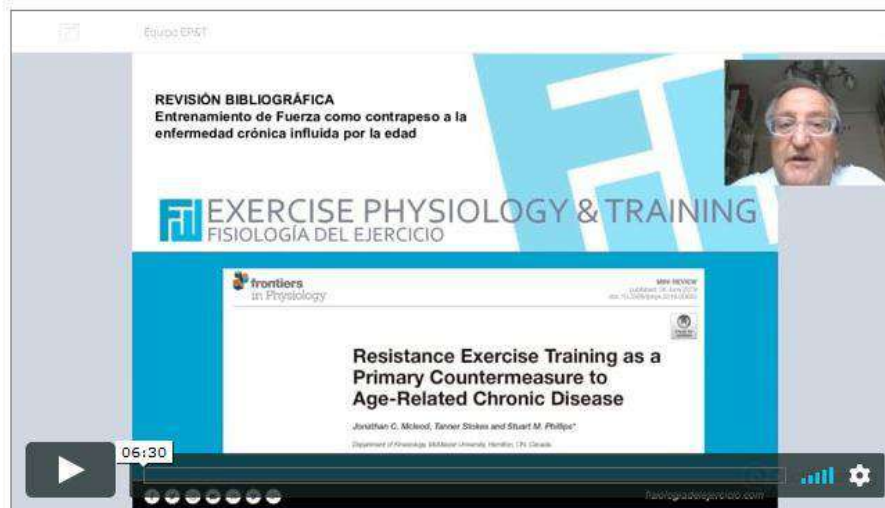
## Entrenamiento de fuerza como contramedida principal a la enfermedad crónica inducida por la edad

Resistance exercise training as a primary countermeasure to age-related chronic disease ([pdf original](#))

Mcleod JC, Stokes T y Phillips SM

Front Physiol. 2019 Jun 6;10:645. doi: 10.3389/fphys.2019.00645

(Autor del resumen: Luis Miguel López Mojares)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Introducción

Las principales causas de morbilidad y mortalidad en la población mayor de 65 años son las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, y la diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Además, los trastornos de movilidad, ocasionados por la sarcopenia y numerosas alteraciones osteoarticulares influyen decisivamente en la calidad de vida de esta población. El ejercicio físico en una herramienta segura y eficaz para contrarrestar mucho de estos fenómenos. Las recomendaciones más extendidas animan a realizar al menos 150 minutos semanales de ejercicio moderado a intenso o 75 minutos de ejercicio intenso. Sin embargo, se ha observado que el ejercicio de fuerza puede ser decisivo en la reducción del riesgo de sufrir esta patología crónica, y en la mejora de la movilidad.

### Fuerza y Movilidad

Si bien se describen numerosos estudios experimentales al respecto, no parece haber una convergencia de resultados. Con respecto al mantenimiento y mejora de la movilidad, parece que son los programas mixtos de ejercicio los más seguros y eficaces, compuestos por entrenamiento aeróbico, fuerza y ejercicios de flexibilidad y equilibrio.

### Fuerza y Diabetes Mellitus tipo 2

Entre la población veterana suele aparecer un retraso en la supresión que ejerce la insulina sobre la liberación de glucosa a cargo del hígado, junto con una reducción en la captura de glucosa por parte del músculo esquelético. Además, como el 80 % de la glucosa absorbida tras la ingesta va dirigida al músculo, la pérdida de masa muscular propia de la edad avanzada aumenta el excedente de glucosa, que puede favorecer la resistencia a la insulina y el desarrollo de DM2.



Si bien existe cierta controversia, parece que el ejercicio de fuerza puede contribuir en la prevención y el tratamiento de la resistencia a la insulina en personas de edad avanzada. Aunque algunos estudios indican la posible influencia de la intensidad, no hay consenso al respecto. Por tanto, se recomienda el ejercicio físico regular de fuerza tanto en pacientes diabéticos tipo 2, como prediabéticos. El fenómeno compensatorio de la hiperglucemia y la hiperinsulinemia en las personas con riesgo metabólico que ejerce el ejercicio físico también influye de manera significativa en las complicaciones microvasculares.

#### Fuerza y Enfermedad Cardiovascular (ECV)

Parece que el ejercicio de fuerza influye en la disminución del riesgo de sufrir ECV de un modo semejante al ejercicio regular aeróbico. Cuando el entrenamiento de fuerza se prescribe y ejecuta correctamente no es menos seguro que el ejercicio aeróbico bien realizado. Un entrenamiento de fuerza, prescrito por el médico, de una intensidad moderada (30 - 69 % de 1-RM) resulta seguro y eficaz, incluso en pacientes cardiovasculares o con alto factor de riesgo.

#### Fuerza y Cáncer

De un modo parecido al entrenamiento aeróbico, el entrenamiento de fuerza juega un papel de gran utilidad en la reducción del riesgo de sufrir cáncer, mortalidad por cáncer, recurrencia, y mejora del pronóstico durante los tratamientos adyuvantes.

#### Recomendaciones en el Entrenamiento de Fuerza para Reducir el Riesgo de Enfermedad Crónica, derivado de la edad

La adherencia al programa es, probablemente uno de los principales asuntos, en particular en personas de edad avanzada. El volumen de ejercicio es prioritario a la intensidad. Es preciso más estudios para precisar la dosis y la intensidad óptimas requeridos para lograr el máximo beneficio y mínimo riesgo en el entrenamiento de fuerza muscular.

- ✓ *Con respecto al mantenimiento y mejora de la movilidad, parece que son los programas mixtos de ejercicio los más seguros y eficaces, compuestos por entrenamiento aeróbico, fuerza y ejercicios de flexibilidad y equilibrio.*
- ✓ *Se recomienda el ejercicio físico regular de fuerza tanto en pacientes diabéticos tipo 2, como prediabéticos.*
- ✓ *El ejercicio de fuerza influye en la disminución del riesgo de sufrir ECV de un modo semejante al ejercicio regular aeróbico.*
- ✓ *Cuando el entrenamiento de fuerza se prescribe y ejecuta correctamente no es menos seguro que el ejercicio aeróbico bien realizado.*
- ✓ *El entrenamiento de fuerza juega un papel de gran utilidad en la reducción del riesgo de sufrir cáncer, mortalidad por cáncer, recurrencia, y mejora del pronóstico durante los tratamientos adyuvantes.*
- ✓ *La adherencia, y el volumen de ejercicio son prioritarios.*

Posicionamiento de las Ciencias del Ejercicio y del Deporte de Australia: el ejercicio como medicina en cáncer

The Exercise and Sport Science Australia position statement: Exercise medicine in cancer management ([pdf original](#))

Hayes S, Newton R, Spence R y Galvão D

J Sci Med Sport. 2019 Nov;22(11):1175-1199. doi: 10.1016/j.jsams.2019.05.003

(Autora del resumen: Lidia Brea Alejo)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

El objetivo del trabajo es desarrollar un nuevo posicionamiento en relación al ejercicio físico y su relación con el cáncer, en base a la evidencia científica publicada recientemente, para que sea usada por los profesionales del ejercicio con pacientes oncológicos en tres etapas: antes del tratamiento, durante y después.

[Proceso recomendado para la prescripción de ejercicio físico para pacientes con cáncer](#)

La prescripción de ejercicio físico debe incluir un proceso de cinco fases:

- 1) Evaluación del paciente: Incluyendo los antecedentes de salud del paciente y su familia, el diagnóstico de cáncer, el tratamiento contra el cáncer que está recibiendo, el riesgo producido por la presencia y severidad de las toxicidades relacionadas con los tratamientos y el historial de ejercicio físico realizado.
- 2) Determinar problemas de salud y la contribución de ellos en el riesgo de que el paciente sufra morbo-mortalidad.
- 3) Identificar la capacidad del paciente y la idoneidad de la intervención con ejercicio.
- 4) Prescripción del ejercicio en base a unos objetivos marcados.
- 5) Reevaluación y modificación de la prescripción.

Es muy importante en pacientes en fase activa de tratamiento contactar con alguno de los integrantes del equipo médico para comunicarles que se va a introducir el ejercicio en ese momento y poder así ajustarlo a elementos relevantes.

En el resto de los pacientes, es también recomendable poder tener contacto con el equipo médico, siempre que sea posible, en el punto 1 del proceso.

### Recomendaciones generales de ejercicio

**Tipo:** Trabajo de tipo aeróbico y de fuerza.

**Intensidad:** Al menos moderada.

**Frecuencia y duración:** La duración diaria y semanal dependerá de los objetivos especialmente buscados por cada paciente.

### **Progresión, periodización y autorregulación:**

- El tipo de ejercicio, la intensidad y el volumen puede variarse en una semana determinada, a lo largo del tiempo o en ciclos (3-4 semanas). Se deben tener en cuenta momentos clave como una cirugía.
- Para aquellos pacientes sin contraindicaciones, la progresión puede ser aquella recomendada para población general. Sin embargo, en pacientes en riesgo de aumentar o desarrollar algún riesgo, la progresión debe ser más lenta.
- La prescripción de ejercicio debe ser lo suficientemente flexible para permitir a los pacientes autorregular los parámetros de la misma (tipo, intensidad, frecuencia y duración).

**Dosis total de ejercicio:** La evidencia de un gran número de revisiones sistemáticas de estudios de cohortes que han evaluado la asociación entre la actividad física después del cáncer, sugieren que 150 minutos semanales de ejercicio de moderada intensidad (o un equivalente del mismo), es aquella en la que se obtienen unos beneficios significativos. Sin embargo, existe también evidencia que indica que dosis más altas de ejercicio pueden contribuir a desarrollar mayores beneficios en cohortes específicas. A pesar de ello, para la mayor parte de los pacientes, esta dosis es alta para el comienzo de un programa de ejercicio, debiendo ajustarla a las características individuales de cada uno de ellos. Es recomendable el hecho de variar el volumen y la intensidad en la propia semana o en los ciclos de tratamiento, así como diseñar planes periodizados para eventos específicos, como puede ser una cirugía próxima.

### Recomendaciones de ejercicio aeróbico

**Tipo:** Ejercicios que involucren grandes grupos musculares y que permitan la variabilidad de la intensidad. Aunque caminar es el tipo de ejercicio más utilizado, lo más idóneo es cambiar el tipo de ejercicio con el fin de conseguir beneficios a nivel fisiológico y funcional.

**Intensidad:** Al menos moderada, a excepción de aquellos pacientes que prefieran ejercicio de baja intensidad o que presenten síntomas que impidan superar dicha intensidad. En esos casos, el tiempo total de cada bloque de ejercicio deberá aumentarse.

**Frecuencia y duración:** Para aquellos pacientes que puedan, se deben realizar al menos bloques de 20 minutos. Se recomienda distribuir las sesiones a lo largo de la semana, evitando dos días seguidos sin este tipo de ejercicio. En pacientes con baja condición física o con problemas funcionales es posible que no se pueda alcanzar esa duración de bloque, por lo que lo recomendable es hacer algo cada día.

**Progresión:** Modificar el tipo, la frecuencia (por día o a la semana), la duración y/o la intensidad de los bloques de ejercicio.

### Recomendaciones de ejercicio de fuerza

**Tipo:** Ejercicios dinámicos, realizando contracciones concéntricas y excéntricas o combinando ejercicios dinámicos e isométricos. Se recomienda el uso de máquinas selectorizadas, el propio peso corporal o bandas elásticas en ejercicios que involucren grupos musculares de tren superior e inferior.

**Frecuencia, intensidad y volumen:** Al menos dos veces en semana, con un descanso de 48h entre el trabajo del mismo grupo muscular. Se recomienda una intensidad moderada o vigorosa, buscando el mayor volumen posible con un objetivo de hipertrofia.

**Progresión:** Modificar el número y tipo de ejercicios, la carga, las series o las repeticiones.

### Consideraciones agudas o crónicas relacionadas con el cáncer que requieren consideración específica a la hora de prescribir ejercicio físico

#### **Anemia:**

- Se recomienda supervisión.
- Trabajo aeróbico al menos 3-4 días en semana.
- Para evaluar la intensidad se recomienda el uso de escalas perceptivas de esfuerzo, mejor que la frecuencia cardíaca.
- Se recomienda disminuir la intensidad absoluta del ejercicio en relación a los síntomas.

#### **Trombocitopenia:**

- Se recomienda supervisión.
- Los ejercicios en agua, la bicicleta estática y las máquinas selectorizadas son más seguras.
- El riesgo de que el ejercicio pueda resultar en un episodio de sangrado importante es reducido y raro.
- Evitar ejercicios que puedan provocar un aumento del riesgo de caídas o traumas (deportes de contacto o actividades de coordinación y equilibrio, por ejemplo).
- Evitar el riesgo de impactos o zonas de presión cuando se use equipamiento.
- Evitar una excesiva presión arterial (Valsalva).

#### **Neutropenia:**

- Se recomienda ejercicio de intensidad moderada, evitando el ejercicio de intensidad vigorosa en periodos neutropénicos.
- Se deben llevar a cabo prácticas con buena higiene como el lavado habitual de las manos, la maquinaria que se vaya a usar y utilizar colchonetas de uso personal. En el caso de realizar ejercicio en zonas con más usuarios, se debe intentar buscar periodos de menor afluencia.
- Para aquellos pacientes a los que el médico les ha recomendado evitar lugares públicos, se recomienda realizar ejercicio físico en casa.

#### **Artralgia:**

- El tipo y la intensidad del ejercicio deben estar guiados por los síntomas.

#### **Caquexia:**

- Se debe hacer énfasis en el ejercicio de fuerza, con el objetivo de estimular la hipertrofia.

- Es importante conocer el motivo de dicha alteración para poder, por ejemplo, derivar al paciente a un nutricionista.
- La caquexia progresiva e incontrolada puede ser síntoma de la transición al periodo final de la vida del paciente, lo que puede generar un cambio en los objetivos del programa de ejercicio.

**Sarcopenia:**

- Se debe hacer énfasis en el ejercicio de fuerza, implicando grandes grupos musculares, buscando un aumento del volumen en relación a la carga y con un objetivo de estímulo de la hipertrofia.
- Al menos 2 veces en semana debe trabajarse cada grupo muscular a una intensidad moderada a alta.
- Se recomienda considerar la recomendación de un nutricionista para posible consejo en relación a la ingesta de suplementación.

**Pérdida de hueso:**

- Se debe hacer énfasis en el ejercicio de fuerza al menos dos veces en semana y con una intensidad de moderada a alta.
- Se recomienda incluir ejercicios de impacto.
- Se debe evitar el ejercicio de impacto en pacientes con metástasis ósea.
- Es necesario considerar periodos de ejercicio de fuerza de intensidad moderada a alta antes de incluir ejercicios de impacto.
- Se debe considerar el incluir ejercicios de equilibrio como prevención de caídas.

**Tumores óseos:**

- En los ejercicios de fuerza, se deben evitar ejercicios en los que la carga recaiga sobre la zona afectada.
- En el ejercicio aeróbico, se recomienda incluir ejercicios con la carga del propio peso o no dependiendo de la zona en la que se encuentre el tumor (por ejemplo, caminar o realizar bicicleta estática).
- Se deben evitar los ejercicios de impacto (dependiendo de la zona del tumor).
- La intensidad del ejercicio debe estar determinada por la tolerancia de los síntomas (principalmente el dolor).

**Dolor:**

- En pacientes con dolor localizado, se debe modificar el tipo de ejercicio para evitar el área.
- En pacientes con dolor generalizado, se recomienda comenzar con una dosis reducida de ejercicio aeróbico y de fuerza y progresar en pequeños incrementos que no supongan un aumento del dolor.
- Nuevos dolores o el empeoramiento de los ya existentes supone que el paciente deba acudir a su médico.
- Realizar un diario de dolor puede ayudar en relación a la prescripción y la progresión del ejercicio.
- Es imprescindible saber si el paciente está recibiendo tratamiento específico contra el dolor y los efectos del mismo.

**Heridas post quirúrgicas:**

- Se recomienda comenzar a realizar ejercicio físico cuando el equipo médico ha indicado la vuelta a la rutina.
- Se debe tener en cuenta si el cirujano ha recomendado la limitación del algún movimiento.
- Se debe tener en cuenta para la prescripción de ejercicio el tamaño y lugar de la cicatriz, la reducción en el rango de movimiento y posibles nuevas cirugías en la misma zona.
- El ejercicio desarrollado por zonas no afectadas por la cirugía puede permitir un retorno más rápido al ejercicio y evitar así limitaciones funcionales y estructurales.

**Fatiga:**

- El ejercicio es uno de los tratamientos no farmacológicos más efectivos para reducir la fatiga.
- Parece que el ejercicio de baja intensidad es igual de efectivo que el de alta intensidad. Sin embargo, el ejercicio de alta intensidad en periodos cortos de tiempo es tolerado positivamente en algunos pacientes.
- La motivación y la adherencia al programa de ejercicio es fundamental.
- Es importante evitar el descanso total (no hacer ejercicio) ya que esta situación aumenta la fatiga.

**Fiebre:**

- El ejercicio físico está contraindicado.

**Infección:**

- El ejercicio está contraindicado hasta que la afectación haya respondido al tratamiento con antibióticos.
- Se debe comenzar a realizar ejercicio lo antes posible una vez esté controlada la situación.

**Desórdenes del sueño:**

- Se debe considerar la respuesta individual al ejercicio y su efecto sobre el sueño (tener en cuenta el momento en el que se realiza la sesión).

**Disfunción sexual:**

- Incluir trabajo de suelo pélvico dentro de la prescripción de ejercicio.

**Disnea:**

- Se debe realizar ejercicio aeróbico diario, de intensidad moderada a alta.
- Es posible que el entrenamiento en intervalos sea necesario.
- Se recomienda el trabajo supervisado.

**Dolor en el pecho:**

- El ejercicio está contraindicado.

**Toxicidad cardiovascular:**

- Se recomienda el trabajo supervisado.
- Es muy importante identificar el comienzo idóneo en relación a la prescripción de ejercicio.



- La progresión debe estar centrada en incrementos pequeños.
- Se deben controlar los signos y contraindicaciones del ejercicio con el objetivo de saber si es necesario interrumpirlo.

**Linfedema:**

- Se debe realizar ejercicio de intensidad moderada a alta, comenzando con intensidades bajas y progresiones pequeñas.
- La supervisión es recomendable, principalmente al inicio de los programas.
- El ejercicio físico es importante para aquellos en riesgo de padecerlo o para aquellos que ya lo sufren. También es importante para aquellos con sobrepeso, debido a que el ejercicio puede ser un componente importante en relación a su influencia en el balance energético, pudiendo provocar cambios en el peso, que afecten positivamente al linfedema.
- El flujo linfático es apoyado por la respiración, el flujo sanguíneo y las contracciones musculares. Por este motivo, el ejercicio aeróbico y de fuerza se recomienda para este tipo de pacientes.
- Las mallas de compresión son recomendables a no ser que impidan el ejercicio, en cuyo caso se deberá realizar de forma supervisada sin malla y a una intensidad baja, siendo importante el control del progreso del linfedema.
- El ejercicio en agua provoca compresión, siendo beneficioso para esta afectación.

**Vómitos, náuseas, incontinencia o diarreas:**

- Es fundamental considerar el riesgo de deshidratación y malnutrición y actuar al respecto.
- El aspecto que indicará la necesidad de mantener o interrumpir el ejercicio es la presencia o severidad de forma inusual de los efectos (incremento de los vómitos, incremento de la severidad de las náuseas, etc.)
- En estas circunstancias mantener el hábito del ejercicio físico puede ser el objetivo a corto plazo.

**Función cognitiva:**

- Ser físicamente activo está asociado con una reducción del deterioro cognitivo en población oncológica.
- Es recomendable combinar ejercicios físicos y cognitivos.

**Obesidad:**

- Se recomienda realizar ejercicio aeróbico diario, siendo los intervalos cortos de alta intensidad los que presentan mayores beneficios en relación a la mejora del fitness cardiorrespiratorio y a la reducción del porcentaje de masa grasa en sujetos con obesidad.
- El ejercicio de fuerza que implique grandes grupos musculares se debe realizar al menos dos días en semana.
- Se recomienda conseguir grandes volúmenes de ejercicio (más de 250 minutos a la semana).
- El ejercicio en agua es recomendable para aquellos pacientes con problemas articulares.

**Incontinencia urinaria:**

- Se recomienda incluir ejercicios de suelo pélvico.

- Dependiendo de la intensidad de la incontinencia, los ejercicios de impacto deben ser evitados.
- Se debe tener en cuenta la influencia de la hidratación y los tiempos de acudir al aseo.
- Se debe considerar el hecho de disponer de aseos cercanos durante la práctica de ejercicio.

**Neuropatía:**

- Se debe realizar ejercicio de bajo impacto, como trabajo en agua o en bicicleta, de intensidad al menos moderada.
- Se recomienda supervisión.

**Mareos:**

- Se recomienda ejercicio físico de intensidad baja a moderada en el que se incluya entrenamiento del equilibrio y la propiocepción.
- Si el paciente no es capaz de estar de pie, se recomienda trabajo en sedestación.
- Si aparece un nuevo síntoma o un cambio de los existentes, se debe derivar al paciente al equipo médico.
- El profesional del ejercicio físico debe estar cerca del paciente para evaluar si los ejercicios son seguros.
- Los programas de ejercicio físico en casa pueden ser particularmente importantes en pacientes con síntomas neurológicos que restrinjan la movilidad.

**Diabetes tipo 2:**

- El ejercicio físico de tipo aeróbico debe realizarse diariamente.
- El ejercicio de fuerza debe desarrollarse al menos dos veces en semana con una intensidad de moderada a alta.
- Se recomienda realizar grandes volúmenes de ejercicio (más de 200 minutos semanales)
- Se debe tener cuidado con el impacto de los cambios en los tratamientos, los niveles de actividad, los aspectos gastrointestinales y la dieta en el manejo de la enfermedad.
- Se deben medir los niveles de glucosa en sangre antes, durante y después del ejercicio.
- Es necesario evitar largos periodos de comportamiento sedentario debido a su impacto en el control de la glucemia.

**Osteoporosis:**

- Los aspectos a tener en cuenta son los mismos que los que se dictan en la pérdida de hueso.

**Artritis:**

- Se recomienda realizar ejercicio de forma diaria y de intensidad moderada.
- El ejercicio de fuerza que incluya a las articulaciones afectadas está recomendado.
- El ejercicio de bajo impacto y en agua suele ser preferido por los pacientes, principalmente en aquellos con sobrepeso o con artritis avanzada.
- Se recomienda incluir ejercicio de flexibilidad.
- Las recomendaciones generales deben ajustarse al posible dolor, inestabilidad y las limitaciones funcionales.
- El dolor durante las sesiones no es inusual, pero incrementos sustanciales del mismo o después del entrenamiento puede implicar la necesidad de modificar la prescripción de ejercicio.

- Los pacientes necesitarán que se modifique o se interrumpa el ejercicio en periodos agudos de los síntomas.
- En aquellos pacientes con atrofia muscular producida como consecuencia de la artritis, el ejercicio de fuerza es necesario.

**Depresión y ansiedad:**

- El ejercicio físico a realizar debe ser elegido por el paciente, debiendo ser desarrollado la mayor parte de los días de la semana.
- La intensidad de ejercicio físico debe ser de baja a moderada.
- Se debe evitar añadir presiones emocionales innecesarias en la prescripción de ejercicio físico.

**Enfermedad cardiovascular:**

- En aquellos con hipertensión: Evitar Valsalva.
- En aquellos con tratamiento antihipertensivo: extender y monitorizar el calentamiento y la vuelta a la calma.
- En aquellos con fallo cardíaco: El ejercicio físico debe ser desarrollado por debajo del umbral de isquemia.
- Se recomienda el trabajo supervisado.
- Las enfermedades cardiovasculares aglutinan un gran número de patologías, por lo que se debe individualizar, prescribiendo el ejercicio en función de ellas.
- Es necesario conocer el tratamiento que recibe el paciente ya que en ocasiones puede afectar al método de monitorización de la intensidad. En ese caso, las escalas perceptivas de esfuerzo son una posible solución.
- Se debe tener cuidado con las contraindicaciones absolutas y relativas, incluyendo los signos de cese de los test de condición física o del propio ejercicio.

**Presencia de *Port a Cath*:**

- La principal preocupación clínica en relación al ejercicio físico en pacientes con *Port a Cath* es dañar el propio catéter.
- Es posible que los pacientes lleguen a sentir dolor o disconformidad cuando el brazo se eleva por encima de la cabeza, situación que debe desaparecer en el momento en el que se recupera la posición anterior.
- No existe evidencia de los posibles riesgos del ejercicio físico en el daño o la pérdida de posición del *Port a Cath*.
- Es importante tener en cuenta cómo se va a colocar el sistema a la hora de realizar ejercicio físico, debiendo evitar que se pueda enganchar o que pueda interrumpir la realización de los ejercicios.
- El riesgo de eventos adversos debe ser balanceado con los inconvenientes de no realizar ejercicio físico.
- Si el paciente presenta disconformidad, miedo o dolor, enfatizar en el trabajo aeróbico y de fuerza de tren inferior es una solución.
- Introducir ejercicios de movilidad de tren superior poco a poco, seguido de ejercicios de fuerza es recomendable.

**Presencia de catéter urinario:**

- No existen limitaciones de ejercicio físico por la presencia del catéter.
- Algunos pacientes prefieren evitar deportes o actividades de impacto.

- Es importante revisar la bolsa debido a que puede tener pérdidas durante el ejercicio.

#### Ostomías:

- Las vendas de compresión pueden ayudar a soportar la debilitada pared abdominal.
- El ejercicio físico en agua es seguro una vez la ostomía está curada.
- Se debe evitar una excesiva presión abdominal (Valsalva).
- El ejercicio puede causar presión o tirones en el estoma, siendo recomendable la supervisión de la bolsa durante la sesión de ejercicio.
- Se deben tener en cuenta los requerimientos nutricionales en caso de existir.
- Es necesario cumplir con los consejos básicos y generales de higiene, teniendo en cuenta que el ejercicio físico puede incrementar la transpiración o la exposición a contaminantes ambientales.

#### Alopecia:

- Es importante entender lo que significa para un paciente la pérdida de pelo.
- El hecho de realizar ejercicio físico con un turbante o pañuelo puede ser incómodo. Sin embargo, algunos pacientes no acceden a quitárselo en las sesiones de ejercicio.
- La ausencia de pelo (incluidas las cejas) puede generar un incremento de la llegada de sudoración a la cara y los ojos durante el ejercicio. Para ello, una banda elástica en la frente o realizar ejercicio en ambientes más fríos puede ser recomendable.

*La evidencia actual muestra que la implementación de programas de ejercicio genera una reducción de la mortalidad, una mejora de la función física y la calidad de vida e incluso tiene efectos en la supervivencia, con muy poco riesgo. Sin embargo, la potencia de la evidencia en relación a la seguridad, la factibilidad y los beneficios del ejercicio dependen del tipo de cáncer y de la variable analizada. Para la mayor parte de los pacientes el ejercicio físico multimodal de moderada a alta intensidad es apropiado, sin embargo, no hay evidencia para generalizar en relación a la prescripción y la progresión del ejercicio físico para todo tipo de población oncológica. La prescripción de ejercicio físico debe ser individualizada teniendo en cuenta las consideraciones del paciente y de la propia enfermedad.*

## Posicionamiento estándar sobre los ejercicios con restricción del flujo sanguíneo: consideraciones metodológicas, de aplicación y seguridad

Blood flow restriction exercise position stand: considerations of methodology, application and safety ([pdf original](#))

Patterson SD, Hughes L, Warmington S y col

Front Physiol. 2019 May 15;10:533. doi: 10.3389/fphys.2019.00533

(Autora del resumen: Nuria del Cerro Marín)



(Ver video-resumen, [click aquí](#))

### Introducción

La restricción del flujo sanguíneo (BFR) es un método de entrenamiento que restringe parcialmente el flujo de entrada arterial y restringe completamente el flujo de salida venoso en la musculatura durante el ejercicio utilizando un sistema de torniquete neumático. La técnica de BFR implica aplicar una presión externa, normalmente usando un manguito de torniquete, a la región más proximal de las extremidades superiores y/o inferiores. Cuando se infla el manguito, hay una compresión mecánica gradual de la vasculatura debajo del manguito, lo que da como resultado una restricción parcial del flujo sanguíneo arterial en las estructuras distales al manguito, pero que afecta principalmente al flujo venoso que hay debajo del manguito, impidiendo el retorno venoso. La compresión de la vasculatura proximal al músculo esquelético produce hipoxia dentro del tejido muscular.

Además, la disminución del flujo sanguíneo venoso da como resultado la acumulación de sangre dentro de los capilares de las extremidades ocluidas, a menudo reflejada por un eritema visible. El nivel de acumulación de sangre puede verse influenciado por la cantidad de presión aplicada. Además de esto, cuando las contracciones musculares se realizan bajo condiciones de BFR, hay un aumento en la presión intramuscular bajo el manguito, lo que perturba aún más el flujo sanguíneo. Si bien el número de grupos de investigación y estudios que investigan BFR ha aumentado, también lo ha hecho el número de profesionales que utilizan este modo de entrenamiento. Sin embargo, muchos profesionales no tienen claro cómo usar y aplicar BFR de acuerdo con los estándares actuales de investigación.

### *Aplicación de BFR*

La BFR se aplica de forma voluntaria durante el ejercicio de resistencia (BFR-RE) y el ejercicio aeróbico (BFR-AE), y también de forma pasiva sin realizar ejercicio (P-BFR). Otras investigaciones recientes han examinado la combinación de BFR con modalidades de entrenamiento no tradicionales, como las técnicas de vibración (WBV) y la estimulación eléctrica neuromuscular (BFR-ES).

Los aumentos en la hipertrofia muscular y la fuerza con BFR-RE están ampliamente documentados. En los últimos años, varias revisiones sistemáticas y metaanálisis han demostrado que BFR-RE aumenta efectivamente la fuerza del músculo esquelético y/o la hipertrofia en jóvenes sanos y mayores, así como poblaciones con problemas de carga que necesitan rehabilitación. Se ha demostrado que varias variables de fuerza muscular mejoran en respuesta a los protocolos de BFR-RE, incluidas las isotónicas dinámicas, isométrica y resistencia isocinética, así como el desarrollo de fuerza explosiva. Dichas adaptaciones se han observado después de solo 1-3 semanas.

La cantidad de presión requerida para detener el flujo de sangre a una extremidad [es decir, presión de oclusión arterial (AOP)] está relacionada con las características individuales de la extremidad, como la forma, ancho y largo del torniquete, el tamaño de la extremidad o la presión arterial del individuo. Una extremidad más grande requerirá una mayor presión del manguito para restringir completamente el flujo sanguíneo arterial. Algunos investigadores han sugerido que la presión podría establecerse en relación con el individuo, el ancho del manguito y el material del manguito (% AOP). Esto se puede hacer inflando el brazalete hasta el punto en que cesa el flujo sanguíneo (100% AOP) y usando un porcentaje de esa presión (por ejemplo, 40-80% de AOP) durante el ejercicio. La cantidad de presión requerida para detener el flujo de sangre a una extremidad (es decir, AOP) está determinada en gran medida por el ancho del manguito que se aplica a la extremidad: un manguito más ancho requiere una presión más baja, esencialmente debido a la mayor área superficial a la que se ha aplicado presión.

Hay una amplia gama de anchos de manguito (3-18 cm) utilizados en la literatura de BFR y el ajuste de dos manguitos de diferentes tamaños a la misma presión puede producir un grado completamente diferente de BFR en las extremidades.

Se encuentran estudios en los que aplicando una presión relativa del 40% de AOP no da como resultado una reducción del 40% en el flujo sanguíneo. Sin embargo, un estudio reciente descubrió que aplicar presión como un mismo % de AOP en tres manguitos de diferentes tamaños producen un cambio similar en el flujo sanguíneo en reposo. Por lo tanto, se recomienda usar una amplia variedad de anchos de manguito para ajustar de manera apropiada el uso de AOP a cada sujeto. Cabe señalar que cuanto más ancho sea el manguito, se necesitará una presión general más baja, sin embargo, el uso de manguitos extremadamente anchos puede limitar el movimiento durante el ejercicio.

Para producir BFR, se utilizan comúnmente manguitos elásticos y de nylon. En la parte inferior del cuerpo parece haber poca diferencia en la oclusión arterial en reposo o en repeticiones usando manguitos del mismo ancho pero distinto material (elásticos vs nylon). En la parte superior del cuerpo, usando manguitos de diferente material, pero de tamaño similar (3 vs. 5



cm), hubo grandes diferencias en el AOP en reposo que parece poco probable explicadas por la ligera diferencia en el ancho del manguito.

#### Carga de ejercicio, volumen, períodos de descanso, duración y frecuencia

La presión aplicada durante el ejercicio también puede estar determinada en cierta medida por la carga relativa elevada durante el ejercicio de resistencia. Para la mayoría de las personas que hacen ejercicio con cargas que corresponden al 20-40% del 1RM, probablemente maximizará la hipertrofia y la fuerza. Cuando las cargas están en el extremo inferior de esta recomendación (~20% de 1RM), puede ser necesaria una presión más alta (~80% AOP) para provocar hipertrofia. Por lo tanto, se sugiere que se usen cargas entre 20 y 40% de 1RM porque es en este rango de cargas donde se han encontrado evidencias de adaptaciones musculares cuando se combina con BFR.

Con respecto al volumen, en la literatura de BFR-RE, existe un conjunto común y un esquema de repetición que implica 75 repeticiones en cuatro series de ejercicios, con 30 repeticiones en la primera serie y 15 repeticiones en cada serie posterior. Este sería un volumen suficiente para llevar a adaptaciones en la mayoría de las personas. Trabajar hasta el fallo es otra posibilidad para inducir adaptaciones, pero no siempre es necesario.

Los períodos de descanso entre series utilizados durante BFR-RE son generalmente cortos y, por lo general, la restricción se mantiene durante todo este período. Se recomienda que los períodos de descanso sean de 30 a 60 s, sin embargo, el BFR intermitente puede reducir la inflamación/estrés metabólico en comparación con el continuo, lo que podría limitar el estrés para la adaptación.

Los enfoques de alta frecuencia de las sesiones (1-2 veces por día) pueden usarse por períodos cortos de tiempo (1-3 semanas), sin embargo, en períodos de programación normal, 2-3 sesiones por semana son ideales. Con respecto a la duración de las sesiones de BFR-RE, se han observado hipertrofia muscular y adaptaciones de fuerza en marcos de tiempo cortos, como 1-3 semanas.

En cuanto a los protocolos de entrenamiento en BFR-AE, a diferencia de BFR-RE, hay una falta de estandarización de la presión oclusiva, lo cual debería ser un enfoque futuro para optimizar las respuestas y obtener una mayor comprensión de las adaptaciones musculares al entrenamiento con BFR-AE.

Otra estrategia para el uso de BFR consiste en aplicar los manguitos en las extremidades sin realizar ejercicio (es decir, P-BFR). Aunque estos enfoques no han recibido una atención sustancial de investigación, los datos disponibles indican que la aplicación intermitente de P-BFR puede compensar la atrofia muscular y la pérdida de fuerza durante los períodos de reposo en cama o inmovilización.

Recientemente ha surgido evidencia del uso de BFR con estimulación eléctrica (BFR-ES). Hasta la fecha, hay muy poca evidencia en esta área, por lo tanto, se necesita más investigación antes de poder hacer recomendaciones basadas en evidencia para los profesionales.

### Seguridad en su aplicación

El efecto de BFR-RE sobre la respuesta cardiovascular central depende del nivel de BFR, el modo de ejercicio (es decir, BFR-RE vs. BFR-AE) y modo de aplicación (es decir, BFR continuo vs. intermitente). La singularidad de BFR-RE surge de la presión aplicada externamente que comprime los vasos sanguíneos y el tejido blando circundante, que podría mediar una respuesta cardiovascular alterada. Las presiones restrictivas relativas más altas inducen respuestas cardiovasculares más altas a BFR-RE, y pueden aumentar el riesgo potencial asociado con BFR-RE. Se ha demostrado que el ejercicio BFR afecta a la función arterial y la función endotelial.

La resistencia vascular sistémica (RVS) cae en el ejercicio muscular debido a la vasodilatación. La amenaza de que la presión sistémica no cumpla con un nuevo punto de referencia regulatorio durante el ejercicio, se compensa con un aumento del gasto cardíaco total (CO) y un tono vasomotor simpático. Un desajuste entre el CO, el control simpático del sistema vasomotor y los mecanismos locales de hiperemia activa podrían provocar un síncope hipotensor.

Existe una preocupación inherente en la formación de un trombo venoso profundo (TVP) debido a la compresión externa de la vasculatura a través de un manguito oclusivo durante BFR-RE. Muchos de los ensayos publicados de BFR-RE no miden directamente la formación de TVP ni utilizan imágenes de diagnóstico. Sin embargo, la totalidad de la literatura revela eventos adversos mínimos relacionados con TVP y no se han informado eventos clínicamente reportados.

Otra preocupación común de aplicar BFR, con o sin ejercicio, es la posibilidad de que este estímulo pueda conducir o incluso aumentar el daño muscular a través de la lesión por isquemia-reperusión. Sin embargo, la evidencia actual sugiere que 1 o 3 semanas de entrenamiento extenuante de BFR de alta frecuencia (1-2 sesiones/semana) no induce daño miocelular aparente en individuos activos recreativos.

### Conclusión

El objetivo de este artículo era dar una visión general de las adaptaciones a los diferentes modos de BFR, los métodos de aplicación y las consideraciones de seguridad. Los autores recomiendan el uso de BFR combinado con diferentes formas de ejercicio (resistido, aeróbico, pasivo), considerando el volumen y la intensidad, así como la cantidad de presión del manguito, el tiempo de restricción, el tamaño y el material del manguito.

*La restricción del flujo sanguíneo (BFR), generalmente conocido como "entrenamiento oclusivo" está ampliamente estudiado con diferentes tipos de poblaciones y para diferentes objetivos de entrenamiento. Este sistema de entrenamiento es recomendable en su amplio espectro de actuación, siempre y cuando se estudie detenidamente cuales son los objetivos que se quieren conseguir y si el sujeto tiene factores de riesgo (p.e. enfermedades cardiovasculares) que le puedan causar daños en su organismo. Estos protocolos de actuación podrían ofrecer grandes beneficios en entrenamientos orientados a la fuerza y/o hipertrofia a corto y medio plazo.*

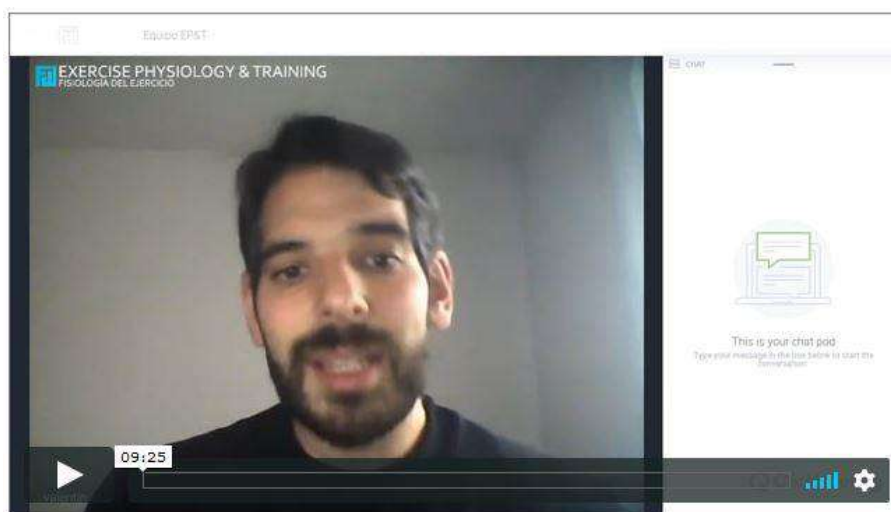
## Ingesta de aminoácidos aislados de cadena ramificada y síntesis proteica muscular en humanos: una revisión bioquímica

Isolated branched-chain amino acid intake and muscle protein synthesis in humans: a biochemical review ([pdf original](#))

Santos CS y Nascimento FEL

Einstein (Sao Paulo). 2019 Sep 5;17(3):eRB4898. doi: 10.31744/einstein\_journal/2019RB4898

(Autor del resumen: Valentín E. Fernández Elías)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Introducción

Los aminoácidos aislados de cadena ramificada (BCAA) tienen una gran popularidad como suplemento con propiedades supuestamente ergogénicas. El reclamo comercial de estos productos es que la ingesta de BCAA combinado con entrenamiento de fuerza estimula la síntesis de proteína muscular. Este reclamo comercial de larga duración (más de 35 años) está basado en investigaciones en modelos celular y animal que muestran información respecto a mejoras en la señalización intracelular anabólica como respuesta a la ingesta de BCAA. Sin embargo, la evidencia que apoya la eficacia de la ingesta de BCAA para potenciar la hipertrofia muscular en humanos es equívoca.

Esta revisión pretende analizar el efecto en la síntesis de proteínas en estado de postabsorción y posterior al ejercicio de la ingesta de BCAA desde una perspectiva bioquímica, examinando la evidencia a favor y en contra de posibles efectos anabólicos derivados de dicha ingesta.

### Síntesis de proteína muscular

Los BCAA leucina, isoleucina y valina representan el 50% de los aminoácidos esenciales (aquellos que el cuerpo no es capaz de sintetizar por si mismo); y, por tanto, deben ser ingeridos de forma adecuada en la dieta. En individuos sanos, el equilibrio dinámico entre la degradación y la síntesis de proteínas orquesta el mantenimiento de la proteína muscular. En el estado de post-absorción (es decir, en ayunas), la degradación de la proteína muscular excede la síntesis, lo que lleva a la pérdida neta de proteína. En el estado postprandial, la síntesis excede la degradación, ya que la ingesta de algunos nutrientes, como proteínas y carbohidratos, estimula la síntesis de proteínas musculares y la liberación de insulina, suprimiendo la degradación. Por

lo tanto, la hipertrofia muscular requiere un equilibrio neto positivo de proteínas (es decir, que la síntesis de proteínas musculares supere a la degradación).

El ejercicio físico y la disponibilidad de nutrientes son los mayores estimulantes de la síntesis de proteína muscular. Los efectos anabólicos de los nutrientes aumentan principalmente mediante la transferencia e incorporación de aminoácidos a los músculos través de la dieta, y las cantidades deben ser adecuadas para estimular la síntesis de proteína. Por lo tanto, la síntesis de proteínas musculares está limitada por la falta o baja disponibilidad de cualquiera de los aminoácidos esenciales.

En el estado postprandial, después de aproximadamente 30-45 minutos de consumo de una comida rica en proteínas (tiempo promedio requerido para la digestión, absorción y transporte de aminoácidos a la circulación), la disponibilidad de aminoácidos esenciales aumenta y las tasas de síntesis de proteínas musculares exceden las tasas de degradación, lo que induce un estado anabólico que alcanza un máximo entre 1'5 y 3 horas después de la comida.

La síntesis de proteína muscular inducida por aminoacidemia es transitoria. Es el estado de post-absorción, los niveles de aminoácidos esenciales caen si no se ha ingerido más proteína, y el mantenimiento de los niveles plasmáticos de aminoácidos esenciales recae sobre la descomposición de las proteínas en los músculos esqueléticos, el principal reservorio de proteínas del cuerpo. Esto es debido a que la degradación de las proteínas musculares siempre excede la síntesis de proteínas musculares en el estado de post-absorción debido al catabolismo de las proteínas musculares y a las condiciones catabólicas determinadas por la falta de ingesta dietética de aminoácidos esenciales. Por ello, se debe enfatizar el impacto de factores como la cantidad y calidad de proteínas, la distribución de la ingesta de proteínas durante todo el día y el ejercicio físico con relación al equilibrio entre degradación y síntesis de proteínas.

#### *BCAA y síntesis de proteínas musculares en el estado de post-absorción*

La hipótesis de que la ingesta de BCAA en el estado de post-absorción optimiza la síntesis de proteínas musculares se basa en la premisa de que la ingesta exógena disminuye un 30% la tasa de degradación al aumentar la disponibilidad de aminoácidos esenciales para la síntesis. Esta hipótesis fue testada en humanos después de una noche de ayuno. En ese estudio, se investigaron los efectos de la infusión intravenosa de BCAA durante 3 y 16 horas en la síntesis y degradación de proteínas musculares. Ambos protocolos de infusión aumentaron los niveles plasmáticos de BCAA, mientras que los niveles plasmáticos de otros aminoácidos esenciales disminuyeron. Por otro lado, la degradación y síntesis de proteínas musculares también disminuyó en el mismo grado, pero el balance de síntesis/degradación permaneció negativo. Por lo tanto, parece plausible suponer que la ingesta de BCAA por sí sola no puede crear un estado anabólico que conduzca a la síntesis de proteínas musculares en exceso de degradación, al menos en teoría.

Otra cuestión es si la activación de la vía anabólica y el aumento de la síntesis de proteínas musculares son eventos separados. En este sentido, el aumento de los niveles de insulina es un potente activador de la vía de señalización anabólica, pero no está asociado con una síntesis mejorada de proteínas musculares en ausencia de aminoácidos esenciales. Por el contrario, la ingesta de pequeñas cantidades (3g) de aminoácidos esenciales estimula la síntesis independientemente de la activación de la vía de señalización anabólica. Esto demuestra que

la síntesis de proteínas musculares en humanos está limitada por la disponibilidad del rango completo de aminoácidos esenciales en lugar de la activación de la vía de señalización anabólica.

### [BCAA y síntesis de proteínas musculares post ejercicio](#)

La combinación de ejercicio físico (particularmente de fuerza) con la ingesta de proteína maximiza y prolonga la síntesis de proteína durante aproximadamente 24h después del ejercicio debido al aumento de la sensibilidad del tejido muscular a las propiedades anabólicas de los aminoácidos. Sin embargo, la maximización del estímulo de síntesis de proteína muscular parece depender de la composición de proteínas ingeridas. Un estudio observó que la ingesta de proteína de whey enriquecida con leucina (3g) aumentó la síntesis de proteína durante 1-3 horas cuando la dosis de proteína de whey fue de 25g, así como un cuarto de esta dosis. No obstante, solo la dosis óptima de 25g de proteína de whey (enriquecida con 3g de leucina) fue capaz de mantener dicho aumento de la síntesis hasta 5 horas. En otro estudio se observó que la combinación de 6g de proteína de whey con 5g de leucina mantuvo este incremento en la síntesis de proteína muscular post-ejercicio durante 4'5h, y no se observó cuando la proteína de whey fue enriquecida con 3g de leucina, isoleucina y valina. Una posible explicación de porqué dosis subóptimas de proteína de whey y la combinación con isoleucina y valina no consiguen mantener elevada la síntesis de proteína es que los BCAA parecen competir por el mismo transportador en el intestino y en el músculo. Por lo tanto, la adición de los otros dos BCAA (isoleucina y valina) puede tener una síntesis de proteína muscular sostenida limitada debido a una menor absorción de leucina por parte de las células, como lo sugieren los niveles más bajos de leucina en sangre e intracelular en la primera hora después de la ingesta en los participantes que recibieron este tratamiento. La leucina parece estimular la síntesis de proteína después del ejercicio; pero, como los otros BCAA, necesita tener todo el rango de aminoácidos esenciales disponible pero en niveles que no supongan competencia por los transportadores o limiten su acción.

Respecto al consumo aislado de BCAA, la ingesta de 5'6g comparado con placebo elevó la síntesis de proteína un 22% durante 4 horas. Pero aún así, este incremento respecto placebo fue 6 veces inferior comparado con el consumo de proteína de whey con un contenido similar de BCAA y aminoácidos esenciales.

### [Recomendaciones de organizaciones internacionales](#)

El Comité Olímpico Internacional no hace recomendaciones específicas respecto a la ingesta de BCAA. En contraste, la *International Society of Sports Nutrition* no recomienda el uso de BCAA para maximizar la síntesis de proteína muscular dada la limitada evidencia científica respecto a la eficacia de los resultados.

El ejercicio de fuerza aumenta la sensibilidad del tejido muscular a los aminoácidos hasta 24 horas después del ejercicio, independientemente de si la proteína se consume antes, durante o de 1 a 3 horas después del entrenamiento. El factor principal es la ingesta uniforme de proteínas durante todo el día, de acuerdo con las recomendaciones individuales. La inducción de un estado anabólico mediante la repetición de ejercicio de fuerza y dieta es lo que aumenta la remodelación del músculo esquelético y la hipertrofia.

Por esta razón, ambas organizaciones recomiendan la combinación de ejercicio de fuerza y consumo diario de 1'6-2'2 g/kg de masa corporal de aminoácidos esenciales enriquecidos con

700 a 3.000 mg de leucina distribuidos a lo largo del día para maximizar la síntesis de proteína muscular, incluyendo una dosis tras el ejercicio y otra cercana a la hora de dormir.

### Conclusión

La evidencia existente sugiere que el consumo de BCAA estimula la síntesis de proteínas musculares después del ejercicio de fuerza. Sin embargo, en ausencia de otros aminoácidos esenciales, los BCAA no pueden mantener respuestas de síntesis máximas. Por lo tanto, una creciente cantidad de literatura científica enfatiza que la suplementación con BCAA por sí sola no mejora la síntesis de proteínas musculares más que el consumo de proteínas de alta calidad que contienen la gama completa de aminoácidos esenciales.

*A pesar de la extendida popularidad del consumo de BCAA para aumentar la síntesis de proteína muscular, la evidencia científica muestra que dicha suplementación no es efectiva si no se procura una ingesta adecuada del resto de proteínas y aminoácidos esenciales. De hecho, la forma óptima de aumentar al máximo el estímulo de síntesis muscular que enfatice la hipertrofia es la combinación continuada de ejercicio de fuerza y consumo de aminoácidos esenciales (1'6-2'2 g/kg de masa corporal) combinado con la ingesta de leucina (700-3.000 mg). Dicha ingesta debe ser distribuida a lo largo del día, consumiendo parte después de entrenar y antes del momento de dormir.*



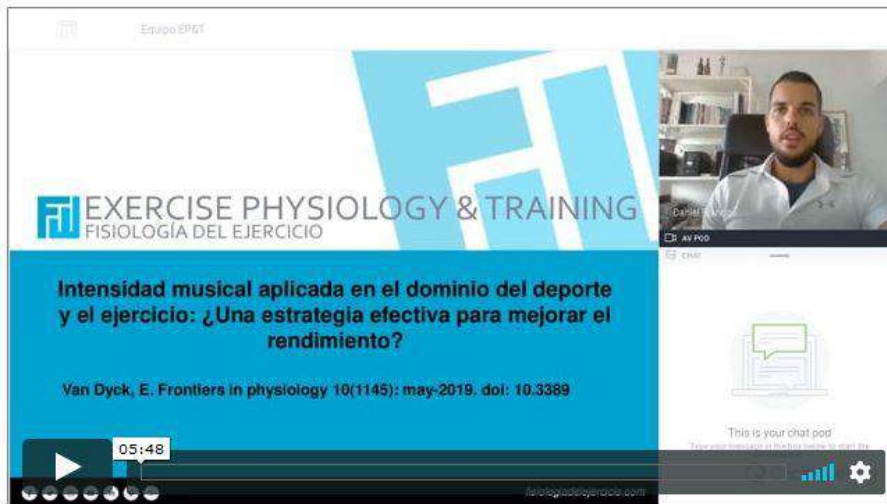
## Intensidad de la música aplicada al deporte y el ejercicio: ¿una estrategia efectiva para aumentar el rendimiento?

Musical intensity applied in the sports and exercise domain: an effective strategy to boost performance? ([pdf original](#))

Van Dyck, E

Front Psychol. 2019 May 15;10:1145. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01145

(Autor del resumen: Daniel Blanco Galindo)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

Se ha sugerido que la intensidad musical podría favorecer el rendimiento en el ejercicio, según investigaciones sobre el volumen de la música y la velocidad de carrera, fuerza de agarre y tiempos de reacción; a la vez que disminuye la percepción de fatiga. No obstante, la investigación en este campo es aún escasa y la evidencia contradictoria. Además, volúmenes muy elevados de la música puede aumentar riesgos de problemas auditivos. Por tanto, futuras investigaciones requieren mayor profundidad en la asignación de posibles aumentos en el rendimiento por la intensidad musical, atendiendo a resultados experimentales y repercusiones auditivas para descubrir posibles estrategias donde se asegure la integridad del ejecutor.

### Introducción

Las ventajas del uso de la música durante la realización de ejercicio son bien conocidas en cuanto a mejoras en el rendimiento por favorecer aspectos como la atención, la concentración, la disminución de la fatiga y de la percepción de esfuerzo, la activación y la capacidad de trabajo. No obstante, aspectos relativos al ejecutante, la intensidad del ejercicio y el tempo, o la sincronicidad de la música con el movimiento pueden concluir en diferentes resultados. Asimismo, se ha cuestionado si las reverberaciones producidas por la música podrían tener repercusiones negativas en la salud del ejecutante. En las ciencias del ejercicio las investigaciones se han centrado más en el aspecto del tempo de la música que en el volumen de la misma; por lo tanto, el objetivo de esta mini-revisión ha sido discutir los efectos de la intensidad (volumen, nivel de presión) y la percepción subjetiva de la música en el ejercicio.

### *Intensidad de la música como herramienta para aumentar el rendimiento: evidencia y mecanismos*

Muchos estudios se han centrado en el análisis de los efectos de la música sobre actividades aeróbicas cíclicas explorando diversos aspectos y características de la misma, que han generado conclusiones dispares. Parece que tempos altos podrían afectar negativamente al ritmo de carrera, así como a la frecuencia cardíaca y a la percepción del esfuerzo, que se verían incrementados. El volumen parece afectar menos a la misma. Sin embargo, según otros estudios, una música de tempo alto y a alta intensidad podría ser favorable para la fuerza de agarre y los tiempos de reacción, especialmente en niveles recreacionales.

Se ha evidenciado la importancia del factor preferencial especialmente en el volumen de la música en relación a su influencia en el rendimiento. Cuanta más afinidad se siente por dicha música, mayores volúmenes parecen ser tolerados. Se ha sugerido también la asociación de algunos tipos de música a altos volúmenes con respuestas vestibulares a bajas frecuencias y la estimulación de placer a nivel cerebral, pudiendo generar cierta adaptación y dependencia que pudiera afectar a los niveles de arousal y activación (aumentando éstos), y a la mejora del estado de ánimo. Por contra, pueden desencadenar problemas de audición. Parece que las mejoras debidas a la distracción de la percepción corporal del esfuerzo se producen hasta un punto de intensidad en la actividad, ya que, a intensidades superiores a este umbral no es posible mantenerse distraído de dichas percepciones aún con el estímulo musical, el cual, también parece estar influido por el entorno personal del ejecutante, provocando en algunos casos, la asociación de altos volúmenes de música con tolerancias y niveles de satisfacción altos. Sin embargo, las investigaciones no han demostrado evidencias en la asociación de las altas intensidades de la música con mejoras en el rendimiento aeróbico en comparación con volúmenes más bajos de la misma. No obstante, las investigaciones siguen siendo escasas, heterogéneas y con metodologías muy variadas, que dificultan el establecimiento de evidencias,

### *Intensidad de la música y ocio: menos es más*

La exposición a altos volúmenes de música está acompañada de aumentos en el riesgo de pérdida de audición. Las ventajas comentadas en la práctica de ejercicio junto a altos niveles de música, podría suponer una menor consciencia del riesgo asociado, según investigaciones, especialmente en el uso de dispositivos individuales con auriculares. Las campañas de prevención enfocadas en los riesgos comentados son escasas pero necesarias para la protección de la salud auditiva.

### *Conclusión*

En el dominio del ejercicio y el deporte, el impacto de la intensidad de la música sobre el rendimiento parece tener resultados variados, donde en algunos casos se observan resultados favorables en el rendimiento para niveles de música altos, mientras que en otros casos esto no se produce. Antes de establecer un posicionamiento, en relación a la intensidad de la música, habría que considerar multitud de factores relativos tanto a la actividad, la propia música o el ejecutante. Aunque ciertas intensidades en la música (en volumen de la misma) hayan podido demostrar cierta validez para el desempeño de ciertas actividades, será necesario mostrarse cauteloso ante el demostrado riesgo de efectos adversos auditivos, especialmente cuando dicha música se aproxima al gusto del ejecutante y se asocia también con una mejoría en el desempeño de la actividad realizada, pues en estos casos, se hace aún más difícil llegar a percibir un volumen demasiado alto de la misma. Además, las consecuencias negativas no

serán apreciadas con la misma inmediatez que las posibles ventajas en su uso durante la actividad deportiva.

*La música es evidente que puede convertirse en una ayuda durante la actividad deportiva para el aumento del rendimiento. Es necesario atender a factores que aclaren más en profundidad en qué medida y de qué manera ésta puede contribuir. En tareas aeróbicas, parece ser más efectivo tempos de música lentos y volúmenes bajos o moderados, pues han demostrado ser igual de efectivos que volúmenes mayores hasta cierta intensidad de la actividad, ya que, por encima de cierto umbral el factor musical empieza a perder algunas de las comentadas ventajas, especialmente en la percepción del esfuerzo. En tareas de fuerza y de velocidad de reacción puede que volúmenes más elevados, así como tempos altos, puedan ser beneficiosos. Sin embargo, el factor del gusto por el tipo de música expuesta parece ser un factor determinante. Para limitar los efectos adversos de la exposición a altos volúmenes, se recomienda una práctica con niveles moderados de la misma, así como evitar la escucha directa con dispositivos individuales con auriculares.*

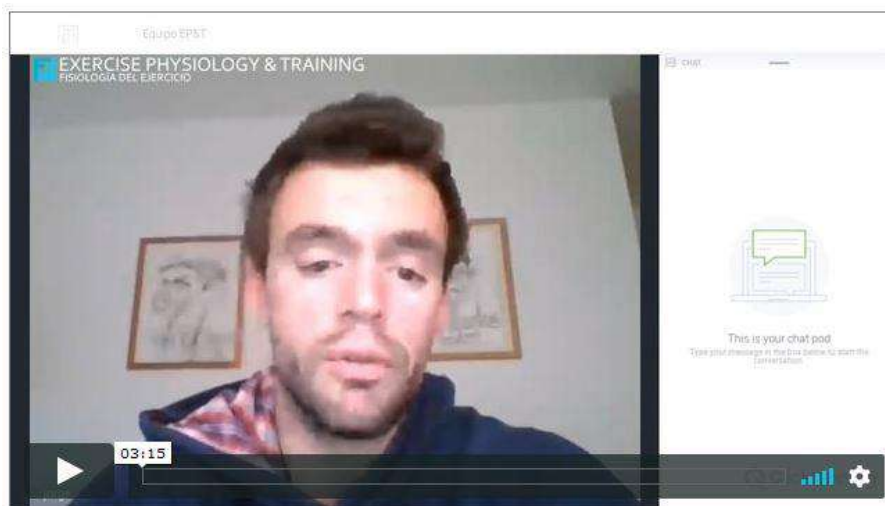
## Maximizando el anabolismo post-ejercicio: el caso de la ingesta relativa de proteínas

Maximizing post-exercise anabolism: the case for relative protein intakes ([pdf original](#))

Moore DR

Front Nutr. 2019 Sep 10;6:147. doi: 10.3389/fnut.2019.00147

(Autor del resumen: Jorge Jiménez Morcillo)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

### Introducción

El tejido magro de nuestro organismo, incluido el músculo esquelético, sufre una remodelación constante a través de continuos procesos de síntesis (anabolismo) y de catabolismo proteico simultáneamente. Esta relación es la que determina si el “net protein” o el balance neto de proteína es negativo o positivo, provocando a su vez la pérdida o ganancia, en este caso, de masa muscular; el entrenamiento de fuerza tiene la capacidad de aumentar el “turnover proteico” (balance neto de proteína positivo) hasta las 48 horas. El otro factor que parece ser de vital importancia para generar un entorno anabólico y generar así crecimiento muscular es el uso exógeno de proteína.

Después de una sesión de entrenamiento de fuerza ocurre un catabolismo proteico que puede ser prevenido con la ingesta de aminoácidos exógenos, favoreciendo de esta forma un balance neto positivo de proteínas, o lo que es lo mismo una optimización en la síntesis proteica relacionada con la remodelación de tejido y la hipertrofia muscular, refiriéndonos eso sí siempre a adultos sanos. Este aumento de la síntesis proteica post-ejercicio puede verse incrementada también con la ingesta de proteínas de origen lácteo (queso, leche normal o de soja)

### Regulación de la síntesis proteica muscular después del ejercicio usando aminoácidos procedentes de la dieta

Desde las primeras observaciones que corroboraron que el turnover proteico relacionado con el balance neto de proteína aumentaba en respuesta al entrenamiento de la fuerza y la ingesta exógena de aminoácidos, un gran número de estudios han investigado el rol de los factores nutricionales que contribuyen a la óptima capacitación del anabolismo post-entrenamiento. A raíz de estas líneas de investigación se ha establecido que el factor crítico para asegurar el anabolismo post-ejercicio es la suficiente ingesta de aminoácidos esenciales, teniendo que

estar presentes en el plan nutricional de cada individuo, siempre haciendo referencia a sujetos sanos. El ratio de ingesta de proteína establecido como óptimo oscila entre los 15 gramos y los 40 gramos, mostrando efectos similares en esa mejora anabólica post-entrenamiento.

#### *Ingesta absoluta de proteínas para maximizar la síntesis proteica muscular post-ejercicio*

Se ha observado que incluso pequeñas dosis de ingesta de proteína (de 5 a 10 gramos) fueron suficientes para mejorar la síntesis proteica post-ejercicio; esta mejora fue incremental llegando hasta los 40 gramos, donde se estableció el límite donde no se observaron beneficios adheridos a una dosis superior. Se determinó que el estado nutricional previo (por ejemplo, habiendo ingerido una comida alta en proteínas previa al entrenamiento y a la ingesta post-ejercicio) tuvo un efecto importante en el aumento de la síntesis proteica post-ejercicio. Una forma de medir el balance neto de proteína es la oxidación de leucina, la cual se verá reducida si se aporta un suministro óptimo de aminoácidos como la valina y la isovalina. Si aumentara la oxidación de leucina habrá un aumento simultáneo en la producción de urea. Por ello es importante establecer una ingesta absoluta de proteína fija, con el fin de evitar problemas de salud y asegurar una correcta remodelación tisular del músculo esquelético teniendo como target adultos jóvenes.

#### *Ingesta relativa de proteínas para maximizar la síntesis miofibrilar post-ejercicio*

Algunos estudios previos han demostrado que una ingesta absoluta de 20 gramos de proteína fue suficiente para maximizar la síntesis proteica miofibrilar y la reducción de leucina en niveles absolutos. Sin embargo, en estos estudios esta cantidad es ampliamente discutida debido al escaso tamaño de la muestra, por lo que se ha establecido que el ratio óptimo va de 20 a 40 gramos de ingesta relativa, en términos relativos. Para calcular la ingesta de proteína en términos relativos, sencillamente se debe de dividir tu peso corporal entre la ingesta absoluta de proteína.

El incremento en la síntesis proteica miofibrilar post-ejercicio en adultos jóvenes acompañada de una ingesta proteica mostró una respuesta linear bifásica consistente. Esta respuesta linear bifásica mostró un límite en los 0,31 kg de proteína por peso corporal. Para comprender este suceso, debemos de tener en cuenta que toda ingesta relativa de proteínas que supere los 0,31gr/kg de peso corporal dejará de mostrar un incremento en la síntesis proteica y pasara a tener una trayectoria lineal. Podemos establecer que, para maximizar una respuesta anabólica óptima nuestra ingesta tanto a nivel absoluto o relativo debe de oscilar los 40 gramos.

#### *¿Podría el género afectar a la ingesta relativa de proteína?*

Lo primero que debemos de tener en cuenta que es el género femenino tiene una menor representación en la literatura científica que el género masculino, por lo que para generar evidencia científica en este ámbito se deben de realizar más estudios. La principal explicación dada en el artículo es el fuerte impacto que tiene el ciclo menstrual femenino en la cinética del metabolismo proteico, lo que hace muy complejo desarrollar metodologías de estudio adecuadas. Sin embargo, si se ha podido comprobar que síntesis proteica post-ejercicio en entrenamiento de fuerza en mujeres no se ve afectada por el ciclo menstrual; además, se ha establecido que esta respuesta guarda muchas similitudes con el género masculino, siempre claro sin intervenciones nutricionales. Si hablamos de remodelación tisular a nivel de músculo esquelético nos encontraríamos en la misma situación. Otro dato de interés es que la influencia que tiene la proteína de whey de mejorar el ratio de síntesis proteica miofibrilar post-ejercicio

en periodos de restricción calórica es esencialmente idéntica entre hombre mujeres en porcentajes de masa grasa considerados dentro de la normalidad.

### *Co-ingesta de carbohidratos*

La ingesta de carbohidratos durante las fases de recuperación después de una sesión de entrenamiento de fuerza es importante para la resíntesis de glucógeno pudiendo contribuir de esta forma a alcanzar el tan necesario balance energético positivo, sirviendo este como base de sustentación par el crecimiento muscular. Se ha demostrado en primera instancia que la ingesta combinada de carbohidratos y aminoácidos cristalinos mejoran el balance neto de proteína en contraposición a una ingesta aislada de aminoácidos o de proteína. Esto es debido a la inhibición del catabolismo proteico en presencia de insulina, lo que a su vez conlleva un incremento de la síntesis proteica muscular. Hablaríamos de una ingesta absoluta de 30 gramos de carbohidratos. Lo mismo que ocurre con la proteína, podemos establecer el límite en 270 gramos de carbohidratos, cantidad a partir de la cual ya no se producen mejoras adicionales.

### *¿Podría la cantidad de masa muscular activa durante el entrenamiento afectar a los requisitos en la ingesta de proteína?*

La cantidad de tejido magro que tenemos y el que se involucra en el entrenamiento de fuerza si es un factor que puede interferir en las necesidades de ingesta proteica para poder optimizar la síntesis miofibrilar proteica durante la fase de recuperación. Por otro lado, y a colación de lo que hemos comentado en relación a la cantidad de masa muscular involucrada en el ejercicio, sí tiene influencia sobre la habilidad de la proteína ingerida en la dieta a la hora de estimular la remodelación muscular post-ejercicio; por lo que, probablemente, una cantidad mayor de ingesta proteica en proporción a la cantidad de masa muscular activa en el entrenamiento de fuerza podría producir una mejor síntesis proteica miofibrilar.

La observación de que la estimulación de la síntesis proteica muscular no tiene una aparente relación con la cantidad de proteína ingerida por unidad de masa muscular activa no es sorprendente si tenemos en cuenta que el entrenamiento de fuerza es inherentemente anabólico y se ha demostrado que tiene un impacto positivo sobre el reciclaje de aminoácidos intracelulares. Este hecho mejora la reutilización de aminoácidos intracelulares, que, junto con el aporte de aminoácidos exógenos sustentan y mantienen un balance neto de proteína positivo, además de facilitar la síntesis proteica. Podemos concluir que, definitivamente la cantidad de masa muscular activa involucrada en el ejercicio si tiene relación con las necesidades de ingesta proteica post-ejercicio en la fase de recuperación.

### *Maximizando en anabolismo en términos absolutos...*

Durante el periodo de recuperación post-ejercicio la síntesis proteica y por ende la remodelación tisular del músculo-esquelético se va maximizada con la ingesta relativa de 0,31 gramos de proteína por kilogramo de peso corporal inhibiendo, además, el catabolismo proteico si esta ingesta de proteína se acompaña de una toma de 30 gramos de carbohidratos y la secreción de insulina. Hay que tener en cuenta que, esta maximización de síntesis proteica tiene un techo y a partir de cierto punto, esta síntesis miofibrilar se mantiene estable. A estos aspectos, sería interesante reseñar que la absorción de la proteína ingerida post-ejercicio con el objetivo de potenciar la recuperación, es metabolizada con una mayor consistencia por el cuerpo entero que por el músculo de forma aislada.



### Advertencias importantes sobre los requisitos agudos en la ingesta relativa de proteínas

Hasta ahora, hemos hablado sobre la ingesta de proteína en niveles absolutos y relativos en unas condiciones que se consideran ideales y en sujetos sanos y jóvenes, A continuación, vamos a señalar algunos aspectos a tener en cuenta en el asesoramiento sobre la ingesta de proteínas con el fin de aumentar la recuperación y la síntesis de proteína post-ejercicio:

- **Modalidad de ejercicio:** La ingesta de proteína y su importancia en la recuperación post-ejercicio no es solo aplicable en las modalidades de entrenamiento de la fuerza, también lo son en entrenamiento estable de resistencia, en modalidades de sprint interválico (alta intensidad) y entrenamiento concurrente. Aunque el estímulo específico provocado por el entrenamiento de fuerza es completamente diferente al del entrenamiento de resistencia, parece que el segundo también provoca una oxidación de los aminoácidos disponibles. Prueba de ello es que en un estudio donde se comparaba los efectos de la ingesta de proteína de whey en la síntesis de proteína post-ejercicio en un grupo control y en otro que realizó un programa de entrenamiento concurrente (este segundo grupo ingirió los 20 gramos de proteína), se observó que la síntesis de proteína fue un 16% superior en el segundo grupo en comparación con el grupo control. En entrenamiento de resistencia, además de mejorar la oxidación de aminoácidos, también se han observado aumentos en el rendimiento deportivo y en el funcionamiento del sistema inmunológico, aunque son necesarios más estudios para generar evidencia al respecto.
- **Edad:** Los efectos de prevención en el catabolismo proteico son latentes tanto en sujetos de edad avanzada como en personas jóvenes, pero la edad biológica del músculo puede afectar a los efectos en la síntesis proteica post-ejercicio.
- **Tipo de proteína:** La proteína compuesta por una mayor cantidad de BCAAs o aminoácidos ramificados son las más efectivas, por contrapartida, las proteínas con bajas cantidades de los mismos, muestran efectos sub óptimos en la recuperación muscular que deben de ser compensados con un aumento en la ingesta de proteína en la dieta.
- **Forma en la que ingerimos la comida:** La ingesta de proteína en forma de comida sólida provoca una digestión más lenta de la misma provocando una respuesta más discreta en la síntesis proteica, algo que no ocurre con la ingesta de proteína en forma de brebaje. Además, al ingerir comida, la aminoacidemia sanguínea es mayor en el estado postprandial.
- **Frecuencia de la ingesta de proteína:** Es reconocido en la literatura científica que los atletas de fuerza necesitan una mayor ingesta proteica en la dieta (a nivel absoluto un mínimo de 0,8 y en tomas relativas dirigidas a la estimulación de la síntesis proteica un máximo de 0,31 g/kg peso corporal). Es importante conocer que una dieta alta en proteínas mejora la extracción del grupo NH<sub>3</sub> (nitrógeno), presente en la composición molecular de la proteína, lo que facilita su deposición en tejidos periféricos. De esta forma, la microbiota actúa como sistema búfer en la liberación de los aminoácidos a tejidos periféricos, incluyendo el músculo esquelético.
- **Balance energético negativo:** Lo primero que debemos de tener en cuenta es que la síntesis proteica es un proceso metabólico que demanda energía y que supone un estrés a nuestro metabolismo produciendo una ruptura de la homeostasis, teniendo en cuenta esto, la literatura científica nos dice que en periodos cortos en el que un sujeto esté expuesto a una dieta con un balance energético negativo a priori no afecta a la síntesis proteica miofibrilar post-ejercicio, sin embargo, si esta situación se prolonga

más tiempo (de 2 a 10 días) la situación puede invertirse, reduciendo la capacidad de nuestro organismo para optimizar una correcta remodelación tisular.

- **Obesidad:** Se ha observado que un elevado índice de masa grasa puede ser un factor que reduzca la capacidad de sintetizar proteica en población obesa. Otro factor a tener en cuenta es el de la “resistencia anabólica”, acontecimiento fisiológico que dificulta la creación de un entorno metabólico óptimo, presente sobre todo en sujetos obesos sedentarios, quienes no superan los 7400 pasos diarios. En el artículo se concluye que los sujetos con obesidad requieren una mayor ingesta relativa de proteína que su contrapartida sana.

*Lo más importante de este artículo es que desmitifica el uso de la suplementación deportiva con proteínas, explicando entre otras cosas, la no necesidad de superar los 0,31 gramos por kilo de peso corporal en una ingesta relativa y clarifica los efectos nocivos que puede tener sobre la salud si se supera este umbral, provocando una excesiva oxidación de leucina y un simultáneo e indeseado aumento en la producción de urea. Asentamos, aún más si cabe, la necesidad del uso de este suplemento deportivo y su efecto potenciador que tiene en la síntesis proteica post-ejercicio, sobre todo en entrenamiento de fuerza, no siendo excluyente otras modalidades de ejercicio como entrenamiento de alta intensidad, entrenamiento estable de resistencia o entrenamiento concurrente, unido además a su co-ingesta con carbohidratos, estimulando la secreción de insulina y facilitando esa generación del entorno anabólico deseado. En definitiva, queda claro, que el uso de proteína como suplemento deportivo (rica en BCAAs) es necesaria para optimizar la recuperación en los entrenamientos en sujetos sanos y activos.*

Prescripción de ejercicio para pacientes con diversas enfermedades

Exercise as a prescription for patients with various diseases ([pdf original](#))

Luan X, Tian X, Zhang H y col

J Sport Health Sci. 2019 Sep;8(5):422-441. doi: 10.1016/j.jshs.2019.04.002

(Autor del resumen: Luis Miguel López Mojares)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

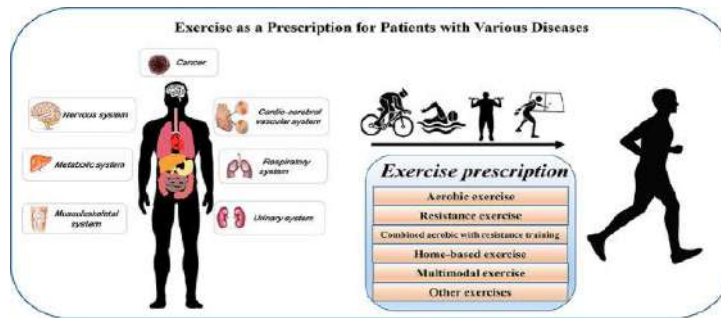
La enfermedad altera la vida de las personas y reduce su calidad de vida. El progreso sanitario ha hecho que la expectativa de vida se alargue, lo que aumenta la prevalencia de las enfermedades crónicas. Al mismo tiempo, la mayor parte de la población ha ido disminuyendo la actividad física en su vida corriente.

La mejora del estilo de vida es una de las principales herramientas de las que disponemos para intervenir en la prevención y el tratamiento de numerosas enfermedades crónicas.

Los resultados de las investigaciones nos muestran que las intervenciones con ejercicio físico, si están adecuadamente diseñadas, son seguras y pueden aumentar el consumo energético, fortalecer los músculos, reducir la presión arterial, mejorar los lípidos plasmáticos, aumentar la masa ósea, o mejorar la calidad de vida física y mental.

En este artículo se han analizado estudios científicos aleatorizados con sujetos control (RCT) de 7 categorías de enfermedades crónicas, y comenta someramente las características de los tipos principales de ejercicio físico:

- Aeróbico.
- Fuerza muscular.
- Aeróbico + fuerza.
- Ejercicios domésticos.
- Otros ejercicios.



Las categorías de las enfermedades crónicas son las siguientes:

Músculo esquelético:

- Lumbalgia.
- Lesión tendinosa.
- Osteoporosis.
- Artrosis.
- Fractura de cadera.

Metabolismo:

- Obesidad.
- Diabetes Mellitus tipo 2.
- Diabetes Mellitus tipo 1.
- Hígado graso no alcohólico.

Cardiovascular:

- Enfermedad coronaria.
- Ictus.
- Insuficiencia cardiaca.

Nervioso:

- Enfermedad de Parkinson.
- Enfermedad de Huntington.
- Enfermedad de Alzheimer.
- Depresión.
- Ansiedad.

Respiratorio:

- Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.
- Enfermedad Pulmonar Intersticial.
- Supervivientes de Trasplante de Pulmón.

Urinario:

- Enfermedad Renal Crónica.
- Supervivientes de Trasplante de Riñón.

Cáncer:

- Cáncer de Mama.
- Cáncer de Colon.

- Cáncer de Próstata.
- Cáncer de Pulmón.

Esta investigación ofrece un amplísimo anexo, de enorme interés para los investigadores en Fisiología Clínica del Ejercicio en el que se pueden encontrar los principales datos de los experimentos en los que se basan las recomendaciones ofrecidas en cada una de las 26 enfermedades analizadas.

Además, ofrece una tabla con los diferentes tipos de ejercicio físico y las enfermedades sobre las que se puede aplicar de difícil manejo ([ver tabla completa](#)).

*El entrenamiento físico regular es un método seguro para mejorar la condición física de los enfermos crónicos y aliviar los síntomas, especialmente los de enfermedades crónicas no transmisibles. Se ofrece un gran estudio comparativo de los resultados de las distintas metodologías de intervención aplicadas a 26 enfermedades crónicas.*

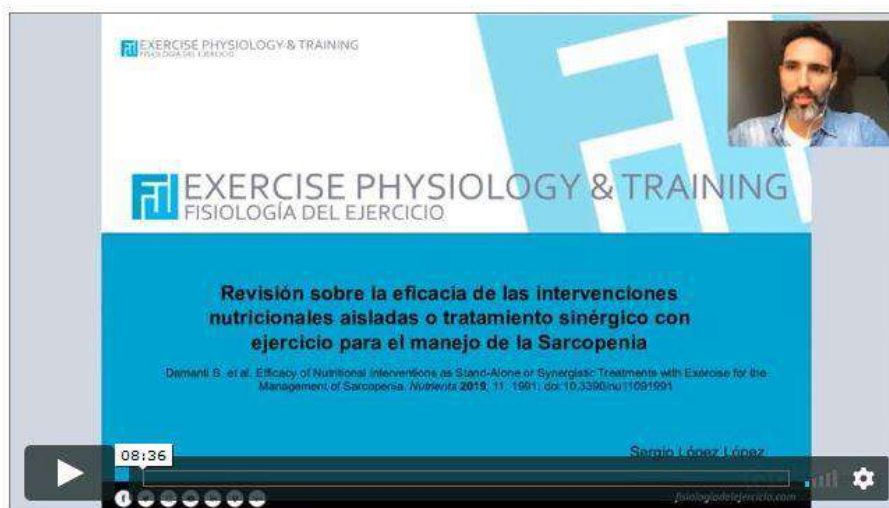
## Eficacia de las intervenciones nutricionales aisladas o en sinergia con ejercicio para el manejo de la sarcopenia

Efficacy of nutritional interventions as stand-alone or synergistic treatments with exercise for the management of sarcopenia ([pdf original](#))

Damanti S, Azzolino D, Roncaglione C y col

Nutrients. 2019 Aug 23;11(9). pii: E1991. doi: 10.3390/nu11091991

(Autor del resumen: Sergio López)



(Ver video-resumen, click [aquí](#))

La sarcopenia es una enfermedad asociada y, sobre todo, acelerada por la edad, caracterizada por una pérdida de masa muscular y de fuerza. La etiología es multifactorial y las consecuencias incluyen aumento de caídas, fragilidad, empeoramiento funcional, hospitalización y mortalidad. Es, por lo tanto, un problema mayor de salud pública que debe de abarcar todo el interés posible.

Actualmente no existe un tratamiento médico para tratar o prevenir esta condición y el abordaje se basa en la intervención con ejercicio y nutrición. Esta revisión busca analizar todas estas diferentes intervenciones para intentar concluir cuales son las que mayor eficacia han demostrado en el tratamiento de la sarcopenia.

### Sarcopenia

La combinación entre la pérdida fisiológica de masa muscular y de fuerza muscular a partir de la cuarta y quinta década, se agudiza cuando coexisten diferentes comorbilidades y sedentarismo. Además, el envejecimiento puede estar asociado a un aumento de la masa grasa, y alterar la relación masa magra/masa grasa, la cual está fuertemente asociada a la capacidad de desarrollar fuerza muscular aplicada al movimiento y a las actividades de la vida diaria, así como a la propia salubridad metabólica muscular debido al infiltrado graso muscular. Se calcula que el 50% de la población de 80 años tienen sarcopenia, y aproximadamente el 20% de las personas de 70 años. La detección precoz de esta enfermedad es fundamental para tratar de disminuir las consecuencias negativas graves asociadas lo antes posible. La dinamometría manual y la prueba de levantarse y sentarse son herramientas muy eficaces para medir el desempeño de fuerza muscular, así como la densitometría es la manera óptima de medir la masa muscular. Otras pruebas de tipo funcional como el test Up & Go, la batería SPPB



y el test de 400 metros de marcha, pueden utilizarse para evaluar el grado de funcionalidad asociado a esta condición.

La base fisiopatológica de la sarcopenia se basa fundamentalmente en el desequilibrio entre el anabolismo/catabolismo neuromuscular asociado a la edad, y este desequilibrio puede ser más acusado si coexisten condiciones como la malnutrición, desequilibrio hormonal, obesidad, diabetes y sedentarismo.

La evidencia científica reciente establece que la pérdida de fuerza acontece más rápidamente que la pérdida de la masa muscular (1,5%-5% vs 1%-2% por año a partir de la 5ª década) y, por lo tanto, el valor de la pérdida de fuerza muscular se correlaciona mejor con efectos adversos que la pérdida de masa muscular. Por eso, se debería priorizar la evaluación de la fuerza para identificar grupos en riesgo de desarrollar sarcopenia, así como para observar el seguimiento de aquellos ya identificados.

### *1. Intervención nutricional:*

La malnutrición se define como la falta de nutrientes que altera la composición corporal y la masa celular corporal. La etiología puede ser diversa, incluyendo inanición, caquexia o envejecimiento. La malnutrición provoca trastornos físicos y mentales que pueden ser graves y participa en el desarrollo de la sarcopenia. Por esta razón, en los pacientes con riesgo de desarrollar sarcopenia es muy importante la evaluación del estado nutricional como factor predisponente.

### ***Proteínas y aminoácidos esenciales***

El aporte de proteína en la dieta estimula la síntesis proteica muscular e inhibe su degradación. Algunos estudios observacionales han demostrado una asociación entre cantidad de proteína ingerida en dieta y fuerza muscular. Paradójicamente, el efecto de la suplementación con este macronutriente ha demostrado mejoras en funcionalidad y fuerza muscular pero no en el aumento de masa muscular. Aún así, la suplementación proteica no es suficiente en casos de catabolismo severo.

Gran parte de la población adulta mayor no cumple con las recomendaciones de ingesta proteica diaria, lo cual, promueve la degradación muscular y funcional en estos sujetos. Caben destacar algunas situaciones específicas de este grupo de población. A partir de 65 años las necesidades de ingesta proteica aumentan para compensar el desequilibrio anabolismo/catabolismo debido a una reducida perfusión postprandial muscular, ingesta proteica reducida, disminución de la señalización anabólica de síntesis proteica e ineficiencia de la capacidad digestiva. Además, aumentan las necesidades para contrarrestar procesos inflamatorios y catabólicos asociados con enfermedades agudas y crónicas frecuentes en esta población. Esta situación provoca una resistencia anabólica en estos sujetos. Por esta razón, las recomendaciones de ingesta proteica han aumentado de 0,8 g/kg de peso corporal y día a 1-1,2 g para adultos mayores.

El origen proteico y el tipo de aminoácido son también importantes. La proteína de origen vegetal tiene menor efecto anabólico que la proteína de origen animal, posiblemente debido al menor contenido en leucina. Así mismo, diferentes aminoácidos presentan diferentes cinéticas de absorción, lo cual, puede influir en la estimulación anabólica.

Las principales fuentes de aminoácidos esenciales (AAE) obtenidos de la dieta son la carne magra, productos lácteos, soja, judías o frijol y lentejas. La ruta metabólica a través de la cual la leucina, como AAE, activa la síntesis proteica incluye la activación de la diana de rapamicina en mamíferos (mTOR) y la inhibición del proteosoma (complejo proteico que realiza la degradación de proteínas). La evidencia científica actual confirma que la suplementación con leucina es efectiva para el mantenimiento y mejora de la masa muscular y la funcionalidad en adultos mayores.

Aún existe un debate intenso sobre la forma más adecuada de repartir la ingesta proteica a lo largo del día, así como sobre el tipo de proteína (absorción lenta o rápida) más adecuada para este propósito.

### ***$\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB)***

El HMB es un metabolito de la leucina que ejerce un efecto anabólico redundante asociado a la activación de mTOR a través de la estimulación de IGF-1. También tiene efectos anti-catabólicos ya que reduce la actividad del proteosoma y por lo tanto favorece la proliferación y diferenciación miogénica.

La suplementación con HMB ha demostrado mejorar la masa muscular y funcionalidad en personas mayores. Incluso ha demostrado la capacidad de mantener la masa muscular durante períodos de encamamiento.

### ***Ornitina $\alpha$ -cetoglutarato (OKG)***

Este compuesto es un precursor de algunos aminoácidos como el glutamato, glutamina, arginina y prolina, así como del óxido nítrico (NO) asociado al mejor rendimiento hemodinámico muscular. También influye en la estimulación de hormonas anabólicas como la insulina y la hormona de crecimiento. Sus efectos se han estudiado en condiciones de hipercatabolismo como la caquexia asociada a cáncer, malnutrición y grandes quemados, pero no en personas mayores malnutridas.

### ***Vitamina D***

El déficit de vitamina D está asociada con la pérdida de masa muscular y la fuerza. La mayoría de las personas mayores presentan niveles inferiores al rango normal de vitamina D. Este déficit puede estar asociado a varias razones, falta de exposición solar, ingesta insuficiente de vitamina D en la dieta, disfunción cutánea para sintetizarla, así como capacidad reducida de conversión renal. Así mismo, los receptores musculares para la vitamina D disminuyen en esta población.

Los receptores nucleares para la vitamina D son fundamentales ya que participan en la transcripción de genes clave para la captación de calcio, transporte de fosfatos y proliferación y diferenciación de células satélite. Los receptores de membrana para la vitamina D regulan la entrada de calcio en el citosol. Ambos procesos son clave para la contracción muscular y la síntesis proteica.

La suplementación con vitamina D modula la expresión de los receptores nucleares de vit D y produce efectos positivos sobre la fuerza y el rendimiento muscular, e incluso, mejoras en composición y morfología de las fibras musculares.

Es recomendable la suplementación con vit D en personas con sarcopenia. Se debe recomendar a todas las personas mayores una exposición adecuada a la luz solar, así como hábitos dietéticos para mejorar niveles de vit D.

### ***Mono-hidrato de creatina***

Es posible obtener creatina en la dieta al ingerir carne roja magra, atún y salmón o bien, puede ser sintetizada de forma endógena por el hígado o los riñones utilizando otros aminoácidos como la glicina, arginina y metionina. La mayoría de la creatina se almacena en el músculo donde se convierte en fosfocreatina y participa como sustrato energético de alta energía en el metabolismo anaeróbico.

Además, la creatina activa la transcripción génica asociada a la síntesis proteica y activación de células satélite ligada a la vía de señalización de IGF-1-mTOR. Este efecto positivo de la creatina sobre el tejido muscular es dependiente del ejercicio físico, principalmente del ejercicio de fuerza para optimizar la activación de esta vía.

Las personas mayores tienen niveles de creatina intramuscular reducidos y, por lo tanto, la suplementación con esta sustancia aporta beneficios en cuanto a la masa muscular y la funcionalidad se refiere, como ya ha sido demostrado.

### ***Antioxidantes y ácidos grasos poliinsaturados***

La patogénesis de la sarcopenia incluye un aumento del daño por estrés oxidativo de la mitocondria y sus membranas, lo cual, altera la producción de ATP y aumenta la permeabilidad del sarcolema. Esta situación provoca un déficit energético y activa las vías del estrés metabólico causando apoptosis celular.

La suplementación con antioxidantes como el selenio, la vitamina A, C, E y el beta-caroteno pretende disminuir el impacto de las especies reactivas de oxígeno (ROS) sobre el estrés metabólico. Sin embargo, la señalización metabólica asociada al estrés constituye un estímulo fundamental para la adaptación al ejercicio y una reducida presencia de sustancias asociadas al estrés provocarían una alteración en esta adaptación.

Además, la evidencia científica que ha demostrado que personas mayores sanas y enfermas suplementadas con estas sustancias, han tenido peor pronóstico que aquellas que no lo fueron. Por lo tanto, solo estaría justificado utilizar este tipo de suplementos en personas con alto grado de estrés oxidativo cuando la adaptación al ejercicio no estuviese implicada. No obstante, se recomienda a este grupo de población el consumo de alimentos ricos en antioxidantes.

La suplementación con ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), sobre todo con omega-3, mejora el anabolismo muscular proteico actuando directamente sobre la vía de mTOR. La fuente principal de PUFAs en la dieta es el pescado azul (salmón, caballa, arenque, sardina, atún y sus aceites). Se ha observado que adultos mayores institucionalizados con mayor ingesta de alimentos ricos en PUFAs obtienen mejores valores de fuerza prensil.

Sin embargo, los estudios con suplementación de este tipo no han demostrado consistencia y se han reportado efectos adversos asociados. Además, no hay evidencia sobre suplementación con PUFAs en pacientes con sarcopenia.

### ***Acido Ursólico***

El ácido ursólico tiene propiedades antiinflamatorias y está presente en la piel de manzanas, ciruelas, arándanos, romero, tomillo, orégano y menta. En el modelo murino, ha demostrado ser eficaz en la inhibición genes asociados a la atrofia (atrogin-1 y MuRF1) y la estimulación de genes tróficos (PKB/Akt y S6 quinasa). También estimula el eje de la insulina/IGF-1 en la hipertrofia.

No hay evidencia aún en pacientes con sarcopenia.

### ***Alimentos ricos en nitratos***

Existen alimentos ricos en nitratos como el apio, lechuga, espinacas, rúcula, perifollo, remolacha y el berro. Los nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) son metabolizados hasta óxido nítrico (NO) durante la digestión. La presencia de NO en el estómago disminuye la anorexia típica del anciano posponiendo la sensación de saciedad durante las comidas. Además, el NO mejora la función endotelial modulando la perfusión sanguínea muscular postprandial. El NO también mejora la función bioenergética mitocondrial.

Sin embargo, la suplementación con NO no ha demostrado mejorar rendimiento muscular en sujetos sanos, ni los valores de fuerza y funcionalidad a corto plazo en pacientes con sarcopenia.

### ***Prebióticos, probióticos y simbióticos***

En los últimos años, la microbiota intestinal ha sido considerada como uno de los reguladores del estado inflamatorio sistémico asociado a enfermedades como la sarcopenia. Las personas mayores padecen con frecuencia disbiosis intestinal, la cual está asociada a un aumento de la permeabilidad intestinal. Esta situación provoca un traspaso de endotoxinas desde el intestino al torrente sanguíneo, contribuyendo al estado de inflamación sistémica que con frecuencia se asocia con la pérdida de masa muscular. Además, la motilidad intestinal está reducida en esta población, lo cual, favorece la formación de mayor número de colonias bacterianas proteolíticas, alterando la utilización de los aminoácidos a través de la dieta. Por esta razón, la suplementación con prebióticos, probióticos o la combinación de ambos, pudiera mejorar el estado crónico inflamatorio asociado a enfermedades como la sarcopenia, así como el sistema inmunitario.

La investigación realizada hasta ahora con estos productos se ha desarrollado principalmente en el modelo animal y, por lo tanto, no es posible recomendar el uso rutinario de los mismos para pacientes con sarcopenia.

## ***2. Sinergias entre intervención nutricional e intervención con ejercicio***

La inactividad es un factor fundamental en el desarrollo de la sarcopenia debido a la resistencia anabólica que conlleva. Aparte de constituir el estímulo necesario para activar la vía anabólica, el ejercicio ha demostrado mejorar la motilidad intestinal y reducir la disbiosis intestinal y mejorar el metabolismo de las proteínas. Las recomendaciones de ejercicio según la OMS para este grupo de población son de 150 min/semana de actividad física moderada o 75 min/semana de actividad física vigorosa. Es recomendable aumentar hasta 300 min/semana añadiendo ejercicio de fuerza de grandes grupos musculares, así como ejercicios de equilibrio para evitar caídas. El ejercicio de fuerza también reduce la resistencia a la insulina y promueve la biogénesis mitocondrial, aparte de estimular la síntesis proteica de miofibrillas y su

consecuente efecto sobre la masa muscular, la fuerza y la funcionalidad. Por otro lado, el estado nutricional también es fundamental para poder mantener o mejorar la composición corporal y contrarrestar el desequilibrio anabolismo/catabolismo típico de esta condición. Por esta razón, la combinación de ejercicio y dieta con suplementación son hasta ahora la línea de tratamiento fundamental.

A continuación, se analizan las intervenciones combinadas más frecuentemente utilizadas.

### ***Proteínas y ejercicio***

La combinación de aminoácidos y ejercicio físico ha demostrado un mejor efecto anabólico muscular comparado con los efectos obtenidos por una u otra intervención de forma aislada. Estos efectos han sido observados tanto en población adulta mayor como en jóvenes. Este efecto es conseguido a través del ejercicio de fuerza y el de tipo cardiovascular, incluso en intensidades moderadas. El ejercicio de fuerza asociado a la suplementación con aminoácidos ha demostrado mayores aumentos en la masa libre de grasa, área de sección transversal de fibras tipo I y II y fuerza muscular, comparado con el ejercicio de forma aislada. Por lo tanto, esta combinación terapéutica está bien justificada para prevenir o contrarrestar la sarcopenia.

### ***HMB y ejercicio***

En una revisión sistemática, la combinación de HMB y ejercicio de fuerza demostró mejorar la masa muscular y la fuerza, así como atenuó los biomarcadores de daño muscular. Sin embargo, en otra revisión, sólo se encontró este efecto complementario del HMB con ejercicio en uno de los ensayos clínicos incluidos. Estos resultados pueden ser debidos a la disminución de la respuesta fisiológica en la señalización molecular ante el ejercicio y la consecuente falta de adaptación.

### ***Creatina y ejercicio***

La suplementación con creatina asociado al ejercicio de fuerza aumenta los niveles de IGF-1 muscular estimulando la síntesis proteica a través de la activación de PKB/AKT y finalmente mTOR. Estos resultados han sido observados tanto en sujetos jóvenes como en adultos mayores, aunque con diversidad en los resultados. Por esta razón el grupo PROT-AGE recomienda esta suplementación sólo en mayores con déficit proteico.

### ***Vitamina D y ejercicio***

La revisión más actual no ha encontrado beneficios en la suplementación con vitamina D asociado al ejercicio en cuanto a la masa muscular, sin embargo, es importante mejorar los niveles de vitamina D en personas que presentan déficit de esta vitamina ya que el trofismo y la contracción muscular dependen en parte de esta sustancia.

### ***PUFA y ejercicio***

La revisión sistemática más actual sigue encontrando efectos marginales y controvertidos de la combinación de PUFA y ejercicio sobre la función muscular, y, por lo tanto, no es una intervención que cuente con respaldo científico para el manejo de pacientes con sarcopenia.

### ***3. Aplicación práctica***

El ejercicio de fuerza es la intervención más eficaz para contrarrestar el déficit de masa muscular, mejorar la fuerza muscular y la funcionalidad de las personas mayores. Las variables fundamentales del entrenamiento (intensidad, frecuencia, volumen y tiempo de sesión) deben

ser ajustadas correctamente para obtener los efectos deseados, así como para garantizar la seguridad de estos pacientes. Las sesiones deben de ser supervisadas por un profesional. El período mínimo para obtener adaptaciones de fuerza y funcionalidad sigue situándose alrededor de las 12 semanas. Se ha establecido que la duración mínima de las sesiones de ejercicio de fuerza para adultos mayores sanos es de 10-15 minutos, 8 repeticiones por cada grupo muscular durante al menos dos días no consecutivos a la semana. No obstante, en ancianos frágiles y pacientes con sarcopenia, es necesario aumentar las repeticiones y el tiempo para obtener mejoras. El trabajo de fuerza máxima (80%-95% 1RM), aunque pueda ser bien tolerado por adultos mayores, parece no ser el más apropiado para este grupo de población. Sobre todo, cuando intensidades más bajas (50%-75% 1RM) pueden producir mejoras sobre la fuerza muscular de estos pacientes.

La suplementación con proteínas asociado al ejercicio de fuerza es una forma eficaz para aumentar la masa muscular, la fuerza y la funcionalidad de adultos mayores en riesgo de sarcopenia o fragilidad. Este aporte extra de proteínas se puede obtener mediante el aumento de la ingesta proteica diaria (1-1.2 gr/kg de peso corporal/día) o bien añadiendo suplementos de proteína o AAEs alrededor de las sesiones de ejercicio de fuerza.

La evaluación del estado nutricional debería preceder toda intervención, y la suplementación debería individualizarse en base a este, incluyendo el nivel de actividad física, la tolerancia y la situación clínica de cada paciente.

#### *4. Aplicación práctica*

La sarcopenia es una enfermedad muy relevante debido a la gran discapacidad, coste económico e impacto sobre la salud que provoca sobre una parte importante de la población y por lo tanto, debe ser manejada con el mayor rigor posible. El tratamiento con medicamentos no es aún la principal línea de tratamiento, aunque existen indicios que parecen ofrecer futuras líneas de tratamiento a través de la intervención sobre la microbiota.

La principal línea para el manejo de esta enfermedad es el ejercicio físico y la suplementación nutricional individualizada. Es fundamental que los pacientes con sarcopenia realicen una evaluación nutricional individualizada, así como de actividad física.

Los pacientes con sarcopenia deberían aumentar su ingesta proteica hasta (1-1.2 gr/kg de peso corporal/día) con AAEs (10-15 gr) y leucina (al menos 3 gr) preferiblemente después del ejercicio de fuerza para optimizar el efecto anabólico. Las personas mayores con déficit o en riesgo de déficit en vitamina D, HMB o creatina deben ser suplementadas.

Es indispensable promocionar estrategias de prevención en cuanto a la actividad física con el objetivo de mejorar la masa muscular pico durante la edad adulta joven, así como reducir la pérdida de esta en edades posteriores.



*Para paliar el gravísimo impacto de la sarcopenia sobre la independencia de los pacientes y el gasto sanitario asociado a esta enfermedad, es fundamental realizar programas de prevención que incluyan evaluaciones del estado nutricional y de actividad física para detectar estadios iniciales de la enfermedad de forma precoz. Una vez detectado el riesgo o la presencia de la enfermedad, es fundamental implementar un programa de ejercicio físico individualizado y supervisado por un profesional, así como un programa de suplementación. La suplementación debe basarse en aminoácidos esenciales con especial importancia en la leucina (1-1,2 gr/kg/día) asociado a ejercicio de fuerza muscular preferiblemente. Los pacientes que presenten riesgo o déficit de vitamina D, creatina o HMB deben ser suplementadas con estas sustancias para mejorar el trofismo y contracción muscular así como para estimular la síntesis proteica.*

## Ejercicios de empuje vertical derivados de la halterofilia: una revisión de la literatura

Weightlifting overhead pressing derivatives: a review of the literature ([pdf original](#))

Soriano MA, Suchomel T y Comfort P

Sports Med. 2019 Jun;49(6):867-885. doi: 10.1007/s40279-019-01096-8

(Autor del resumen: Marco Antonio Soriano Rodríguez)

### Introducción

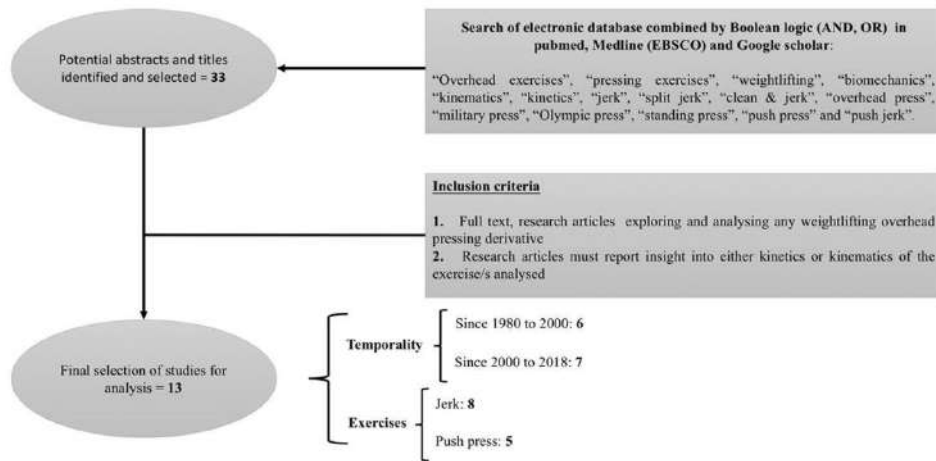
El estudio de los ejercicios de halterofilia y sus derivados ha sido de gran interés para investigadores y entrenadores deportivos, no sólo para aquellos especializados en la halterofilia, sino para todo tipo de deportes. La importancia de los ejercicios derivados de la halterofilia y sus derivados ha sido dada su efectividad para optimizar el perfil de fuerza-velocidad, mejora de la fuerza máxima y de la potencia en diferentes atletas. Además, el uso de estos ejercicios puede conllevar el aumento del rendimiento en tareas deportivas como los saltos, cambios de dirección, esprines e incluso la capacidad para absorber una carga, que puede ser crítico para mejorar la deceleración. Los ejercicios de la halterofilia y derivados se pueden subdividir en "*pulling derivatives*", "*catching derivatives*" y "*overhead pressing derivatives*". Si bien los dos primeros grupos han sido bien estudiados, poca información ha sido detallada sobre los "*overhead pressing derivatives*".

### Historia de los *weightlifting overhead pressing derivatives*

El deporte de la halterofilia ha sufrido modificaciones a lo largo de su historia. Desde su introducción en los JJ.OO. de Ámsterdam (1928) estuvo compuesta de tres levantamientos principales: el "*clean & press*", "*snatch*" y "*clean & jerk*". Sin embargo, el "*clean & press*" se abolió en 1972 dando paso a la halterofilia moderna compuesta por el "*snatch*" y "*clean & jerk*". Esto supuso un gran cambio que posiblemente haya afectado el estudio de los "*overhead pressing derivatives*". Con ello, hay dos claros estadios en la historia de la halterofilia; el primero hace referencia al periodo antes de la abolición del *press*, donde los halterófilos entrenaban un gran volumen de estos ejercicios para rendir óptimamente en competición, el segundo corresponde con la decadencia de estos ejercicios, tras su abolición, los índices de trabajo en las diferentes planificaciones cayeron en picado.

### Literatura previa a los *weightlifting overhead pressing derivatives*

Encontramos una gran falta de literatura científica centrada en estos ejercicios. Principalmente destacamos el *press*, *push press*, *push jerk* y *split jerk*. Se han encontrado un total de 13 artículos donde se relacione a este grupo de ejercicios con variables biomecánicas. Además, sólo se encuentran 7 artículos publicados en la última veintena y no se encuentra un espectro total de artículos para todos los ejercicios.



### Resultados

El *press* es un ejercicio multi-articular que implica a los músculos del tren superior para levantar la carga, sin embargo, el tronco y la musculatura del tren inferior proporcionan la estabilidad necesaria para el desarrollo del levantamiento. Algunos autores apuntan que el *press* es mucho más aplicable al rendimiento deportivo que el bien estudiado *press* de banca, dado que en este se genera la fuerza a través de una cadena cinética cerrada con el sujeto en una posición de bipedestación realizando un empuje vertical.

El *push press* comparte gran similitud con el *press*, sin embargo, en este ejercicio se generan mayores fuerzas, ya que implica el impulso de los músculos del tren inferior, que transmiten la fuerza hacia un empuje vertical. Para realizar un óptimo uso del tren inferior, incluye dos movimientos que son el *dip* o la fase excéntrica y preparatoria y el *thrust* que corresponde con la fase de propulsión vía triple extensión de las caderas, rodillas y flexión plantar del tobillo. Se hayan más estudios sobre el *push press*, y los autores apuntan a que es un ejercicio muy interesante para generar y maximizar la producción de potencia con cargas altas y reduciendo el impacto.

El *jerk* es el ejercicio donde las cargas más pesadas son levantadas por encima de la cabeza. De hecho, es el único ejercicio donde el ser humano ha sido capaz de levantar 3 veces su peso corporal por encima de la cabeza. Estos atributos sin duda son más que beneficiosos para la mejora de la fuerza y la potencia máxima. El *jerk* comparte la fase propulsiva del *push press*, sin embargo, la fase de recepción o el *catch* no se realiza en una posición de bipedestación con un empuje de brazos, sino que el sujeto cae debajo de la barra al finalizar la fase propulsiva en dos posiciones, piernas paralelas (*push jerk*) o piernas en tijera (*split jerk*).

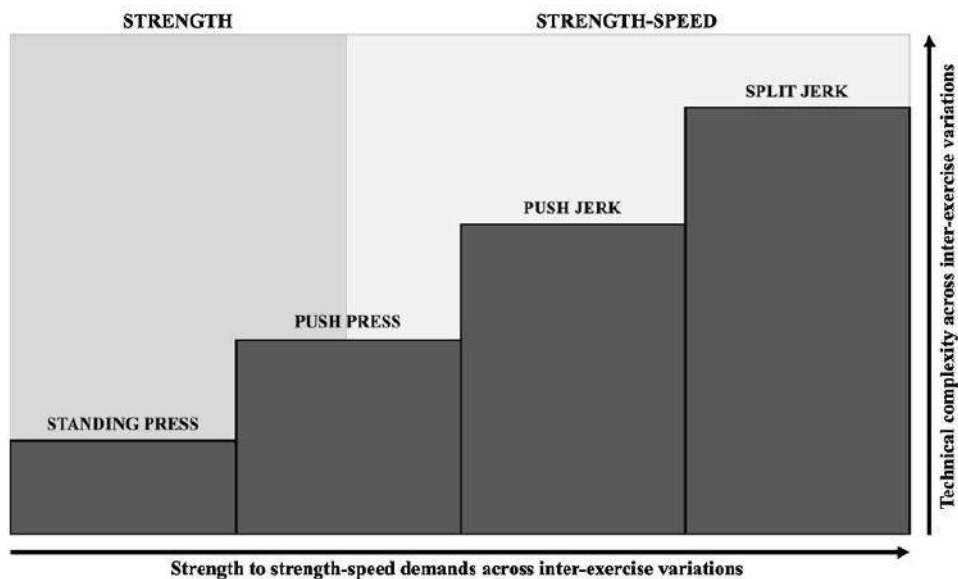
### Beneficios potenciales de los *weightlifting overhead pressing derivatives*

Principalmente, los *overhead pressing derivatives* (*press*, *push press*, *push jerk* y *split jerk*) pueden ser herramientas muy interesantes de manera general para mejorar el rendimiento en la halterofilia, aumentar el control motor y la coordinación y alcanzar altos niveles de producción de potencia que puede aumentar el rendimiento no sólo en halterófilos profesionales, sino que también en la población deportiva en general. Específicamente, estos ejercicios son un estímulo muy potente para generar altos niveles de fuerza máxima y potencia en deportistas y son mecánicamente similares a muchas tareas deportivas como los saltos, lo que puede conllevar la mejora del rendimiento deportivo en las mismas.

### [Cómo implementar los weightlifting overhead pressing derivatives en los deportes](#)

Dado que muchos de los deportistas no son halterófilos competitivos y, además, muchos de ellos nunca habrán realizado estos movimientos, requieren de una adaptación y progresión adecuada a los mismos. Aquí las estrategias de entrenamiento y de *coaching* serán muy importantes.

Principalmente se ha de adaptar al deporte, el objetivo a perseguir (mejora de fuerza/potencia/técnica) así como el momento de la planificación. Los beneficios de estos ejercicios son mejor conseguidos cuando se usan estratégicamente de acuerdo a sus propiedades de complejidad técnica y demandas de fuerza-velocidad.



*Los entrenadores pueden implementar los overhead pressing derivatives como el push press, push jerk y/o split jerk para mejorar tanto el rendimiento en la halterofilia como el rendimiento de otros deportes. Principalmente, estos ejercicios serán fantásticas herramientas de trabajo para focalizar el trabajo de fuerza y la producción de potencia. Además, estos ejercicios pueden proporcionar una variación en el estímulo de entrenamiento dadas sus demandas técnicas de control motor y coordinación, así como la capacidad para desarrollar fuerza rápidamente a través de una cadena cinética cerrada.*

ACTUALIZACIONES  
EN FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO

2019

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO

Nutrición y  
ayudas ergogénicas

## Efectos de la ingesta de cafeína sobre la variación diurna del rendimiento cognitivo y de ejercicio de alta intensidad

El propósito de este estudio fue evaluar los efectos de la ingesta de cafeína en la variación diaria de la actividad cognitiva (es decir, el tiempo de reacción (RT), la atención) y el ejercicio repetido de alta intensidad. Quince hombres activos (edad:  $20 \pm 1$  años) realizaron tareas cognitivas y físicas en dos circunstancias diferentes [después de una ingesta de placebo o cafeína (6 mg / kg)] a las seis diferentes horas del día (07h00, 09h00, 11h00, 13h00, 15h00 y 17h00) en un diseño cruzado aleatorio, doble ciego. Durante cada sesión, se registraron las pruebas de RT, atención e intervalos múltiples de 5 m. Tanto en el placebo como en las condiciones de cafeína, se encontró una variación diurna significativa con la mejora de los rendimientos cognitivos registrados a las 11h00 y 17h00 en comparación con (es decir, los peores resultados) 07h00 y 13h00. Para el rendimiento físico, los valores mejorados se registraron a las 17h00 (por ejemplo, distancia total:  $730.00 \pm 43.92$ -m y  $733.93 \pm 43.08$ -m para placebo y cafeína, respectivamente) en comparación con 07h00 (por ejemplo, la distancia total:  $698.14 \pm 45.39$ -m y  $709.21 \pm 43.78$ -m para placebo y cafeína respectivamente ( $p < 0.05$ ). Comparado con placebo, el rendimiento cognitivo (p. Ej., RT: 6,4% a las 07h00, 4,1% a las 09h00, 3,4% a las 11h00, 6,0% a las 13h00, 3,8% a las 15h00 y 3,8% a las 17h00) y físico (por ejemplo, distancia total: 1.6% a las 07h00, 0.9% a las 09h00, 0.1% a las 11h00 ( $p > 0.05$ ), 0.5% a las 13h00, 1.0% a las 15h00 y 0.5% a las 17h00). hora del día ( $p < 0.05$ ). En conclusión, el rendimiento cognitivo y físico dependen de la hora del día y la cafeína es una ayuda ergogénica efectiva para mejorar los rendimientos tanto cognitivos como físicos, especialmente en el momento de sus valores más bajos.

*Souissi y col, 2019. Effects of caffeine ingestion on the diurnal variation of cognitive and repeated high-intensity performances. Phsrmacol Biochem Behav 3-ene; doi: 10.1016/j.pbb.2019.01.001*



## Efectos de la proteína de suero vs proteína de guisante sobre las adaptaciones a un entrenamiento funcional de alta intensidad

Este estudio examinó los efectos de la suplementación con proteína de suero frente a proteína de guisante sobre las adaptaciones fisiológicas después de 8 semanas de entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT). Quince hombres y mujeres participaron en este estudio. Los participantes completaron 8 semanas de HIFT consistente en 4 sesiones de entrenamiento a la semana. Los participantes consumieron 24 g de proteína whey ó de guisante antes y después de las sesiones de entrenamiento, y entre comidas en los días de no entrenamiento. Los resultados mostraron que ambos grupos mejoraron el 1RM de squat y peso muerto. No se observaron efectos del entrenamiento en la composición corporal, espesor muscular, pico de fuerza isométrico o rendimiento en rutina de entrenamiento. No se observaron diferencias entre grupos en ninguna medida. Los autores concluyeron que la ingesta de proteínas de suero o de guisante produce similares cambios en la composición corporal, espesor muscular y fuerza después de 8 semanas de entrenamiento funcional de alta intensidad

*Banaszek y col, 2019. The Effects of Whey vs. Pea Protein on Physical Adaptations Following 8-Weeks of High-Intensity Functional Training (HIFT): A Pilot Study. Sports (Basel) 7(1). Pii: E12; doi: 10.3390/sports7010012*

### No efectos de la ingesta de zumo de remolacha sobre el rendimiento en ciclismo en mujeres físicamente activas

En este estudio se investigó los efectos de la ingesta aguda y crónica de zumo de remolacha (BRJ) sobre el consumo de oxígeno submáximo ( $\text{VO}_2$ ), rendimiento en test (TT) pedaleando y propiedades contráctiles de los flexores plantares en mujeres. En un primer estudio, utilizando un diseño doble ciego aleatorio cruzado, 12 mujeres físicamente activas que utilizaban contraceptivos ingirieron agudamente (2,5 h) y crónicamente (8 días) 280 ml BRJ/día o placebo (PLA). En los días 1 y 8, las participantes pedalearon 10 min al 50% y 70%  $\text{VO}_2\text{max}$  y completaron un TT a una carga de 4 kJ/kg de masa corporal. Los niveles de nitratos y nitritos aumentaron en plasma después de la suplementación con zumo de remolacha frente al placebo. No se observaron efectos de la ingesta de zumo de remolacha sobre el  $\text{VO}_2$  al 50% y 70%  $\text{VO}_2\text{max}$  o en el rendimiento en TT. En un segundo estudio, 12 mujeres activas ingirieron agudamente (2,5 h) y crónicamente (8 días) 280 ml BRJ/día o placebo (PLA). Se valoró la fuerza voluntaria máxima (MVC) de los flexores plantares, así como la curva momento de fuerza-frecuencia. Los resultados no mostraron efectos de la suplementación sobre la MVC, activación voluntaria, tiempo hasta momento máximo o tiempo de relajación. La fuerza a 10 Hz fue mayor respecto al inicio. En resumen, la ingesta de zumo de remolacha no mejoró la economía de pedaleo, ni el rendimiento, a pesar de que mejoró la producción de momento de fuerza a baja frecuencia.

*Wickham y col, 2019. No effect of beetroot juice supplementation on exercise economy and performance in recreationally active females despite increased torque production. Physiol Rep 7(2):e13982; doi: 10.14814/phy2.13982*

### La ingesta de zumo de remolacha no mejoró la economía de pedaleo, ni el rendimiento pedaleando en bicicleta en mujeres físicamente activas

La suplementación mantenida a altas dosis de zumo de remolacha mejora el rendimiento en ciclistas e normoxia e hipoxia

La suplementación con nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) vía ingesta de zumo de remolacha (BR) parece mejorar el rendimiento en sujetos entrenados y no entrenados. Sin embargo, hay dudas sobre su carácter ergogénico en sujetos muy entrenados. La evidencia sugiere que los efectos del  $\text{NO}_3^-$  aumentan en condiciones de reducida disponibilidad de oxígeno (ej. hipoxia), por lo que habría más probabilidad de encontrar efectos ergogénicos en hipoxia que en normoxia. En este estudio aleatorio, doble ciego cruzado los autores examinaron los efectos de 7 días de suplementación con BR con 12,4 mmol  $\text{NO}_3^-$ /día, sobre un test contrarreloj simulado de 10 k en ciclismo (TT). Participaron 12 ciclistas bien entrenados que realizaron los test en normoxia (N) e hipoxia (H). Los resultados mostraron una mejora del rendimiento con la suplementación con zumo de remolacha, sin diferencias entre hipoxia y normoxia.  $\text{VO}_2$  y ventilación pulmonar aumentaron con BR, sin encontrar diferencias entre normoxia e hipoxia. No hubo efectos de la suplementación sobre la frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno o oxigenación muscular, durante el test simulado. Los resultados sugieren nuevas evidencias que muestran la mejora del rendimiento con la administración de altas dosis de nitratos en ciclistas entrenados, tanto en hipoxia, como en normoxia.

*Rokkedal-Lausch y col, 2019. Chronic high-dose beetroot juice supplementation improves time trial performance of well-trained cyclists in normoxia and hypoxia. Nitric Oxide 24-ene; doi: 10.1016/j.niox.2019.01.011*

### Efectos de la administración de citrato sódico como ayuda ergogénica en natación

El objetivo de este estudio fue investigar los efectos de la ingesta de bicarbonato sódico (SB) y citrato sódico (SC) sobre el rendimiento en 400 m estilo libre en natación. Participaron 6 nadadores de nivel nacional, en un estudio con diseño doble ciego cruzado con placebo. Noventa minutos después de consumir SB (0,3 g/kg), SC (0,3 g/kg) o placebo (PL) los participantes realizaron una prueba de 400 m crol durante 3 días consecutivos. El orden de la suplementación fue aleatorio. Se obtuvieron muestras de sangre en reposo, 60 min post-ingesta, inmediatamente después del test y 15 min después del test. Los resultados mostraron un aumento del exceso de base (BE) 60 min después de ingerir SB, pero no después de ingerir SC. Los tiempos en los test mejoraron un 0,6% después de SB frente a PL en 5 de los 6 participantes. En contraste, la ingesta de SC disminuyó el rendimiento un 0,2%. No se observaron efectos secundarios en ningún caso. Los autores concluyeron que la ingesta de bicarbonato sódico provee un efecto ergogénico modesto, mientras que no se evidenció efectos con la aportación de citrato sódico.

*Kumstát y col, 2018. Does Sodium Citrate Cause the Same Ergogenic Effect As Sodium Bicarbonate on Swimming Performance?. J Hum Kinet 65: 89-98; doi: 10.2478/hukin-2018-0022*

## La suplementación con capsaicina aumenta el tiempo hasta el agotamiento en ejercicios intermitentes de alta intensidad

La capsaicina es una oleorresina, y es un componente activo de los pimientos picantes. Se le han atribuido efectos antioxidantes y analgésicos, así como anticancerígenos. Los autores de este estudio investigaron los efectos agudos de la suplementación con capsaicina sobre el rendimiento y las respuestas fisiológicas durante un ejercicio intermitente de alta intensidad (HIIE). Participaron 13 hombres voluntarios que realizaron un test de esfuerzo incremental para determinar el VO<sub>2</sub>pico y la velocidad asociada al VO<sub>2</sub>pico (VAP). Los sujetos realizaron 2 sesiones de ejercicio con un diseño doble ciego: HIIE (15 s: 15 s al 120% VAP, 45 min después de consumir 12 mg de capsaicina o un placebo isocalórico). Los resultados no mostraron diferencias entre ingerir capsaicina o placebo en ninguna variable fisiológica analizada, excepto en el tiempo hasta el agotamiento que fue mayor en el grupo de capsaicina (102 intervalos vs 89 intervalos). Los autores concluyeron que la suplementación con capsaicina aumenta el rendimiento en ejercicios intermitentes de alta intensidad sin modificar la respuesta metabólica, ni la percepción de esfuerzo.

*de Freitas y col, 2019. Capsaicin supplementation increases time to exhaustion in high-intensity intermittent exercisewithout modifying metabolic responses in physically active men. Eur J Appl Physiol 8-feb; doi: 10.1007/s00421-019-04086-w*

## Efectos de la suplementación con zumo de remolacha sobre el rendimiento de corredores aficionados

En este estudio se investigaron los efectos de la suplementación durante 3 días de zumo de remolacha (BJR) sobre el VO<sub>2</sub>max, velocidad asociada al VO<sub>2</sub>max (VAM) y velocidad pico (Vpico) en corredores aficionados. Participaron 13 corredores que realizaron 4 test sobre un tapiz rodante en orden aleatorio en un diseño doble ciego cruzado. 2 test máximos para determinar VO<sub>2</sub>max y VAM, y dos test para determinar Vpico. Las sesiones fueron realizadas después de 3 días de suplementación con BRJ rico en nitratos o BJR sin nitratos. La última dosis se administró 2 h antes del test. Los resultados mostraron que el VO<sub>2</sub>max fue más alto con BJR vs placebo, así como la VAM y la Vpico. Los autores concluyeron que el consumo de zumo de remolacha rico en nitratos durante 3 días mejoró el VO<sub>2</sub>mx, VAM y velocidad pico de carrera en corredores aficionados.

*de Castro y col, 2019. Effects of chronic beetroot juice supplementation on maximum oxygen uptake, velocity associated with maximum oxygen uptake, and peak velocity in recreational runners: a double-blinded, randomized and crossover study. Eur J Appl Physiol 12-feb; doi: 10.1007/s00421-019-04094-w*



### Efectos de la suplementación con creatina sobre el rendimiento muscular en edad avanzada

En este estudio se compararon los efectos de diferentes dosis de creatina, independientemente del entrenamiento de fuerza, sobre el rendimiento y funcionalidad del músculo esquelético en edad avanzada. Utilizando un diseño experimental doble ciego cruzado, los participantes fueron incluidos en uno de los siguientes grupos: alta dosis de creatina (CR-H; 0,3 g/kg/día de creatina + 0,1 g/kg/día de maltodextrina); moderada dosis de creatina (CR-M; 0,1 g/kg/día de creatina + 0,3 g/kg/día de maltodextrina); ó Placebo (0,4 g/kg/día de maltodextrina), durante 10 días consecutivos. Se valoró la fuerza muscular de varios grupos musculares (1RM), la fuerza resistencia (máximo número de repeticiones al 80% y 70% 1RM, para prensa de piernas y press de banca, respectivamente), y rendimiento (balance dinámico). Los resultados mostraron un aumento significativo de la fuerza muscular y resistencia muscular en todas las condiciones analizadas. Los autores concluyeron que la suplementación a corto plazo con creatina, independientemente de la dosis utilizada y ante la ausencia de entrenamiento asociado, no tuvo efectos sobre el rendimiento muscular en personas de edad avanzada.

*Chami J, Candow DG, 2019. Effect of Creatine Supplementation Dosing Strategies on Aging Muscle Performance. J Nutr Health Aging 23(3): 281-285; doi: 10.1007/s12603-018-1148-8*

## Efectos de la suplementación oral con L-citrulina y L-arginina en un test de 10 min de potencia en bicicleta

La administración oral de L-citrulina (Cit) aumenta la concentración plasmática de L-arginina (Arg) y la producción de óxido nítrico (NO). El NO dilata los vasos sanguíneos y potencialmente mejora el rendimiento deportivo. La combinación de aporte oral de Arg y Cit (Arg+Cit) incrementa de manera inmediata los niveles de arginina plasmática y las concentraciones de nitrito/nitrato (NOx) en mayor cuantía que la administración de Cit ó Arg aisladamente. En este estudio los autores valoraron los efectos de la administración oral de Arg + Cit sobre el rendimiento en un test de 10 min en bicicleta. Veinticuatro jugadores de fútbol varones ingirieron, en un diseño doble ciego cruzado, Cit+Arg o placebo (ambos 1,2 g/día) durante 6 días. En el día 7, ingirieron Cit+Arg 1 h antes de realizar un ejercicio de 10 min de máxima potencia en bicicleta. Se midieron niveles de NOx y aminoácidos antes y después del test, así como la percepción del esfuerzo. Los resultados mostraron que la potencia fue mayor en Cit+Arg que en placebo. Las concentraciones plasmáticas postejercicio de NOx, Cit y Arg fueron más altas en el grupo Cit+Arg que en placebo. Cit+Arg también mejoró la percepción subjetiva del esfuerzo. En conclusión, siete días de administración oral de Citrulina (1,2 g/día) y Arginina (1,2 g/día) mejoraron el rendimiento en un test de 10 min en bicicleta y la percepción del esfuerzo en jugadores de fútbol universitarios.

*Suzuki y col, 2019. A combination of oral L-citrulline and L-arginine improved 10-min full-power cycling test performance in male collegiate soccer players: a randomized crossover trial. Eur J Appl Physiol 16-feb; doi: 10.1007/s00421-019-04097-7*

### Tasa de oxidación de grasas en futbolistas profesionales

Existen importantes variaciones interindividuales en la tasa máxima de oxidación de las grasas (MFO) y en la intensidad de ejercicio en que ello ocurre (FATMAX). Sin embargo, no hay datos que describan la forma de curva de la oxidación de las grasas o si existen diferencias individuales cuando se comparan en ocasiones separadas. Además, hay una escasez importante de datos referidos a atletas profesionales de deportes de equipo. El objetivo de esta investigación fue realizar un test-retest de la curva (concavidad) y altura de la curva de la oxidación de las grasas en un grupo de jugadores de fútbol profesional. Participaron 16 jugadores profesionales que realizaron en 2 ocasiones un test de esfuerzo de intensidad creciente en ayunas de  $\geq 5$  h. Se determinaron las tasas de oxidación de las grasas utilizando calorimetría indirecta. Se valoró el  $\text{VO}_2\text{max}$  para calcular FATMAX (% $\text{VO}_2\text{max}$ ). Los resultados mostraron un valor absoluto medio de MFO de 0,69 g/min (rango 0,45-0,99 g/min). A nivel del conjunto del grupo no se observó diferencias en MFO entre los dos test. No se observaron diferencias en la forma de la curva en 13 de 16 jugadores entre los dos test. Tampoco hubo diferencias en la altura vertical de la curva en 10 de los 16 jugadores. Los autores concluyen que la forma de la curva de la oxidación de las grasas no se modificó, siendo más susceptible de cambio la altura de la curva.

*Randell y col, 2019. Fat Oxidation Rates in Professional Soccer Players. Med Sci Sports Exerc 4-marzo; doi: 10.1249/MSS.0000000000001973*

## Suplementación con cafeína, rendimiento, daño muscular y percepción de fatiga en futbolistas

El fútbol es un deporte complejo y el rendimiento depende de muchos factores, algunos físicos, otros tácticos y otros técnicos. En los últimos años varios estudios han investigado el impacto de la cafeína en el rendimiento físico de los futbolistas, pero los resultados de las investigaciones no han sido adecuadamente analizados en su conjunto. En esta revisión sistemática el objetivo fue evaluar de manera crítica la efectividad de la suplementación con cafeína a dosis moderadas sobre el rendimiento físico en fútbol. La revisión incluyó 17 estudios. Los resultados mostraron efectos positivos sobre el salto (100%), capacidad de repetir sprint (100%) y distancia total recorrida en partido (100%). Sin embargo, solo una investigación encontró efectos de la cafeína sobre marcadores de daño muscular, mientras que no se encontraron estudios que mostraran efectos positivos sobre la percepción de esfuerzo. Los autores concluyeron que una única dosis de cafeína ingerida 60 min antes del partido se asocia a mejoras de habilidades relacionadas con el rendimiento en el fútbol.

*Mielgo-Ayuso y col, 2019. Caffeine Supplementation and Physical Performance, Muscle Damage and Perception of Fatigue in Soccer Players: A Systematic Review. Nutrients 11(2): pii: E440; doi: 10.3390/nu11020440*

### Efectos agudos de la suplementación con L-arginina sobre la cinética del VO<sub>2</sub> y oxihemoglobina y desoxihemoglobina muscular durante carrera

La L-arginina se utiliza como un precursor de óxido nítrico para mejorar el rendimiento deportivo, así como la recuperación muscular después del ejercicio. Sin embargo, el aval de la literatura científica no es concluyente. El objetivo de este estudio fue determinar los efectos agudos de la suplementación oral con L-arginina sobre la cinética del VO<sub>2</sub> y volumen y oxigenación muscular local durante un ejercicio en tapiz rodante corriendo a dos intensidades diferentes. Se utilizó un modelo doble ciego cruzado, participando 11 sujetos jóvenes y sanos, a los que se administró 6 g de L-arginina (ARG) o placebo (PL), 60 min antes del test de ejercicio. Los test consistieron en carrera a dos intensidades diferentes de 5 min (90% VT<sub>1</sub>; y 50% de la diferencia entre VT<sub>1</sub> y VO<sub>2</sub>pico), separados por 1 min de recuperación caminando. Las valoraciones fisiológicas se realizaron antes y 6 min después de finalizar el ejercicio. Los resultados no mostraron diferencias en las concentraciones de nitrito plasmático entre ARG y PLA. Tampoco se observaron diferencias en la cinética del VO<sub>2</sub>, así como en las variables relacionadas con la oxigenación muscular. Los autores concluyeron que la suplementación aguda con L-arginina no modificó el costo de O<sub>2</sub>, ni la oxigenación muscular en ejercicio, por lo que los resultados no soportan la utilización de L-arginina como ayuda ergogénica durante la carrera en jóvenes sanos.

*Meirelles y col, 2019. Acute Effects of L-Arginine Supplementation on Oxygen Consumption Kinetics and Muscle Oxyhemoglobin and Deoxyhemoglobin during Treadmill Running in Male Adults. Int J Exerc Sci 12(2): 444-455*

## Beneficios de la suplementación con HMB en sujetos entrenados y no entrenados

El HMB ( $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metil-butirato) es un aminoácido del metabolismo de la leucina que ha sido y es muy utilizado como suplemento ergogénico para aumentar la fuerza muscular, mejorar la hipertrofia y potenciar la recuperación postejercicio. Los mecanismos fisiológicos que justifican esos posibles beneficios están relacionados con la potenciación de la síntesis proteica muscular y atenuación de la ruptura muscular. Aunque la evidencia que soporta los beneficios no es concluyente, la mayoría encuentra efectos más positivos que neutros sobre los beneficios asociados especialmente en sujetos entrenados. Esos mecanismos que permiten una atenuación en la degradación muscular al tiempo que un estímulo de la síntesis de proteínas musculares, han sido contemplados con mucho interés por científicos con el fin de trasladar esos potenciales efectos sobre individuos no entrenados. Recientes investigaciones realizadas con ejercicios de alta intensidad han mostrado eficacia del HMB en el mantenimiento de la masa muscular y la atenuación de la respuesta inflamatoria.

*Gepner y col, 2019. Benefits of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate supplementation in trained and untrained individuals. Res Sports ed 27(2): 204-218; doi: 10.1080/15438627.2018.1533470*



### La suplementación con vitaminas antioxidantes previene el estrés oxidativo pero no mejora el rendimiento en jóvenes futbolistas

El objetivo de este estudio fue verificar los efectos de la suplementación con vitaminas antioxidantes (C y E) sobre el estrés oxidativo, dolor muscular tardío (DOMS) y rendimiento en jugadores de fútbol durante un periodo de recuperación después de un protocolo de ejercicio diseñado para provocar estrés oxidativo. Veintiuno futbolistas fueron asignados aleatoriamente a uno de los siguientes dos grupos: placebo y suplementación con antioxidantes. Los antioxidantes se administraron en forma de vitamina C (500 mg/día) y E (400 UI/día) durante 15 días. Después de 7 días de suplementación los atletas realizaron un protocolo de ejercicio para inducir estrés oxidativo que consistió en saltos pliométricos y series de ejercicio de fuerza hasta el agotamiento. Se obtuvieron datos antes, ya las 24, 48 y 72 h postejercicio. La suplementación con antioxidantes causó un aumento de su concentración en sangre. La suplementación antioxidante pudo inhibir el estrés oxidativo caracterizado por el aumento de los marcadores de peroxidación de lípidos, malondialdehído y la peroxidación total de lípidos, así como la reducción de la proporción de glutatión a glutatión oxidado promovida por el ejercicio. Sin embargo, la suplementación con antioxidantes no redujo significativamente la concentración de creatina quinasa en plasma o DOMS durante los días de recuperación. Del mismo modo, la suplementación con vitamina C y E no mejoró la potencia muscular, la agilidad o la potencia anaeróbica, ni proporcionó ningún indicio de una recuperación muscular más rápida. Los autores concluyeron que la suplementación con vitaminas antioxidantes no atenuó los marcadores de daño muscular y dolor, ni mejoró el rendimiento, no comportándose por tanto como una ayuda ergogénica en jóvenes futbolistas, aún reduciendo el estrés oxidativo.

*de Oliveira y col, 2019. Antioxidant vitamin supplementation prevents oxidative stress but does not enhance performance in young football athletes. Nutrition 63: 29-35; doi: 10.1016/j.nut.2019.01.007*

### La suplementación con nicotina no afecta el rendimiento de 1 h de ciclismo contrarreloj en deportistas entrenados

El uso de nicotina entre atletas de elite es elevado, con mayor prevalencia de utilización en ciclistas. Sin embargo, la evidencia científica sobre sus efectos en el rendimiento está muy poco sustentada. Los autores del estudio determinaron si la administración de nicotina tenía efectos ergogénicos durante una contrarreloj simulada de 1 h en ciclismo (TT). Participaron 10 ciclistas entrenados ( $34 \pm 9$  años;  $VO_{2max}$ ,  $71 \pm 6$  ml/kg/min) que completaron en forma aleatoria 3 sesiones de ejercicio: TT después de 30 min de haber recibido 2 mg nicotina (GUM), 10 h después de recibir 7 mg/24 h de nicotina (PAT) o placebo (PLA). Se midió el metabolito primario de la nicotina (colinina), la temperatura corporal, frecuencia cardiaca, bioquímica de la sangre, escala de Borg (RPE) y medidas de rendimiento (tiempo y potencia). Los resultados mostraron mayores concentraciones plasmáticas de colinina en PAT, seguido de GUM. GUM y PAT no afectó significativamente al rendimiento en comparación con PLA. La temperatura corporal fue similar entre condiciones, así como la frecuencia cardiaca. Tampoco hubo diferencias en el perfil bioquímico analizado, ni en la RPE. Los autores concluyeron que la administración de nicotina no ejerce efecto ergogénico o ergolítico sobre el rendimiento.

*Mündel y col, 2019. Nicotine Supplementation Does Not Influence Performance of a 1h Cycling Time-Trial in Trained Males. *Gront Physiol* 10: 292; doi: 10.3389/fphys.2019.00292*

## Efectos de una dieta cetogénica sobre la capacidad submáxima de ejercicio y la eficiencia en corredores

El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos de 31 días de dieta cetogénica (KD) sobre la capacidad de ejercicio y eficiencia de carrera en atletas. Ocho corredores entrenados ( $VO_{2max}$ ,  $59.4 \pm 5.2$  ml/kg/min) participaron en el estudio. Los participantes ingirieron su dieta habitual (HD;  $43 \pm 8$  % carbohidratos and  $38 \pm 7$  % grasas) o una KD isoenergética ( $4 \pm 1$  % carbohidratos and  $78 \pm 4$  % grasas) durante 31 días. En los días 2 y 29, los sujetos realizaron un test en ayunas ( $\approx 25$  min) y en los días 0 y 31 completaron una carrera hasta el agotamiento al 70%  $VO_{2max}$ , después de ingerir una comida rica en carbohidratos (2 g/kg) o una comida isoenergética baja en carbohidratos, rica en grasas, con suplementación durante el ejercicio con carbohidratos ( $\approx 55$  g/h) o grasa isoenergética (aceite de coco). Los resultados mostraron que no hubo efectos de la dieta sobre el  $VO_{2max}$ . La KD afectó a la eficiencia de carrera, particularmente a  $>70\%$   $VO_{2max}$ . Sin embargo, la eficiencia se mantuvo en  $<60\%$   $VO_{2max}$ . No hubo efectos de la dieta sobre el tiempo hasta el agotamiento (pre-HD,  $237 \pm 44$  vs post-HD,  $231 \pm 35$  min;  $p = 0.44$  and pre-KD,  $239 \pm 27$  vs post-KD,  $219 \pm 53$  min;  $p = 0.36$ ). En conclusión, una dieta cetogénica de 31 días puede preservar la capacidad de ejercicio submáximo en atletas entrenados, aunque puede perjudicar la eficiencia de carrera.

*Shaw y col, 2019. Effect of a Ketogenic Diet on Submaximal Exercise Capacity and Efficiency in Runners. Med Sci Sports Exerc 25-abr; doi: 10.1249/MSS.0000000000002008*

### Impacto de la hora del día del entrenamiento sobre la absorción de hierro en atletas

El objetivo de esta investigación fue estudiar la respuesta inflamatoria postejercicio, así como las respuestas de la hepcidina y absorción de hierro en relación a la realización de ejercicio de resistencia aeróbica realizado por la mañana o por la tarde. Participaron 16 corredores de resistencia aeróbica entrenados (10 hombres, 6 mujeres) con niveles de ferritina sérica de  $<50$   $\mu\text{g/L}$ . Los voluntarios completaron 90 min corriendo al 65%  $\text{vVO}_2\text{max}$ , por la mañana (AM) o por la tarde (PM), en un diseño cruzado. 30 minutos después del ejercicio se administró hierro marcado con la comida habitual. Se obtuvieron muestras de sangre venosa antes, inmediatamente después y 3 h después, valorando niveles de ferritina, IL-6 y hepcidina. Una muestra más de sangre se obtuvo 14 días después para determinar la incorporación del hierro al eritrocito, lo que fue utilizado para calcular la absorción de hierro. Los resultados mostraron un aumento de la IL-6 con el ejercicio y hepcidina 3 h después del ejercicio. La absorción de hierro fraccional fue significativamente mayor en el desayuno después del ejercicio AM, en comparación con la condición de reposo (0,778%;  $p = 0,020$ ) y la cena en la prueba de ejecución de AM (0,672%;  $p = 0,011$ ). El hierro se absorbió mejor en la mañana siguiente al ejercicio, lo que indica que puede haber un mecanismo transitorio durante la ventana aguda posterior al ejercicio para promover la absorción de hierro y oponerse a la regulación homeostática por elevaciones de hepcidina en suero.

*McCormick y col, 2019. The Impact of Morning versus Afternoon Exercise on Iron Absorption in Athletes. Med Sci Sports Exerc 1-may; doi: 10.1249/MSS.0000000000002026*

### Efectos ergogénicos del enjuague con bebida con carbohidratos en atletas deshidratados

El objetivo de esta investigación fue examinar los efectos del enjuague bucal con una bebida con carbohidratos (CHO) sobre el rendimiento de carrera en sujetos deshidratados. Se utilizó un diseño doble ciego, aleatorio, cruzado, en el que participaron 12 corredores bien entrenados que completaron 4 sesiones de ejercicio hasta el agotamiento (TTE) a una velocidad equivalente al 70% VO<sub>2</sub>pico en condiciones termoneutras. En cada periodo de carrera los participantes se enjuagaron cada 15 min la cavidad bucal sin tragar, una bebida de 25 ml con 6% CHO o con placebo (PLA) durante 10 s. Los 4 test de carrera consistieron en 2 sesiones euhidratados (EU.CHO y EU-PLA) y dos sesiones deshidratados (DY-CHO y DY-PLA). Antes de cada TTE los atletas fueron deshidratados por medio de ejercicio, seguido de un periodo de reposo durante el que se rehidrataron de manera equivalente a la pérdida de masa corporal o ingirieron solo 50 mL de agua (DY). Los resultados mostraron que el enjuague con CHO mejoró el rendimiento en TTE en DY en comparación con EU. No hubo diferencias entre grupos en frecuencia cardiaca, glucemia o niveles de lactato, ni en valoraciones subjetivas de esfuerzo. Los autores concluyeron que el enjuague bucal con carbohidratos mejoró el rendimiento en carrera en mayor cuantía en estado deshidratado debido a una mayor sensibilidad de los receptores orales relacionados con la sed y la activación central. Estos resultados muestran que el nivel de deshidratación altera el efecto de la percepción del cerebro por la presencia de carbohidratos en la boca.

*Kamaruddin y col, 2019. The ergogenic potency of carbohydrate mouth rinse on endurance running performance of dehydrated athletes. Eur J Appl Physiol 16-may; doi: 10.1007/s00421-019-04161-2*

### Suplementación con ácidos grasos poliinsaturados omega-3 en el rendimiento deportivo

La suplementación con ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (PUFA) se ha propuesto como ayuda ergogénica en deportistas. La justificación se basa en las propiedades antiinflamatorias y en la potencial modificación funcional de la membrana celular facilitando la fluidez de las proteínas y lípidos en el sarcolema. Los autores de esta revisión evalúan los hallazgos de la literatura científica en relación a la eficacia de su suplementación respecto a la mejora del rendimiento en el contexto de las adaptaciones musculares, metabolismo energético, recuperación muscular y prevención de lesiones. Basados en la información disponible existe evidencia científica a favor de la mejora del rendimiento de resistencia aeróbica por la suplementación de n-3PUFA, al reducir el costo de oxígeno durante el ejercicio. Además, varios estudios han observado un beneficio en la mejora de la recuperación después de ejercicios con alto componente excéntrico. En contraste, no hay evidencia de que la suplementación con n-3PUFA facilite el crecimiento muscular en el entrenamiento de fuerza o preserve la masa muscular en escenarios catabólicos como la restricción de energía o la inmovilización.

*Philpott y col, 2019. Applications of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation for sport performance. Res Sports Med 27(2): 219-237; doi: 10.1080/15438627.2018.1550401*

### Efectos de la suplementación con beta-alanina sobre el rendimiento de fuerza después de un ejercicio intermitente de alta intensidad

Los autores investigaron los efectos de 28 días de suplementación con beta-alanina (BA) sobre los efectos interferenciales del entrenamiento intermitente de alta intensidad (HIIE) sobre el rendimiento de fuerza y composición corporal, al combinar el HIIE con un programa de entrenamiento de fuerza. Participaron 22 hombres que fueron asignados aleatoriamente a un grupo con suplementación con BA (6,4 g/día) o placebo (6,4 g/día de maltodextrina) durante 28 días. Se utilizó la bioimpedancia para valorar composición corporal. Los participantes realizaron 5000 m HIIE (relación 1:1 trabajo-descanso) seguido de entrenamiento de fuerza (4 series al 80% 1RM de prensa de piernas hasta el fallo), al inicio y después de 28 días de entrenamiento como test de valoración. El programa de entrenamiento de fuerza consistió en 3 series de 10-12 RM con 90 s de recuperación entre series, realizadas 4 días por semana. Los resultados mostraron que el test post-HIIE mejoró después del entrenamiento, pero no hubo diferencias entre grupos. No hubo modificaciones significativas de la composición corporal. Los autores concluyeron que 28 días de suplementación con beta-alanina no previene la pérdida aguda de fuerza después de un ejercicio interválico de alta intensidad, ni incrementa adicionalmente la fuerza o la hipertrofia asociados al entrenamiento.

*Freitas y col, 2019. Short-Time  $\beta$ -Alanine Supplementation on the Acute Strength Performance after High-Intensity Intermittent Exercise in Recreationally Trained Men. Sports (Basel) 9-mayo 7(5); doi: 10.3390/sports7050108*



### L-arginina y rendimiento en fuerza

El objetivo de este estudio fue examinar las respuestas cardiovasculares, endotelial y de rendimiento frente al consumo de L-arginina, por medio de la valoración de la vasodilatación mediada por el flujo (FMD) y otros indicadores (frecuencia cardiaca, variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV), presión sanguínea y momento de fuerza), antes y después de un ejercicio de fuerza. Participaron 30 sujetos (50% hombres) de 20,4 años, en un estudio aleatorio doble ciego cruzado. Los participantes completaron 5 series de flexión-extensión de codo después de consumir 3 g de L-arginina o 3 g de placebo. Los resultados mostraron un descenso significativo en el momento de fuerza de extensión y flexión del codo. La respuesta de FMD después del ejercicio fue  $\square$ 5,8% menor que antes del ejercicio de fuerza. El incremento de la vasodilatación debido al ejercicio de fuerza no fue mayor por la ingesta de L-arginina, ni tampoco mejoró el rendimiento. Tampoco la ingesta de L-arginina afectó a la activación del sistema nervioso simpático al ejercicio.

*Streeter y col, 2019. Endothelial, Cardiovascular, and Performance Responses to L-Arginine Intake and Resistance Exercise. Int J Exrc Sci 12(2): 701-713*

### Efectos sobre el rendimiento de la ingesta de carbohidratos entre sesiones de ejercicio interválico de alta intensidad

Este estudio valoró si el consumo de carbohidratos (CHO) durante las 2 h de recuperación entre sesiones de ejercicio mejora el rendimiento en la siguiente sesión de entrenamiento. 10 sujetos físicamente activos participaron en este estudio de diseño cruzado aleatorizado, completaron 2 sesiones de ejercicio separadas por 2 h de recuperación. Las sesiones incluyeron 5 intervalos x 4 min al 80% VO<sub>2</sub>pico separados con 2 min al 40% VO<sub>2</sub>pico, finalizando con un test hasta el agotamiento (ET) al 90% VO<sub>2</sub>pico. Inmediatamente después de la primera sesión, los sujetos ingirieron CHO (1,2 CHO/kg) o placebo (PL). Los resultados mostraron que la duración de ET disminuyó tras la sesión 2 frente a la sesión 1 en ambas condiciones, pero fue  $\approx$ 35% mayor después de la sesión 2 con CHO vs PL. El VO<sub>2</sub> y el déficit de oxígeno durante las sesiones no se afectaron por las condiciones. La percepción del esfuerzo fue más alta en la sesión 2 vs sesión 1, y se redujo en los intervalos 2 y 4 en CHO. Los autores concluyeron que cuando la recuperación entre sesiones de entrenamiento sea de  $\approx$ 2 h, los atletas pueden mejorar el rendimiento de la segunda sesión ingiriendo carbohidratos durante la recuperación.

*McCarthy DG y Spriet LL, 2019. Performance Effects of Carbohydrate Ingestion Between Bouts of Intense Aerobic Interval Exercise. Int J Sports Physiol Perform 12: 1-21; doi: 10.1123/ijsp.2019-0239*

## Efectos del zumo de remolacha sobre el estado de ánimo, percepción de esfuerzo y rendimiento durante un test de Wingate

La suplementación con nitrato inorgánico parece aumentar el rendimiento en ejercicios de alta intensidad por medio de la mejora de la contractilidad muscular y la efectividad metabólica. La mejora de aspectos psico-fisiológicos asociados a la ingesta de nitratos puede contribuir también a la mejora del rendimiento observada. Los autores de este estudio valoraron los efectos de la ingesta de nitratos (zumo de remolacha, BJ) sobre el estado de ánimo (POMS), percepción del esfuerzo (RPE) y rendimiento durante un test de máxima intensidad de 30 s en cicloergómetro (test de Wingate). Se estableció un diseño experimental doble ciego cruzado en el que 15 sujetos completaron 2 sesiones en laboratorio después de ingerir zumo de remolacha con nitratos o sin nitratos (placebo). Los participantes completaron cuestionarios para valoración del POMS y realizaron un test de Wingate. Después del test los sujetos indicaron su RPE muscular, central (cardiovascular) y total. Los resultados mostraron que en comparación al grupo placebo la suplementación con nitratos aumentó la potencia pico en el test (+4.4%,  $11.5 \pm 0.7$  vs.  $11.1 \pm 1.0$  W·kg<sup>-1</sup>,  $p = 0.039$ ), acortando el tiempo para alcanzar la potencia pico ( $7.3 \pm 0.9$  vs.  $8.7 \pm 1.5$  s,  $p = 0.002$ ) en el test. El estado de ánimo (POMS) ligado a la "tensión" aumentó antes del test con la ingesta de nitratos y el RPE muscular fue más bajo al finalizar el test después de la ingesta de nitratos en comparación al placebo. Los autores concluyeron que la suplementación con nitratos mejora el rendimiento en un test de 30 s de máxima intensidad, asociándose a un descenso de la percepción de fatiga muscular post.ejercicio y a un aumento de activación pre-ejercicio.

*Jodra y col, 2019. Effect of Beetroot Juice Supplementation on Mood, Perceived Exertion and Performance During a 30 s Wingate Test. Int J Sports Physiol Perform 7: 1-20; doi: 10.1123/ijsp.2019-0149*

## Similares efectos de la proteína de suero vs proteína de vacuno sobre composición corporal y rendimiento

La suplementación con proteínas mejora la composición corporal y el rendimiento. Los suplementos que contienen proteínas de suero (WP) han recibido la mayor atención, pero otras fuentes de proteínas como la proteína derivada del vacuno (BP) están ganando popularidad. Los autores realizaron una revisión sistemática y metaanálisis comparando los efectos del entrenamiento combinado con suplementación con WP, BO o no proteínas (NO) sobre la composición corporal o el rendimiento. Siete estudios (27° sujetos) fueron incluidos en la revisión. Los resultados no mostraron diferencias entre BP y WP en el consumo total de proteínas, masa libre de grasa o masa grasa. BP aumentó el consumo total diario de proteínas, masa libre de grasa y fuerza de miembros inferiores, en comparación con NP, pero no se observaron diferencias entre ambas condiciones en masa grasa, fuerza miembros superiores o niveles totales de hierro. En resumen, la proteína procedente del vacuno aporta similares efectos que la proteína de suero, sobre el consumo total de proteínas y la composición corporal. En comparación con la no suplementación de proteínas, el aporte de proteína de vacuno aumenta el consumo diario total de proteínas, la masa libre de grasa y la fuerza de miembros inferiores.

*Valenzuela y col, 2019. Does Beef Protein Supplementation Improve Body Composition and Exercise Performance? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Nutrients 11(86); doi: 10.3390/nu11061429*

### Suplementación con antioxidantes y respuestas adaptativas al entrenamiento

La suplementación con antioxidantes es habitual en atletas con el fin de reducir el estrés oxidativo y con ello mejorar la recuperación y aumentar el rendimiento. En esta revisión sistemática se analizaron los efectos de la suplementación con antioxidantes en relación al ejercicio. Los resultados mostraron que el ejercicio agotador induce una respuesta enzimática antioxidante y la suplementación con bajos niveles de antioxidantes no bloquea esta respuesta adaptativa. La suplementación con antioxidantes disminuye el daño oxidativo que afecta a las vías de señalización celular asociado a la hipertrofia muscular. Sin embargo, la regulación positiva de las enzimas antioxidantes endógenas después del entrenamiento de fuerza se bloquearía por la suplementación con antioxidantes exógenos. La suplementación con antioxidantes no afecta la mejora del rendimiento inducida por el ejercicio de fuerza. Los efectos de la suplementación con antioxidantes en el rendimiento físico y el estado redox pueden variar según los niveles basales. En resumen, la respuesta antioxidante al ejercicio tiene dos componentes: en el momento del estrés ligado al ejercicio, y la adaptación a través de procesos de modulación genética frente a una situación pro-oxidante persistente. La administración aguda de antioxidantes inmediatamente antes o durante una sesión de ejercicio puede tener efectos beneficiosos, como un retraso en el inicio de la fatiga y una reducción en el período de recuperación. La administración crónica de suplementos antioxidantes puede afectar las adaptaciones al ejercicio, y solo es beneficiosa en sujetos con niveles basales bajos de antioxidantes.

*Pastor R y Tur JA, 2019. Antioxidant Supplementation and Adaptive Response to Training: A Systematic Review. Curr Pharm Des 1-jul; doi: 10.2174/1381612825666190701164923*

### Efecto de distintas dosis de cafeína sobre la velocidad y potencia en press de banca en atletas consumidores habituales de cafeína

El principal objetivo de esta investigación fue valorar los efectos agudos de la ingesta de 3, 6, 9 mg/kg de cafeína (CAF) sobre la potencia y velocidad en un ejercicio de press de banca en atletas consumidores habituales de cafeína. Participaron 15 sujetos entrenados en fuerza ( $26.8 \pm 6.2$  años,  $82.6 \pm 9.7$  kg; 1RM press banca =  $122.3 \pm 24.5$  kg). Todos los participantes eran consumidores habituales de cafeína ( $5.2 \pm 1.2$  mg/kg;  $426 \pm 102$  mg de cafeína/día). El estudio se realizó en 4 sesiones experimentales con un diseño doble ciego cruzado aleatorio, con 1 semana de intervalo entre sesiones. En cada sesión experimental los sujetos realizaron 3 series de 5 repeticiones de press de banca al 50% 1RM. La potencia y velocidad de la barra se midió en distintas condiciones: placebo (PLAC), 3, 6 y 9 mg/kg CAF. Los resultados no mostraron diferencias entre grupos en la potencia o velocidad del movimiento. Los autores sugieren que la ingesta de cafeína antes de un ejercicio de potencia muscular no tiene efectos fisiológicos en atletas consumidores habituales de cafeína.

*Wilk y col, 2019. The Acute Effect of Various Doses of Caffeine on Power Output and Velocity during the Bench Press Exercise among Athletes Habitually Using Caffeine. Nutrients 27 jun, 11(7), pii: E1465; doi: 10.3390/nu11071465*

### Suplementación con curcumina después de ejercicios que implican daño muscular

La curcumina es un colorante natural procedente de la cúrcuma, especia obtenida del rizoma de la planta del mismo nombre cultivada principalmente en la India. El principio activo de la cúrcuma es el polifenol curcumina (responsable de su color amarillo). El ejercicio con alto componente excéntrico se asocia con más frecuencia a daño muscular que puede llegar a afectar al rendimiento posterior. Por tanto, atenuar el daño muscular puede mejorar el rendimiento y la recuperación. En este estudio se examinó el efecto de dos dosis de suplementación con curcumina sobre el descenso del rendimiento después de una sesión de carrera con pendiente negativa. Participaron 63 hombres y mujeres físicamente activos que fueron asignados aleatoriamente a distintos grupos: 250 mg de CurcuWIN® (50 mg de curcuminoides), 1000 mg de CurcuWIN® (200 mg de curcuminoides) o un placebo (PLA). Se administró esa suplementación durante 8 semanas, en un diseño experimental doble ciego cruzado. Al final del periodo de suplementación los sujetos realizaron un protocolo de correr en pendiente negativa para inducir daño muscular. Se evaluó la función muscular mediante dinamometría isocinética y percepción de dolor muscular, antes y a las 1 h, 24 h, 48 h y 72 h después de la sesión de carrera. Los resultados mostraron que el momento pico de fuerza de extensión isocinética no cambió en el grupo de 200 mg, mientras que se observaron significativas reducciones en PLA y grupo de 50 mg en las primeras 24 h de recuperación. El momento de fuerza pico en flexión y la potencia descendieron en el grupo de 50 mg, mientras que no se observaron cambios en PLA o grupo de 200 mg. Ningún grupo experimentó cambios en potencia de extensión isocinética o fuerza isométrica. El dolor muscular aumentó en todos los grupos. Los autores concluyeron que, en comparación con los cambios observados en PLA, una dosis de 200 mg de curcumina atenuó las reducciones en algunos, pero no todos, los cambios observados en el rendimiento y el dolor después de completar una carrera en pendiente negativa. Además, una dosis de 50 mg no parece ofrecer ventajas frente a los cambios observados en los grupos PLA y 200 mg.

*Jäger y col, 2019. Eight Weeks of a High Dose of Curcumin Supplementation May Attenuate Performance Decrements Following Muscle-Damaging Exercise. Nutrients 23 jun, 11(7), pii: E1465; doi: 10.3390/nu11071692*



## Perfil de ingredientes habituales en los suplementos multi-ingredientes preentrenamiento

Los suplementos preentrenamiento de múltiples ingredientes son un tipo habitual de suplementos dietéticos que pretenden mejorar el rendimiento en el ejercicio. Sin embargo, la composición de estos productos varía sustancialmente entre las formulaciones, lo que dificulta las comparaciones. Los autores de este estudio tuvieron como objetivo identificar un perfil de ingredientes comunes de los suplementos preentrenamiento más vendidos y comparar las dosis de ingredientes con valores eficaces establecidos. Los 100 principales productos preentrenamiento disponibles en el mercado se analizaron en busca de ingredientes y cantidades enumerados, cuando estaban disponibles en la etiqueta de información del suplemento. La media  $\pm$  SD de ingredientes por suplemento ( $n = 100$ ) fue de  $18,4 \pm 9,7$  con  $8,1 \pm 9,9$  de estos ingredientes incluidos en una mezcla patentada en cantidades no reveladas. La prevalencia relativa y las cantidades promedio de los ingredientes principales fueron: Beta-alanina (87%;  $2.0 \pm 0.8$  g), Cafeína (86%;  $254.0 \pm 79.5$  mg), Citrulina (71%;  $4.0 \pm 2.5$  g), Tirosina (63 %;  $348.0 \pm 305.7$  mg), taurina (51%;  $1.3 \pm 0.6$  g) y creatina (49%;  $2.1 \pm 1.0$  g). Casi la mitad (44.3%) de todos los ingredientes se incluyeron como parte de una mezcla patentada con cantidades no reveladas de cada ingrediente. La cantidad promedio de beta-alanina por porción fue inferior a la dosis eficaz recomendada. El contenido promedio de cafeína estaba cerca del límite inferior para una dosis relativa efectiva para un individuo de 70 kg (3-6 mg/kg).

*Jagim y col, 2019. Common Ingredient Profiles of Multi-Ingredient Pre-Workout Supplements. Nutrients 24 jun, 11(2), pii: E254; doi: 10.3390/nu11020254*

## Efectos de 12 semanas de dieta muy baja en carbohidratos y alta en grasas sobre capacidad aeróbica máxima, ejercicio intermitente de alta intensidad y regulación autónoma cardíaca

El objetivo de esta investigación fue examinar los efectos de 12 semanas de una dieta muy baja en carbohidratos y elevada en grasas (VLCHF) sobre la capacidad cardiorrespiratoria máxima, rendimiento en ejercicios interválicos de alta intensidad (HIIT) y regulación autónoma cardíaca. Participaron 24 deportistas aficionados que fueron asignados a una dieta VLCHF o dieta habitual (HD). Durante 12 semanas completaron dieta más ejercicio o solo ejercicio. Se realizaron test de esfuerzo máximo al inicio y después de 4,8 y 12 semanas. Una sesión supervisada de HIIT y un test Fitness 30-15 se realizaron una vez por semana. Los resultados mostraron que el tiempo hasta el agotamiento en el test de esfuerzo y en el test 30-15 mejoraron en ambos grupos después de 12 semanas. El VO<sub>2</sub>max absoluto (l/min) no cambió en ningún grupo, pero el VO<sub>2</sub>max relativo (ml/kg/min) aumentó en VLCHF en paralelo al descenso de masa corporal. La regulación autónoma cardíaca no mostró diferencias entre grupos. Los autores concluyeron que 12 semanas de dieta muy baja en carbohidratos y alta en grasas no afecta el rendimiento de alta intensidad en test de menos de 25 min, ni al rendimiento cardiorrespiratorio máximo o actividad del sistema nervioso autónomo.

*Dostal y col, 2019. Effects of a 12-Week Very-Low Carbohydrate High-Fat Diet on Maximal Aerobic Capacity, High-Intensity Intermittent Exercise, and Cardiac Autonomic Regulation: Non-randomized Parallel-Group Study. Front Physiol 10:912; doi: 10.3389/fphys.2019.00912*

### Prevalencia de déficit de vitamina D en futbolistas y efectos de 8 semanas de suplementación

La elevada prevalencia de déficit de vitamina D es bien conocida en poblaciones de riesgo. Aunque hay menos estudios, también se ha detectado una prevalencia relativamente elevada de déficit de vitD entre atletas, habiendo relacionado los niveles adecuados de vitamina D con una prevención de lesiones e incluso a la obtención de efectos ergogénicos. El objetivo principal de este estudio fue evaluar los niveles basales de 25(OH)D y calcio en futbolistas profesionales, evaluando los efectos de una suplementación de 1667 UI/día de colecalciferol durante 8 semanas. Participaron 28 futbolistas profesionales. Se evaluaron los niveles de vitD en los meses de invierno. Los resultados mostraron que en futbolistas profesionales existe una elevada prevalencia de déficit de vitamina D. La suplementación con colecalciferol durante 8 semanas en invierno fue segura y eficaz, aumentando de forma significativa los niveles séricos de 25(OH)D. Sin embargo, esa suplementación no fue suficiente para alcanzar los niveles adecuados de vitamina D para atletas.

*Teixeira y col, 2019. Prevalence of vitamin D deficiency amongst soccer athletes and effects of 8 weeks supplementation. J Sports Med Phys Fitness 59: 693-699; doi: 10.23736/S0022-4707.18.08551-1*

### Suplementación con proteínas para mejorar la recuperación en deportes de equipo

La suplementación con proteínas es la práctica más habitual entre atletas de deportes de equipo tanto aficionados como profesionales. Esta práctica sin embargo puede no estar soportada por la evidencia científica. Los autores realizaron una revisión bibliográfica para investigar los efectos de la suplementación con proteínas sobre la recuperación y el daño inducido por el ejercicio en deportistas de equipo. 10 artículos (150 deportistas) cumplieron los criterios de inclusión y fueron examinados. Los resultados mostraron que la suplementación con proteínas atenuó el aumento de los marcadores de daño muscular y mejoró la recuperación en el 60% y el 30% de los estudios, respectivamente. En contraste, la inmunidad y el dolor muscular no se afectaron por la ingesta de proteínas, independientemente de la dosis o patrón de ingesta.

*Poulios y col, 2019. Protein-Based Supplementation to Enhance Recovery in Team Sports: What is the Evidence?. J Sports Sci Med 18(3): 523-536; eCollection 2019 Sep*

### Insuficiencia de vitamina D y presión arterial

Niveles bajos de vitamina D se han asociado con presión arterial elevada en la población general. Estudios previos han arrojado resultados conflictivos acerca de los efectos de la suplementación con vitamina D (Vit D) sobre los valores de presión arterial. Se sabe que el fitness cardiorrespiratorio puede modular la asociación entre la Vit D y la presión arterial, por lo que en este estudio los autores examinaron esta asociación en atletas profesionales, en los que la carga física de los entrenamientos puede servir como control del fitness físico. Participaron 50 jugadores de balonmano profesionales a lo que se midió la presión central aórtica, así como una valoración de ondas de pulso periféricas. También se determinaron los niveles séricos de Vit D, considerando como criterio de insuficiencia valores menores de 30 ng/ml. Los resultados mostraron una presión sanguínea central (cBP) de  $98 \pm 7 / 60 \pm 10$  mmHg. La velocidad de la onda de pulso aórtica (PWV) fue de  $6.3 \pm 1.0$  m/s. Nueve atletas (18%) manifestaron insuficiencia de Vit D, detectando mayores cBP en comparación con los 41 atletas (82%) que tenían valores normales de Vit D ( $106 \pm 5 / 68 \pm 8$  vs.  $97 \pm 7 / 58 \pm 9$  mmHg). La presión arterial central sistólica en atletas con niveles normales de Vit D fue menor respecto a los valores de referencia de la población general (97 mmHg vs. 103 mmHg,  $p < 0.001$ ). La significación de esta diferencia se perdió en atletas con insuficiencia en Vit D (106 mmHg vs. 103 mmHg,  $p = 0.12$ ). Los autores concluyeron que el déficit de vitamina D en atletas de elite se asoció con un aumento de presión arterial central sistólica y diastólica lo que implica a la vitamina D como un potencial regulador de la salud funcional vascular.

*Bauer y col, 2019. Elite athletes as research model: vitamin D insufficiency associates with elevated central blood pressure in professional handball athletes. Eur J Appl Physiol 19-ago; doi: 10.1007/s00421-019-04210-w*

## Efectos de altas dosis de cafeína sobre la fuerza máxima y fuerza resistencia en atletas habituados a la cafeína

El principal objetivo de este estudio fue valorar los efectos agudos del consumo de 9 y 11 mg/kg de cafeína (CAF) sobre la fuerza máxima y la fuerza resistencia en atletas de resistencia aeróbica habituados a la cafeína. Participaron 16 atletas entrenados en fuerza (press de banca: 1RM =  $118.3 \pm 14.5$  kg). Todos los participantes consumían cafeína habitualmente ( $4.9 \pm 1.1$  mg/kg,  $411 \pm 136$  mg de cafeína por día). Los participantes en un diseño de estudio aleatorio doble ciego cruzado, realizaron 3 sesiones experimentales después de ingerir un placebo (PLAC) o 9 mg/kg (CAF-9) o 11 mg/kg (CAF-11) de cafeína. En cada sesión experimental los sujetos realizaron un test 1RM y un test de fuerza resistencia (50% 1RM) de press de banca, evaluando la potencia y velocidad en cada test. Los resultados mostraron diferencias significativas entre PLAC, CAF-9 y CAF-11 en la velocidad pico (PV). El análisis reveló un descenso significativo para PV en CAF-11 comparado con PLAC. No se observaron otros cambios. Los autores concluyeron que altas dosis de cafeína de 9 y 11 mg/kg no mejoran la fuerza muscular máxima, ni la fuerza resistencia en atletas habituados a la ingesta de cafeína.

*Wilk y col, 2019. The Effects of High Doses of Caffeine on Maximal Strength and Muscular Endurance in Athletes Habituated to Caffeine. Nutrients 11(8); pii: E1912; doi: 10.3390/nu11081912*

### Suplementación con minerales y elementos traza sobre el rendimiento

Minerales y elementos traza (MTE) son micronutrientes implicados en cientos de procesos biológicos. La deficiencia de MTE tiene efectos negativos sobre el rendimiento. Aproximadamente el 50% de los atletas manifiestan consumir algún micronutriente en forma de suplemento, aun cuando la evidencia de su eficacia en la mejora del rendimiento es muy limitada. Los autores de esta revisión sistemática analizaron el papel de los MTE en el ejercicio y en el rendimiento. Se seleccionaron finalmente 128 estudios para su análisis. Los artículos revisados incluían hierro, calcio, magnesio, fosfato, zinc, sodio, boro, selenio, cromo y multiminerales. Los resultados mostraron que solo los artículos sobre el hierro y el magnesio mostraron suficiente calidad para ser asignados como “fuerte”. Hay poca evidencia que soporte el uso de MTE en la mejora de marcadores fisiológicos de rendimiento, con la posible excepción del hierro y magnesio, que obtienen una evidencia fuerte. Algunos MTE poseen propiedades potenciales en la mejora del rendimiento, pero faltan estudios de calidad que lo soporten.

*Heffernan y col, 2019. The Role of Mineral and Trace Element Supplementation in Exercise and Athletic Performance: A Systematic Review. Nutrients 11(3); pii: E696; doi: 10.3390/nu11030696*



## Aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) y síntesis de proteínas musculares

La ergogenia nutricional incluye cambios en la composición de la dieta y / o suplementos dietéticos. Los aminoácidos de cadena ramificada valina, leucina e isoleucina son muy populares entre los productos con potenciales propiedades ergogénicas. Su mayor atractivo de marketing se deriva de los argumentos de que la ingesta de aminoácidos de cadena ramificada combinada con el ejercicio físico de fuerza estimula la síntesis de proteínas musculares. La evidencia que respalda la eficacia de la ingesta de aminoácidos de cadena ramificada aisladamente para la hipertrofia muscular en humanos es algo equívoca. En esta breve revisión se describen los mecanismos fisiológicos y bioquímicos que sustentan los efectos de la fuente completa de proteínas y la ingesta de aminoácidos de cadena ramificada en el crecimiento del músculo esquelético en el estado postabsorción y post ejercicio. También se examinan pruebas a favor o en contra de los posibles efectos anabólicos de la ingesta aislada de aminoácidos de cadena ramificada en la síntesis de proteínas musculares en humanos. Los autores concluyeron que la evidencia existente sugiere que los BCAA estimulan la síntesis de proteínas musculares después del ejercicio físico de fuerza. Sin embargo, en ausencia de otros aminoácidos esenciales, los BCAA no son capaces de mantener la síntesis máxima de proteínas. Por lo tanto, la evidencia actual enfatiza que la suplementación con BCAA aislados no mejora la síntesis de proteína muscular más que el consumo de una proteína completa de calidad que contenga la gama completa de aminoácidos esenciales.

*Santos CS y Nascimento FEL, 2019. Isolated branched-chain amino acid intake and muscle protein synthesis in humans: a biochemical review. Einstein (Sao Paulo) 17(3): eRB4898; doi: 10.31744/einstein\_journal/2019RB4898*

## La suplementación con proteínas no aumenta las adaptaciones al entrenamiento de resistencia aeróbica

Recientemente se ha especulado que la suplementación con proteínas podría aumentar las adaptaciones al entrenamiento de resistencia aeróbica. Los autores valoraron en este estudio los efectos de la suplementación con proteínas durante un periodo de entrenamiento de resistencia aeróbica sobre la potencia aeróbica (VO<sub>2</sub>max) y rendimiento. Con un diseño doble ciego cruzado con grupo placebo, participaron 60 deportistas aficionados que entrenaron durante 12 semanas, 3 sesiones/semana, resistencia aeróbica. Después de cada sesión y cada noche antes de dormir, los participantes ingirieron un suplemento de proteínas (PRO: 28,7 g caseína) o un placebo de carbohidratos isocalórico (PLA). Antes y después de las 12 semanas de entrenamiento se evaluaron VO<sub>2</sub>max sobre cicloergómetro y rendimiento en un test de 10 km sobre cicloergómetro. También se valoró la resistencia muscular (total trabajo desarrollado durante 30 contracciones isocinéticas), así como la composición corporal por DXA. Los resultados mostraron que el entrenamiento indujo un aumento del 11% ± 6% en VO<sub>2</sub>max, sin diferencias entre grupos. El tiempo en el test se redujo un 14% ± 7%, sin diferencias entre grupos. La resistencia muscular aumentó un 6% ± 7%, sin diferencias entre grupos. La masa libre de grasa aumentó después del entrenamiento, con tendencia a ser mayor en PRO comparado con PLA (0.5 ± 0.7 vs 0.2 ± 0.6 kg, respectivamente). Los autores concluyeron que la suplementación con proteínas después del ejercicio y antes de dormir no se asocia a mayores mejoras en rendimiento, potencia aeróbica o resistencia muscular en deportistas aficionados sanos y jóvenes.

*Jonvik y col, 2019. Protein Supplementation Does Not Augment Adaptations to Endurance Exercise Training. Med Sci Sports Exerc 51:2041-2049; doi: 10.1249/MSS.0000000000002028*

### Enjuague bucal con carbohidratos y rendimiento de fuerza

El enjuague bucal con carbohidratos mejora el rendimiento aeróbico, pero hay pocas investigaciones que hayan evaluado sus posibles efectos sobre el rendimiento de fuerza. En este estudio los autores examinaron los efectos del enjuague bucal con carbohidratos durante un protocolo de alto volumen de entrenamiento de fuerza del hemicuerpo superior sobre el rendimiento, respuesta de la frecuencia cardiaca y percepción de esfuerzo. Participaron hombres entrenados en fuerza de  $21 \pm 1$  años, que completaron 3 sesiones experimentales, sirviendo la primera de familiarización. En las 2 sesiones experimentales los participantes se enjuagaron con 25 ml de solución con carbohidratos al 6% o con un placebo edulcorante. Los participantes se enjuagaron 9 veces antes de comenzar el protocolo y 20 s antes de las repeticiones al fallo en press de banca, y otros ejercicios de tren superior. Los resultados no mostraron diferencias en el total de repeticiones efectuadas, ni en la respuesta de la frecuencia cardiaca ó percepción de esfuerzo. Los autores sugieren que, aunque el enjuague bucal con carbohidratos parece mejorar el rendimiento en resistencia aeróbica, los resultados de esta investigación no mostraron beneficios en el rendimiento de fuerza en deportistas entrenados.

*Krings y col, 2019. Effects of Carbohydrate Mouth Rinsing on Upper Body Resistance Exercise Performance. Int J Sport Nutr Exerc Metab 27:1-6; doi: 10.1123/ijsnem.2019-0073*

### ¿Qué dosis de cafeína se debe utilizar para mejorar la fuerza y resistencia muscular?

Los autores del estudio exploraron los efectos de 3 dosis de cafeína sobre la fuerza y la resistencia muscular. Participaron 28 hombres entrenados en fuerza que completaron sesiones de ejercicio bajo 5 condiciones: control, placebo, y con dosis de cafeína de 2, 4 y 6 mg/kg. Se valoró la fuerza muscular mediante test 1RM, y la resistencia muscular mediante número máximo de repeticiones al 60% 1RM. Los resultados mostraron que en comparación a las condiciones control solo la dosis de 2 mg/kg mejoró la fuerza de piernas. En comparación con el control, las dosis de 4 y 6 mg/kg mejoraron la fuerza de hemicuerpo superior, con una tendencia lineal de mejora según dosis de cafeína. En comparación al control, todas las dosis de cafeína mejoraron la resistencia muscular de piernas, pero no se observaron efectos en la parte superior del cuerpo. Este estudio revela una tendencia lineal entre dosis de cafeína y sus efectos sobre la fuerza en la parte superior del cuerpo, pero no en la fuerza máxima de las piernas o en resistencia muscular. Desde un punto de vista práctico, la magnitud de los efectos de la cafeína sobre la fuerza es de relevancia cuestionable. Una baja dosis de cafeína (2 mg/kg) para un sujeto de 80 kg (1-2 tazas de café) parece producir efectos ergogénicos en la fuerza resistencia de piernas de magnitud similar a la alcanzada con dosis superiores.

*Grgic y col, 2019. What Dose of Caffeine to Use: Acute Effects of 3 Doses of Caffeine on Muscle Endurance and Strength. Int J Sport Physiol Perform 9:1-8; doi: 10.1123/ijsp.2019-0433*

### Una única megadosis de vitamina D mejora variables fisiológicas asociadas al rendimiento en jóvenes futbolistas

Los autores de este estudio investigaron si una única suplementación con vitamina D (VD) afecta a variables asociadas al rendimiento en niños entrenados con niveles insuficientes de vitamina D. Participaron 36 niños futbolistas que fueron asignados aleatoriamente a un grupo de megadosis única (200000 UI) de VD3 ó placebo. Se valoraron los niveles plasmáticos de 25-hidroxivitamina D (25-OHD) y valoraciones fisiológicas asociadas al rendimiento (salto vertical, triple salto, esprint de 10 y 30 m.), antes y 12 semanas después de la dosis de VD3. Los niveles de 25-OHD y las variables fisiológicas fueron similares antes de la intervención en ambos grupos. Los resultados mostraron que 12 semanas después de recibir la suplementación, solo el grupo VD3 mostró niveles más altos de 25-OHD y significativas mejoras en todas las variables asociadas al rendimiento. Los autores concluyeron que una simple dosis de vitamina D se asoció a mejoras del rendimiento en capacidad de salto, agilidad y velocidad de carrera en niños con niveles insuficientes de vitamina D.

*Bezrati y col, 2019. A single mega dose of vitamin D3 improves selected physical variables in vitamin D insufficient young amateur soccer players: a randomized controlled trial. Appl Physiol Nutr Metab 9-oct; doi: 10.1139/apnm-2019-0525*

### Efectos de la suplementación con beta-alanina durante HIIT sobre el rendimiento en esprint repetidos y fatiga neuromuscular

En este estudio se investigó la influencia de la suplementación con beta-alanina durante un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) sobre la capacidad de realizar esprint repetidos (RSA). Se utilizó un diseño doble ciego cruzado con grupo placebo. Participaron 18 sujetos que realizaron HIIT (carrera: 10x1 min al 90% de la velocidad máxima en prueba de esfuerzo, con 1 min de recuperación), durante 6 semanas. El grupo se dividió aleatoriamente en 2: uno recibió suplementación con beta-alanina (G $\beta$ ) (6,4 g/día) y el otro un placebo (GP). Los resultados mostraron que ambos grupos mejoraron el VO<sub>2</sub>max. Solo el grupo G $\beta$  mejoró la capacidad de realizar esprint repetidos (2x6x35 m) (-3.0 $\pm$ 2.0%; p=0.001). El grupo G $\beta$  aumentó significativamente los niveles de carnosina muscular frente al placebo y la activación voluntaria neuromuscular después de RSA. Los autores concluyeron que la suplementación con beta-alanina durante HIIT aumenta los niveles musculares de carnosina y atenúa la fatiga neuromuscular, lo que contribuye a mejorar la capacidad de realizar esprint repetidos.

*Milioni y col, 2019. The effect of  $\beta$ -alanine supplementation during high-intensity interval training on repeated sprint ability performance and neuromuscular fatigue. J Appl Physiol 17-oct; doi: 10.1152/jappphysiol.00321.2019*

## Efectos de la suplementación con magnesio sobre el dolor muscular, la respuesta de la IL-6 y la glucemia postejercicio

La suplementación con magnesio modula el metabolismo de la glucosa y la respuesta inflamatoria, lo que puede influenciar en el rendimiento y recuperación. En esta investigación se estudiaron los efectos de la suplementación con magnesio sobre las respuestas fisiológicas y el rendimiento durante ejercicio excéntrico y la recuperación. Participaron 9 corredores aficionados que completaron un experimento doble ciego cruzado controlado con placebo. Los participantes consumieron dieta baja en magnesio y fueron suplementados con 500 mg/día de magnesio (SUP) o placebo (CON) durante 7 días, antes de una carrera de 10 km con pendiente negativa (-10%) (TT), con un periodo de 2 semanas de lavado. Se valoraron cambios antes de la intervención y post-TT de la fuerza máxima, IL-6, receptor soluble de la IL-6 y creatinaquinasa (CK) (al finalizar, 1 h y 24 h post-TT). Se valoró dolor muscular 48 y 72 h post-TT. La glucosa y el lactato se midieron durante el TT. Los resultados mostraron un efecto significativo de reducción en la respuesta de la IL-6 (SUP:  $1.36 \pm 0.66$  vs CON:  $2.06 \pm 1.14$  pg/ml) ( $P < 0.05$ ,  $\eta^2 = 0.54$ ), y dolor muscular ( $P < 0.01$ ,  $\eta^2 = 0.67$ ). La recuperación de la glucemia y en dolor muscular fueron más rápidos en SUP post-TT. Los autores concluyeron que la suplementación con magnesio reduce la respuesta de la IL-6, y mejora la recuperación de la glucemia y dolor muscular después de un ejercicio de alto componente excéntrico, pero no mejora el rendimiento, ni las medidas funcionales de recuperación.

*Steward y col, 2019. One week of magnesium supplementation lowers IL-6, muscle soreness and increases post-exercise blood glucose in response to downhill running. Eur J Appl Physiol 17-oct; doi: 10.1007/s00421-019-04238-y*



### Suplementación con creatina en edad avanzada

La sarcopenia se caracteriza por una pérdida de masa muscular, así como de su calidad y función, y está relacionada negativamente con la salud, especialmente en personas de edad avanzada. La creatina es un metabolito endógeno, que tiene potencialmente las propiedades de contrarrestar la pérdida de estructura y función muscular en la sarcopenia. Los estudios que han valorado la suplementación con creatina en ancianos han mostrado pocos beneficios sobre la masa y función muscular, pero asociada al ejercicio la suplementación mejora la capacidad de adaptación muscular al estímulo del entrenamiento, especialmente por facilitar la realización de ejercicio a mayor intensidad, así como facilitando la recuperación. Por tanto, la suplementación con creatina puede ser una estrategia eficaz para combatir la sarcopenia en edad avanzada cuando se utiliza como complemento al ejercicio.

*Dolan y col, 2019. Muscular Atrophy and Sarcopenia in the Elderly: Is There a Role for Creatine Supplementation?. Biomolecules 23-oct; doi: 10.3390/biom9110642*

### Efectos del ayuno durante el Ramadán sobre la composición corporal en atletas

El interés de los efectos del ayuno durante el Ramadán (RF) sobre la salud y rendimiento en atletas tiene un importante interés. Los autores realizaron una revisión sistemática para valorar los efectos del RF sobre la composición corporal en atletas. Doce estudios fueron incluidos para esta revisión, con un total de 183 participantes (12 mujeres y 171 hombres) de diferentes disciplinas deportivas. Colectivamente, los estudios analizados mostraron que el índice de masa corporal, masa grasa y %grasa corporal fueron menores durante Ramadán en comparación a las valoraciones previas, mientras que la masa libre de grasa y el agua corporal total se mantuvieron sin cambio.

*Aloui y col, 2019. Effects of Ramadan fasting on body composition in athletes: a systematic review. Tunis Med 97: 1087-1094*

### Efectos del chicle con cafeína sobre test específicos en rugby

La cafeína ha mostrado mejoras en el rendimiento de fuerza, potencia y resistencia aeróbica, características muy implicadas en el rugby. Recientemente, los chicles con cafeína se han postulado como alternativa para aportar cafeína, debido a que la absorción es rápida. Esa rápida absorción puede ser de utilidad durante los partidos de rugby en el que hay un tiempo limitado para suplementación en el descanso o cuando un jugador sustituto entre al campo. El objetivo de esta investigación fue determinar si una baja dosis de cafeína en chicle mejora el rendimiento de test específicos de rugby. Se utilizó un diseño doble ciego cruzado con placebo, participando 17 jugadores de rugby. Se utilizaron chicles con cafeína (200 mg cafeína) o chicle placebo, en dos ocasiones con una semana de separación. Después de un calentamiento estándar, se mascó el chicle durante 5 min. Después los participantes realizaron 3 saltos contramovimiento, seguidos de test de agilidad, esprint de 6x30 m y test Yo-Yo IR2, separados por un corto periodo de recuperación. Los resultados mostraron que el chicle con cafeína mejoró el salto contramovimiento en un 3,6%, en relación al placebo. Hubo una mayor resistencia a la fatiga durante los esprints de 6x30 m, así como un mejor rendimiento en el test Yo-Yo en un 14,5% respecto al chicle sin cafeína. La cafeína no tuvo efectos sobre los test de agilidad. Los autores concluyeron que en jugadores de rugby una baja dosis de cafeína (200 mg) ingerida mediante un chicle mejora test de capacidad física específicos de rugby, lo que podría extrapolarse a un mejor rendimiento físico en competición.

*Ranchordas y col, 2019. Effect of caffeinated gum on a battery of rugby-specific tests in trained university-standard male rugby union players. J Int Soc Sports Nutr 16(1): 17; doi: 10.1186/s12970-019-0286-7*

### Impacto de la suplementación con magnesio sobre el daño muscular en ciclistas profesionales

El magnesio es un cofactor de diferentes reacciones enzimáticas implicadas en procesos anabólicos y catabólicos que afectan al rendimiento muscular durante el ejercicio. Se ha sugerido que el magnesio podría tener un papel importante en el mantenimiento de la integridad muscular. Los autores de este estudio analizaron los efectos de la suplementación con magnesio en la prevención de daño muscular en ciclistas profesionales que tomaban parte de una carrera de 21 días. Participaron 18 ciclistas que fueron divididos en 2 grupos: grupo control y grupo suplementado con magnesio (400 mg/día de magnesio durante las 3 semanas de competición). Se obtuvieron muestras de sangre inmediatamente antes de comenzar la carrera, en mitad de la misma y antes de la última etapa. Los resultados mostraron un descenso durante la carrera de los niveles de magnesio sérico y en eritrocitos. Los marcadores de daño muscular analizados en suero aumentaron en ambos grupos, pero el aumento de mioglobina fue atenuado en el grupo que recibió suplemento de magnesio. Los autores concluyeron que la suplementación con magnesio puede ejercer un efecto protector sobre el tejido muscular minimizando el daño estructural.

*Córdova y col, 2019. Impact of Magnesium Supplementation in Muscle Damage of Professional Cyclists Competing in a Stage Race. Nutrients 11(8); doi: 10.3390/nu11081927*

### Suplementación con creatina y rendimiento físico en futbolistas

La suplementación con creatina aumenta el contenido de creatina intramuscular, favoreciendo el sistema energético de los fosfágenos, lo que puede ayudar a la mejora del rendimiento en actividades de muy alta intensidad. Los autores de este metaanálisis trataron de determinar la eficacia de la suplementación con creatina en acciones específicas del rendimiento en fútbol. Nueve estudios cumplieron los criterios de selección para su análisis. Los resultados mostraron que la suplementación con creatina no mejoró los test de rendimiento aeróbico y test basados en el metabolismo de los fosfágenos (fuerza, salto aislado, esprint simple y test de agilidad). Sin embargo, sí mostró efectos beneficiosos en test de rendimiento anaeróbico (concretamente en el test de Wingate). Los autores concluyeron que la suplementación con creatina con una dosis de carga de 20-30 g/día (distribuidas en 3-4 tomas) durante 6-7 días, seguido de una dosis de mantenimiento de 5 g/día durante 9 semanas ó bien una dosis de 3 mg/kg/día durante 14 días, se asocia a efectos positivos sobre test de rendimiento asociados al metabolismo anaeróbico, especialmente en potencia anaeróbica en futbolistas.

*Mielgo-Ayuso y col, 2019. Effects of Creatine Supplementation on Athletic Performance in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients 11(4). Pii: E757; doi: 10.3390/nu11040757*

### Estatus de magnesio en atletas de elite

El magnesio tiene un papel crítico en la salud y rendimiento de los deportistas. Está implicado en numerosos mecanismos fisiológicos de producción de energía, función inmune, modulación del dolor, función muscular y salud ósea. Los atletas pueden ser susceptibles de deficiencias de magnesio debido al aumento de su utilización durante el ejercicio. Los autores de esta investigación recogieron datos del estatus del magnesio de 192 atletas de clase mundial (olímpicos y paralímpicos) a lo largo de 8 años. Los resultados mostraron que al menos en una ocasión el 22% de los atletas fueron identificados como clínicamente deficiente ( $<1,19$  mmol/L). La concentración media de magnesio intracelular en hematíes fue de 1,34 nmol/L. El magnesio fue significativamente menor en mujeres atletas y en aquellos de raza negra o mixta. Por otra parte, los atletas con historia de dolor en tendón de aquiles o rotuliano tuvieron significativamente menores valores que la media. Este estudio resalta la importancia de investigar los niveles de magnesio para identificar posibles deficiencias. Además, la posible relación del déficit de magnesio con lesiones musculo tendinosas deberá explorarse en el futuro.

*Ollock y col, 2019. An 8-year Analysis of Magnesium Status in Elite International Track & Field Athletes. J Am Coll Nutr 12:1-7; doi: 10.1080/07315724.2019.1691953*

ACTUALIZACIONES  
EN FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO  
2019

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO

Músculos  
respiratorios



## Entrenamiento músculos respiratorios en preoperatorio

Las complicaciones pulmonares postoperatorias son comunes y causan un aumento de la mortalidad y la estancia hospitalaria. El tabaquismo y las enfermedades respiratorias, como el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y la apnea obstructiva del sueño, se asocian con el desarrollo de complicaciones pulmonares postoperatorias. Los factores de riesgo independientes para tales complicaciones también incluyen una baja saturación de oxígeno preoperatoria o una infección respiratoria reciente. Posponer la cirugía en pacientes que tienen infecciones respiratorias o enfermedades respiratorias tratadas de manera inadecuada, hasta que éstas puedan tratarse por completo, deben, por lo tanto, reducir las complicaciones pulmonares postoperatorias. Hay evidencia de varios estudios de que el abandono del hábito de fumar antes de la operación reduce dichas complicaciones, sin una duración acordada en la que los beneficios sean significativos; cuanto más larga sea la abstinencia, mayor será el beneficio. Los programas intensivos para dejar de fumar son más efectivos, y hay beneficios a largo plazo, ya que muchos pacientes se convierten en no fumadores permanentes después de su cirugía. Los programas de ejercicio supervisado normalmente duran de 6 a 8 semanas, y aunque reducen las complicaciones generales, la evidencia del beneficio para las complicaciones pulmonares postoperatorias es mixta. El entrenamiento de intervalos de alta intensidad puede mejorar el estado físico en solo 2 semanas, por lo que puede ser más útil para pacientes quirúrgicos. Las intervenciones preoperatorias respiratorias específicas, como los ejercicios de respiración profunda y la espirometría de incentivo, pueden ayudar cuando se usan como componentes de un paquete de atención respiratoria. Los programas preoperatorios de entrenamiento muscular inspiratorio que involucran la inspiración contra una carga respiratoria predeterminada también pueden reducir algunas complicaciones pulmonares postoperatorias. Se recomiendan programas de ejercicio preoperatorio para pacientes que se someten a cirugía mayor o en aquellos en los que las pruebas preoperatorias han mostrado niveles bajos de aptitud cardiorrespiratoria. El entrenamiento a intervalos o las intervenciones respiratorias son más factibles, ya que reducen las complicaciones después de una intervención preoperatoria más corta.

*Lumb y col, 2019. Pre-operative respiratory optimisation: an expert review. Anaesthesia 74 suppl 1:43-48; doi: 10.1111/anae.14508*

## El calentamiento de los músculos respiratorios mejora el rendimiento corriendo sobre una distancia de 3200 m

Este estudio examinó los efectos de un ejercicio con músculos inspiratorios como parte del calentamiento (IMW) utilizando un sistema de respiración con resistencia, sobre el rendimiento corriendo. 17 corredores de resistencia aeróbica completaron 2 test de 3200 m en días separados, precedidos por dos procedimientos diferentes de calentamiento: IMW ó control (CON). En cada condición los sujetos realizaron 30 inspiraciones con una resistencia del 50% de su presión inspiratoria máxima (IMW) o bien con una mínima resistencia (CON). Los resultados mostraron que el rendimiento en el test de 3200 m fue mayor ( $2,8\% \pm 1,5\%$ ) después de IMW. Se observó un pequeño efecto de aumento de la fuerza de los músculos inspiratorios después del calentamiento con IMW frente al control. No hubo diferencias en la respuesta de la frecuencia cardiaca, volumen minuto, ó  $VO_2$  pico, durante la prueba en ambas condiciones. Tampoco al finalizar la percepción del esfuerzo (RPE) fue diferente entre los diferentes grupos de calentamiento, aunque la sensación de disnea fue menor en IMW. En conjunto, los datos sugieren que el calentamiento de los músculos respiratorios mejoró el rendimiento en 3200 m corriendo, asociándose a una mejora de la función muscular inspiratoria y la sensación de disnea.

*Barnes KR y Ludge AR, 2019. Inspiratory Muscle Warm-up Improves 3,200-m Running Performance in Distance Runners. J Strength Cond Res 10-ene; doi: 10.1519/JSC.0000000000002974)*

### Entrenamiento de músculos respiratorios y rendimiento en exposición a hipoxia aguda

El objetivo de este estudio fue determinar si el entrenamiento de los músculos respiratorios (IMT) mejora el rendimiento submáximo en la exposición a hipoxia aguda. Catorce deportistas de resistencia aeróbica entrenados completaron un test simulado de contrarreloj de 20 km (TT) en hipoxia normobárica ( $F_{iO_2} = 0,16$ ) antes y después de 6 semanas de entrenamiento de IMT (80% PIM) o resistencia placebo. El grupo IMT mejoró el rendimiento en el test de 20 km un  $1,4 \pm 2\%$ , después de 6 semanas de intervención. La mejora del rendimiento se acompañó con una ventilación sostenida más alta, con mayores  $VO_2$ . No hubo cambios en la percepción del esfuerzo. Tampoco modificó el rendimiento el grupo placebo. Los autores concluyeron que 6 semanas de entrenamiento de músculos respiratorios puede beneficiar el rendimiento en condiciones de hipoxia normobárica en pruebas de resistencia aeróbica de entre 30-40 min de duración.

*Hursh y col, 2019. Inspiratory Muscle Training: Improvement of Exercise Performance With Acute Hypoxic Exposure. Int J Sports Physiol Perform 31: 1-27; doi: 10.1123/ijsp.2018-0483*

## Efectos del entrenamiento de músculos respiratorios precirugía cardiaca sobre las complicaciones postoperatorias

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto profiláctico de un breve pero intensivo programa de entrenamiento de músculos respiratorios sobre la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias en pacientes sometidos a cirugía cardiaca. Un total de 197 pacientes de más de 50 años de edad participaron en el estudio. El grupo de intervención (n=98) realizó entrenamiento de músculos respiratorios (IMT) 5 días antes del proceso quirúrgico, mientras que 99 pacientes tuvieron el cuidado habitual. Después de la cirugía el 10,2% de los 98 pacientes del grupo IMT tuvieron complicaciones, mientras que en el grupo de cuidados habituales el porcentaje subió a un 27,3%. El grupo IMT, manifestó mayor fuerza en los músculos inspiratorios, mejor FEV1, capacidad vital forzada y ventilación máxima voluntaria. Los días de estancia en el hospital fue de  $7,51 \pm 2,83$  días en el grupo IMT y de  $9,38 \pm 3,10$  días en el grupo de cuidados habituales. Los autores concluyen que 5 días de entrenamiento intensivo de músculos respiratorios antes de la intervención quirúrgica reduce la incidencia de complicaciones y la duración de la hospitalización después de cirugía cardiaca.

*Chen y col, 2019. The effects of five days of intensive preoperative inspiratory muscle training on postoperative complications and outcome in patients having cardiac surgery: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 6-feb: 269215519828212 ; doi: 10.1177/0269215519828212)*

## Efectos de la fatiga muscular inspiratoria sobre el estatus ácido-base y el rendimiento de nadadores

El objetivo de este estudio fue investigar los efectos de la inducción de fatiga muscular inspiratoria (IMF) sobre el estatus ácido-base y el rendimiento de nadadores. Participaron 21 nadadores que realizaron 2 test de 400 m en días diferentes, con (IMF) y sin (Control, CON) fatiga muscular inspiratoria inducida. Después de IMF el rendimiento disminuyó desde los 150 m. Además, la IMF aumentó el pH antes de comenzar a nadar y redujo el bicarbonato y la PCO<sub>2</sub>. Bicarbonato y PCO<sub>2</sub> fueron menores durante la prueba en IMF. El lactato fue similar antes de nadar, pero fue mayor al finalizar en IMF. Los resultados mostraron que la fatiga inducida de los músculos inspiratorios indujo alcalosis respiratoria, redujo la capacidad buffer del bicarbonato y disminuyó la velocidad de nado.

*Lomax y col, 2019. The effect of inspiratory muscle fatigue on acid-base status and performance during race-paced middle-distance swimming. J Sports Sci 6:1-7; doi: 10.1080/02640414.2019.1574250*

## Efectos del entrenamiento de músculos respiratorios en hipoxia sobre el rendimiento de corredores

Los autores hipotetizaron que el entrenamiento de músculos respiratorios (RMET) en hipoxia induce mayores mejoras en la resistencia de los músculos respiratorios que llevaría a una atenuación del metabolorreflejo muscular respiratorio y consecuentemente una mejora del rendimiento. Los autores evaluaron la respuesta respiratoria y cardiovascular durante hiperpnea y rendimiento en carrera antes y después de un periodo de RMET en hipoxia y normoxia. Participaron 21 corredores que fueron asignados a un grupo control, grupo normoxia ó grupo hipoxia. Antes y después de 6 semanas de RMET, realizaron un test de resistencia respiratoria incremental y test de intensidad constante. También se realizó un test corriendo en tapiz rodante al 95% del VO<sub>2</sub>max. El RMET se realizó mediante hiperpnea isocápnic en condiciones de normoxia e hipoxia (30 min/día). La ventilación inicial en RMET fue de 50% MVV, aumentando progresivamente a lo largo de las semanas. La referencia de saturación arterial de oxígeno en el grupo de hipoxia fue del 90% en las primeras 2 semanas y después del 80%. Los resultados mostraron que la resistencia muscular respiratoria mejoró después de RMET en los dos grupos. El tiempo hasta el agotamiento al 95% VO<sub>2</sub>max mejoró después de RMET en ambos grupos de entrenamiento, pero no en el grupo control. La magnitud de los cambios observados no fue diferente entre los dos grupos de RMET. Los resultados sugieren que la mejora de la resistencia de los músculos respiratorios pudo contribuir a la mejora del rendimiento corriendo a alta intensidad. También los autores sugieren que no parecen evidenciarse efectos adicionales por entrenar los músculos respiratorios en condiciones de hipoxia.

*Katayama y col, 2019. Effects of Respiratory Muscle Endurance Training in Hypoxia on Running Performance. Med Sci Sports Exerc 15-feb; doi: 10.1249/MSS.0000000000001929)*

### ¿Qué pacientes de UCI se benefician más del entrenamiento de músculos respiratorios?

El entrenamiento de los músculos respiratorios (IMT) aumenta la fuerza de los músculos inspiratorios y mejora la calidad de vida en cuidados intensivos (UCI) en pacientes que han sido ventilados mecánicamente por  $\geq 7$  días. El objetivo de esta investigación fue identificar que pacientes pueden beneficiarse más del IMT después de finalizar la ventilación mecánica. 70 pacientes (edad media 59 años) pudieron ser estudiados. Se analizaron los cambios en la fuerza de los músculos inspiratorios (PIM) entre la llegada y 2 semanas después ( $\Delta$ PIM), analizando un grupo que entrenó los músculos inspiratorios (grupo IMT) frente a otro grupo que no lo hizo (CON). Los resultados mostraron que los pacientes del grupo IMT mejoraron significativamente la PIM ( $\Delta$ PIM) de manera diferenciada respecto al grupo control. El mayor incremento de  $\Delta$ PIM se asoció con una PIM basal de  $\geq 28$  cmH<sub>2</sub>O. En el grupo IMT, los mayores índices de calidad de vida se asociaron con cambios significativos en la  $\Delta$ PIM, siendo diferente significativamente respecto al grupo control. Los autores concluyeron que los fisioterapeutas deberían tratar a los pacientes de UCI con moderada debilidad de los músculos respiratorios (PIM  $\geq 28$  cmH<sub>2</sub>O) en las 48 h posteriores al destete de la ventilación mecánica como candidatos ideales para entrenamiento de músculos respiratorios.

*Bissett y col, 2019. Which ICU patients benefit most from inspiratory muscle training? Retrospective analysis of a randomized trial. Physiother Theory Pract 9:1-6; doi: 10.1080/09593985.2019.1571144)*



## El entrenamiento de músculos inspiratorios mejora la modulación autónoma y la tolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC

Los autores evaluaron el efecto de un programa de entrenamiento de músculos inspiratorios sobre el balance autónomo medido por variabilidad de la frecuencia cardiaca, capacidad de ejercicio y función respiratoria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). 22 pacientes participaron en el estudio. Entrenaron músculos inspiratorios (30% PIM), 3 veces/semana durante 12 semanas. Los resultados mostraron como en el grupo de pacientes que entrenó aumento la modulación vagal, las capacidades pulmonares inspiratoria y espiratoria y la distancia recorrida en el test de 6 min caminando. Los autores concluyeron que 12 semanas de entrenamiento de músculos inspiratorios al 30% PIM aumenta la modulación parasimpática, la fuerza inspiratoria y espiratoria y la capacidad de ejercicio en pacientes con EPOC.

*Cutrim y col, 2019. Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial. Respir Physiol Neurobiol 263: 31-37; doi: 10.1016/j.resp.2019.03.003*

### Relación entre fuerza muscular periférica y fuerza de los músculos respiratorios

El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre la fuerza muscular periférica, la función respiratoria y la fuerza de los músculos respiratorios en atletas. Se estudiaron 150 atletas de elite (judo, remo, gimnastas) de edad media de 16,94 años. Se utilizó un dinamómetro isocinético para valorar la fuerza muscular periférica (flexores y extensores de rodilla a 60°/s y 180°/sec. La función respiratoria y la fuerza de los músculos respiratorios se evaluaron mediante un espirómetro digital. Los resultados mostraron una relación cerrada entre la fuerza de los músculos flexores y extensores de la rodilla y la función respiratoria. Por otra parte, se observó una moderada relación entre la fuerza de los músculos flexores y extensores de la rodilla y la fuerza de los músculos respiratorios.

*Akinoglu y col, 2019. The relationship between peripheral muscle strength and respiratory function and respiratory muscle strength in athletes. J Exerc Rehabil 15(1): 44-49; doi: 10.12965//jer.1836518.259)*

### Efectos del incremento de trabajo muscular inspiratorio sobre el flujo sanguíneo de miembros activos e inactivos durante ejercicio submáximo

El aumento de activación de los músculos respiratorios se asocia con consecuencias neurales y cardiovasculares vía el metabolorreflejo muscular respiratorio. ¿puede que la vasoconstricción asociada a un mayor estímulo simpático provoque un descenso de flujo sanguíneo en miembros activos y no activos? El objetivo de este estudio fue determinar los efectos del aumento del trabajo inspiratorio sobre el flujo sanguíneo de miembros activos y no activos. Participaron sujetos sanos jóvenes que realizaron 2 test bilaterales de extensión y flexión de rodillas al 40% VO<sub>2</sub>pico durante 10 minutos. Las sesiones consistieron en respiraciones espontáneas durante 5 min seguidas de hiperventilación voluntaria con y sin resistencia inspiratoria durante 5 min (40% PIM, 40 respiraciones/min). Los resultados mostraron que la presión arterial media durante el ejercicio con aumento de resistencia de músculos inspiratorios fue mayor que sin resistencia. El flujo de sangre arterial en brazos (arteria braquial) aumentó durante el ejercicio sin mayor resistencia al flujo respiratorio, mientras que este aumento se vio atenuado con el aumento de la resistencia respiratoria. El flujo de la arterial femoral aumentó con el ejercicio de manera similar en las condiciones de incremento de trabajo respiratorio y sin ese aumento. Los resultados sugieren que el control simpático de la redistribución de sangre en los músculos activos se mantiene cuando el metabolorreflejo muscular respiratorio se activa.

*Katayama y col, 2019. Effect of increased inspiratory muscle work on blood flow to inactive and active limbs during submaximal dynamic exercise. Exp Physiol 104: 180-188; doi: 10.1113/EP087380*

## La fuerza de los músculos inspiratorios afecta a la resistencia anaeróbica de atletas profesionales

Poco se conoce acerca del papel de la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios sobre el rendimiento en condiciones anaeróbicas de máximo esfuerzo. Este estudio examinó la asociación entre la fuerza/resistencia de los músculos inspiratorios en un grupo de 70 atletas profesionales de deportes de equipo, y sus umbrales ventilatorios y metabólicos en el segundo umbral (VT2) y en máxima carga durante un test de esfuerzo de máxima intensidad hasta el agotamiento. Se evaluó la fuerza de los músculos inspiratorios (PIM) y la resistencia de los mismos, calculada como el tiempo de mantenimiento de la inspiración por encima del 80% PIM. Los resultados mostraron que la diferencia en la  $\dot{V}E_{O_2}$  entre VT2 y máximo esfuerzo se asoció con la frecuencia cardíaca de reposo, presión arterial sistólica y PIM. La diferencia en  $\dot{V}CO_2$  entre VT2 y máximo esfuerzo se asoció también al valor de la PIM, además de la frecuencia cardíaca y presión sistólica. Los resultados sugieren que es la fuerza de los músculos inspiratorios y no la resistencia de los mismos lo que afecta al rendimiento de atletas profesionales, por lo que deberían ser entrenados de manera habitual.

*Juric y col, 2019. Inspiratory muscle strength affects anaerobic endurance in professional athletes. Arh Hig Rada Toksikol 70(1): 42-48; doi: 10.2478/aiht-2019-70-3182*

## El entrenamiento de los músculos inspiratorios mejora la función pulmonar y la fuerza de los músculos respiratorios en fumadores

El objetivo de este estudio fue investigar los efectos del entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT) sobre la función pulmonar y fuerza de los músculos respiratorios en sujetos sanos fumadores y no fumadores. Participaron 42 varones que fueron distribuidos en sanos no fumadores (IMTn), sanos fumadores (IMTs) y grupo placebo (PLC). Los grupos de entrenamiento realizaron 30 inspiraciones, 2 veces/día al 50% (+5% de incremento semanal) de la PIM (presión inspiratoria máxima), mientras que el grupo control realizó 30 inspiraciones, 2 veces/día al 15% PIM, utilizando un sistema de entrenamiento de músculos respiratorios. Los resultados mostraron que la fuerza de los músculos respiratorios (PIM y PEM, presión espiratoria máxima) y las funciones pulmonares mejoraron después de 4 semanas entre pre y post en ambos grupos de entrenamiento. Hubo cambios significativos en la fuerza de los músculos espiratorios, capacidad vital y volumen espiratorio forzado en 1 s, así como en ventilación máxima voluntaria, aunque en el grupo de fumadores los cambios fueron significativamente mayores. La mejora de la fuerza de los músculos respiratorios parece el mecanismo más importante que justifica los cambios observados. La diferencia entre fumadores y no fumadores puede ser explicada por la mayor influencia del ejercicio sobre el microbioma pulmonar del fumador, resultando una mayor reversión de los efectos negativos.

*Bostanci y col, 2019. Inspiratory muscle training improves pulmonary functions and respiratory muscle strength in healthy male smokers. Respir Physiol Neurobiol 264: 28-32; doi: 10.1016/j.resp.2019.04.001*

## El entrenamiento de los músculos inspiratorios mejora los efectos del entrenamiento combinado en pacientes después de cirugía coronaria

Los efectos de añadir entrenamiento de músculos inspiratorios (IMT) de moderada a alta intensidad a ejercicio aeróbico combinado con entrenamiento de fuerza (entrenamiento combinado, CT), después de cirugía cardíaca (bypass coronario, CABG), no está bien establecido. El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de un entrenamiento moderado a intenso de IMT + CT sobre la capacidad funcional, fuerza de los músculos respiratorios, resistencia de músculos respiratorios, calidad de vida (QoL) y biomarcadores de laboratorio en pacientes después de CABG en fase II de rehabilitación cardíaca. Veinticuatro pacientes fueron asignados aleatoriamente a un grupo IMT + CT, que realizaron IMT de moderado a intenso, con CT; o placebo-IMT + CT. Los pacientes realizaron 2 sesiones por semana durante 12 semanas. Cada paciente realizó un test de esfuerzo, test de 6 min caminando (6MWT), y evaluación de fuerza y resistencia de músculos respiratorios. También se evaluaron antes y después de las 12 semanas de intervención, la QoL y biomarcadores diversos. Los resultados mostraron que el grupo IMT+CT mostró significativas mejoras en VO<sub>2</sub>pico, distancia recorrida en 6MWT, presión inspiratoria máxima, QoL y capacidad antioxidante, en comparación al grupo de simulación de IMT. Los autores concluyeron que el entrenamiento de los músculos respiratorios junto con entrenamiento aeróbico y fuerza, provee de beneficios adicionales en la capacidad de ejercicio, fuerza y resistencia muscular respiratoria, calidad de vida y capacidad antioxidante en pacientes después de cirugía coronaria.

*Dos Santos y col, 2019. Moderate-to-high intensity inspiratory muscle training improves the effects of combined training on exercise capacity in patients after coronary artery bypass graft surgery: A randomized clinical trial. Int J Cardiol 279: 40-46; doi: 10.1016/j.ijcard.2018.12.013*

## Efectos del entrenamiento de los músculos respiratorios sobre el rendimiento en jugadores de balonmano

El entrenamiento de los músculos respiratorios (IMT) se utiliza en muchos deportes para mejorar el rendimiento. En este estudio los investigadores valoraron los efectos de un programa de IMT sobre la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios, así como el rendimiento aeróbico (PP) de jugadores de balonmano. Diecinueve deportistas fueron asignados a un grupo experimental (EG) o grupo placebo (PG). Se evaluaron las presiones máximas inspiratoria (PIM) y espiratoria (PEM), resistencia muscular respiratoria a máxima ventilación voluntaria (MVV) y rendimiento en test aeróbico (PP). El programa de entrenamiento se desarrolló durante 12 semanas, con 5 sesiones/semana. Los resultados mostraron una diferencia significativa entre los valores pre y post-entrenamiento en PIM ( $170 \pm 34$  to  $262 \pm 33$  cmH<sub>2</sub>O) y PEM ( $177 \pm 36$  to  $218 \pm 37$  cmH<sub>2</sub>O) en EG, y PIM ( $173 \pm 45$  to  $213 \pm 21$  cmH<sub>2</sub>O) en PG, con mayores efectos en PIM cuando se compararon los grupos. La MVV aumentó en EG ( $162 \pm 24$  to  $173 \pm 30$  L). Hubo mejoras significativas en VO<sub>2</sub>max y VO<sub>2</sub> en VT<sub>2</sub> (segundo umbral ventilatorio) en el grupo EG después de IMT. Los autores concluyeron que el entrenamiento de los músculos respiratorios aumenta la fuerza y la resistencia muscular, contribuyendo a la mejora del VO<sub>2</sub>max, lo que sugiere que el IMT debería ser incorporado al entrenamiento del jugador de balonmano.

*Hartz y col, 2018. Effect of Inspiratory Muscle Training on Performance of Handball Athletes. J Hum Kinet 63: 43-51; doi: 10.2478/hukin-2018-0005*



### Mejora de la condición física específica del fútbol después de 8 semanas de entrenamiento de músculos respiratorios en chicos adolescentes

El entrenamiento de los músculos respiratorios (IMT) ha mostrado efectividad en la mejora del rendimiento, sin embargo, hay información limitada en el ámbito del fútbol. Este estudio investigó los efectos del IMT en la condición física específica de fútbol y tolerancia al ejercicio en futbolistas adolescentes. Treinta jugadores (16-19 años) fueron asignados aleatoriamente a un grupo experimental 1 (EXP1), experimental 2 (EXP2) o control (CON). Todos los grupos realizaron IMT, 2 veces/día, 5 días/semana, durante 8 semanas. El grupo EXP1 realizó 25-35 respiraciones al 55% de la PIM (presión inspiratoria máxima). El grupo EXP2 realizó 45-55 respiraciones al 40% PIM, mientras que el grupo CON realizó 30 respiraciones al 15% PIM. Antes y después de la intervención se realizaron: test intermitente Yo-Yo nivel 1, test anaeróbico basado en carrera, test de resistencia con intervalos de alta intensidad, PIM y espirometría. Los resultados mostraron que los resultados del test Yo-Yo mejoraron en EXP1 y EXP2, respecto a CON, sin diferencias entre ellos. El test de resistencia aearóbica, el test de resistencia aeróbica con intervalos y la PIM también mejoraron en EXP1 y EXP1 frente a CON, pero sin diferencias entre ellos. Los valores de espirometría no se modificaron. Los autores concluyeron que el entrenamiento de los músculos respiratorios mejoró la condición física específica del fútbol y la tolerancia al ejercicio en futbolistas adolescentes.

*Najafi y col, 2019. Improvements in soccer specific fitness and exercise tolerance following 8 weeks of inspiratory muscle training in adolescent males. J Sports Med Phys Fitness 30-abr; doi: 10.23736/S0022-4707.19.09578-1*

## Efectos del entrenamiento de músculos respiratorios sobre el equilibrio de personas de edad avanzada

En este estudio se examinaron los efectos de 8 semanas de entrenamiento no supervisado de músculos respiratorios (IMT) sobre el equilibrio y capacidad física de adultos sanos de edad avanzada. Participaron 59 sujetos de  $74 \pm 6$  años que fueron asignados aleatoriamente a un grupo de intervención IMT o a un grupo placebo, para entrenar músculos respiratorios mediante incentivador de presión. El grupo IMT realizó 30 inspiraciones 2 veces/día al 50% de la presión inspiratoria máxima (PIM). El grupo placebo realizó 60 inspiraciones, 1 vez/día, al 15% PIM. El entrenamiento se realizó en casa. Los resultados mostraron como después de 8 semanas de entrenamiento, el grupo IMT mostró mayores mejoras en la tasa de flujo pico inspiratorio, equilibrio postural y resistencia de los músculos del tronco. Los autores concluyeron que el entrenamiento de músculos respiratorios mejora la función inspiratoria pulmonar y el equilibrio de adultos de edad avanzada.

*Ferraro y col, 2019. The effects of 8 weeks of inspiratory muscle training on the balance of healthy older adults: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. Physiol Rep 7(9): e14076; doi: 10.14814/phy2.14076*

## Entrenamiento de músculos inspiratorios en pacientes con apnea del sueño

Los pacientes con apnea obstructiva del sueño (OSA) mantienen una afectación negativa de sus músculos respiratorios. Los autores de esta investigación evaluaron los efectos de 12 semanas de entrenamiento de músculos inspiratorios (TIMT) sobre la severidad de la OSA, sensación de sueño durante el día y función pulmonar en pacientes diagnosticados de apnea del sueño. Participaron 16 pacientes con OSA moderada-severa que fueron asignados aleatoriamente a un grupo de TIMT o a un grupo control. El programa TIMT tuvo una duración de 30-45 min/día, 5 días/semana, durante 12 semanas, utilizando un incentivador respiratorio de presión. El índice de apnea-hipopnea (AHI), escala de sensación de sueño (ESS) y capacidad vital forzada (FVC) fueron evaluados antes y después del entrenamiento. El estudio polisomnográfico (PSG) mostro que 9 pacientes del grupo TIMT respondieron positivamente y 7 no respondieron al tratamiento. Los resultados mostraron que después del tratamiento, AHI y ESS fueron menores de manera significativa. Un valor de AHI de  $\leq 29$  / h predijo a los respondedores de TIMT. La FVC también aumentó un 7,2%. En resumen, los autores sugieren que el entrenamiento de músculos inspiratorios aplicado en pacientes con apnea del sueño es simple, eficaz y barato.

*Lin y col, 2019. The effects of threshold inspiratory muscle training in patients with obstructive sleep apnea: a randomized experimental study. Sleep Breath 21-may; doi: 10.1007/s11325-019-01862-y*

## Efectividad del HIIT y entrenamiento músculos inspiratorios en pacientes con insuficiencia cardiaca

La rehabilitación cardiaca (CR) es una terapia basada en la evidencia en pacientes con insuficiencia cardiaca (CHF). Existe un debate abierto sobre el protocolo de entrenamiento óptimo en estos pacientes. La utilización del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) suplementado con entrenamiento de fuerza (PRT) y entrenamiento de músculos inspiratorios (IRT) quizás pueda ser más beneficioso al tener más impacto en músculos periféricos e inspiratorios, con menos síntomas de disnea y como resultado menor índice de abandonos. Los autores de este estudio compararon un programa estándar de rehabilitación basado en entrenamiento interválico de intensidad moderada, frente a un programa de HIIT, PRT y IRT (RHIIT). Veinte pacientes con CHF fueron asignados aleatoriamente al programa estándar o al RHIIT. Al inicio y a los 3 meses de iniciar el programa se valoraron VO<sub>2</sub>pico, fuerza periférica (QF), fuerza de músculos inspiratorios (MIP), calidad de vida (QF) y actividad física. Los resultados mostraron que el programa RHIIT se asoció a una mayor mejora de la QF y MIP. Ambos programas aumentaron por igual del VO<sub>2</sub>pico, permaneciendo estable la actividad física. Los autores concluyeron que el HIIT más entrenamiento de fuerza y de músculos respiratorios son aplicables a un protocolo estándar de rehabilitación cardiaca con mejoras adicionales en calidad de vida de los pacientes.

*Hornikx y col, 2019. Effectiveness of high intensity interval training supplemented with peripheral and inspiratoryresistance training in chronic heart failure: a pilot study. Acta Cardiol 24:1-9; doi: 10.1080/00015385.2019.1591676*

## Entrenamiento de músculos respiratorios en pacientes de edad avanzada con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada

La insuficiencia cardíaca con fracción de eyección conservada es un síndrome clínico caracterizado por una capacidad de ejercicio disminuida. Esta investigación tuvo como objetivo estudiar si el estado inicial de la función muscular inspiratoria predice los cambios en la capacidad aeróbica ( $VO_2$ pico) después de 12 semanas de programa de entrenamiento de músculos inspiratorios en pacientes de edad avanzada con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección conservada. Participaron 45 pacientes de 68-77 años (47% hombres). El  $VO_2$ pico al inicio fue de  $10.4 \pm 2.8$  ml/min/kg, mejorando después del entrenamiento  $+2.2 \pm 1.3$  ml/min/kg (+21.3%). El valor de la presión inspiratoria máxima al inicio del programa fue del 71% del predicho, mejorando una media de 39,2 cmH<sub>2</sub>O con el entrenamiento. Las mejoras en la PIM no se correlacionaron con los aumentos del  $VO_2$ pico. Los autores concluyeron que los pacientes asintomáticos con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección conservada, un programa de entrenamiento de músculos respiratorios extrahospitalario mejora la capacidad aeróbica independientemente del estado basal inicial de la presión inspiratoria máxima.

*Palau y col, 2019. Home-based inspiratory muscle training for management of older patients with heart failure with preserved ejection fraction: does baseline inspiratory muscle pressure matter? Eur J Cardiovasc Nurs 31: 1474515119855183; doi: 10.1177/1474515119855183*

## Entrenamiento de músculos inspiratorios en patología cardiovascular

La limitación cardiorrespiratoria es lo más habitual en la enfermedad cardiovascular, lo que le habilita como objetivo de tratamientos farmacológicos y de programas de ejercicio. Más recientemente, el entrenamiento de músculos inspiratorios (IMT) se ha mostrado como un tratamiento complementario con efectos positivos sobre la fuerza muscular y la capacidad de ejercicio. Los autores de este metaanálisis valoraron la efectividad de IMT sobre el sistema cardiovascular a través de la modulación del sistema nervioso simpático, por medio de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Los autores seleccionaron 10 ensayos clínicos que implicaron a 267 sujetos de entre 51 y 71 años de edad. Los resultados mostraron una mejora de la presión inspiratoria máxima (MIP), así como una reducción de la frecuencia cardíaca y presión arterial diastólica. Los autores concluyeron que el entrenamiento de músculos inspiratorios es eficaz para mejorar la fuerza de esos músculos, y que puede ser considerado como un tratamiento complementario para mejorar el sistema cardiovascular, principalmente la frecuencia cardíaca y la presión arterial diastólica.

*Cipriano, 2019. Current insights of inspiratory muscle training on the cardiovascular system: a systematic review with meta-analysis. Integr Blood Press Control 12: 1-11; doi: 10.2147/IBPC.S159386*

## Entrenamiento de músculos inspiratorios en pacientes con hemodiálisis

La enfermedad renal crónica es una patología compleja que impacta en múltiples órganos y sistemas (incluyendo musculoesquelético y cardiorrespiratorio), provocando un descenso de la capacidad funcional. El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos de un entrenamiento de músculos inspiratorios sobre la presión inspiratoria máxima, capacidad funcional y función endotelial de pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. 25 pacientes fueron asignados a uno de los siguientes 2 grupos: intervención (IMTG) y control (CG). Los pacientes de intervención realizaron el protocolo de ejercicio durante 5 semanas, 6 sesiones/semana, y cada sesión consistió en 5 series de 10 repeticiones, iniciando con una resistencia del 50% PIM, progresando al 70% PIM. Los resultados mostraron un aumento significativo de la PIM en el grupo de intervención (IMTG:  $102 \pm 25.7$  cmH<sub>2</sub>O vs CG:  $83 \pm 19.2$ ;  $p=0.046$ ). La magnitud del aumento de la PIM fue del 33,5% en el grupo de intervención. La capacidad funcional y la función endotelial no se modificaron en ninguno de los dos grupos. Los autores concluyeron que el entrenamiento de músculos inspiratorios a corto plazo fue capaz de mejorar la fuerza de los músculos inspiratorios en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

*Dipp y col. Short period of high-intensity inspiratory muscle training improves inspiratory muscle strength in patients with chronic kidney disease on hemodialysis: a randomized controlled trial. Braz J Phys Ther 6-may; doi: 10.1016/j.bjpt.2019.04.003*



## Entrenamiento de músculos inspiratorios en jugadores de baloncesto en silla de ruedas

El objetivo de esta investigación fue valorar los efectos del entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT) asociado a entrenamiento interválico, sobre la fuerza y la fatiga de los músculos respiratorios, así como el rendimiento aeróbico (PP) en jugadores de baloncesto en silla de ruedas. Participaron 17 jugadores que fueron distribuidos aleatoriamente en un grupo control (CG) o un grupo de entrenamiento (TG). Se evaluó la fuerza de los músculos inspiratorios por medio de la presión inspiratoria y espiratoria máximas (PIM y PEM), el rendimiento aeróbico mediante un test Yo-Yo, así como la recuperación de la fatiga muscular inspiratoria. El grupo TG realizó un protocolo de carga que fue aumentando a lo largo de las 12 semanas de entrenamiento, con 50%, 60%, 70% PIM, mientras que el grupo control lo hizo con 15% PIM. Los resultados mostraron que después del periodo de entrenamiento el grupo TG mejoró PIM, PEM y resultados de test Yo-Yo. El grupo TG mostró una aceleración de la recuperación de la fatiga, mientras que no se observaron cambios en el grupo control. Los autores concluyeron que el entrenamiento de los músculos inspiratorios con progresividad de la carga mejora el rendimiento aeróbico y la recuperación de la fatiga de los músculos respiratorios después de un ejercicio de alta intensidad.

*Antonelli y col, 2019. Effects of Inspiratory Muscle Training With Progressive Loading on Respiratory Muscle Function and Sports Performance in High-Performance Wheelchair Basketball Athletes: Randomized Clinical Trial. Int J Sports Physiol Perform 7: 1-20; doi: 10.1123/ijsp.2018-0979*

## Entrenamiento de músculos inspiratorios antes de cirugía cardíaca previene complicaciones postoperatorias

Cuatro metaanálisis recientes concluyeron que la prehabilitación redujo las complicaciones pulmonares postoperatorias (PPCs), y ninguno mostró efectos secundarios negativos. Los autores concluyeron que la prehabilitación es una intervención preoperatoria positiva, más favorable en pacientes de edad avanzada y en aquellos con riesgo de complicaciones pulmonares. Específicamente, el entrenamiento de los músculos inspiratorios es la intervención con evidencia más favorable.

*Sandhu MS, Akowuah EF, 2019. Does prehabilitation improve outcomes in cardiac surgical patients?. Interact Cardiovasc Thorac Surg 30-jun; doi: 10.1093/icvts/ivz131*

### Entrenamiento de músculos respiratorios en pacientes con lesión medular crónica

Los autores investigaron los efectos del entrenamiento de músculos respiratorios con hiperpnea normocápica sobre la función pulmonar y calidad de vida de pacientes con lesión medular crónica. Participaron 18 pacientes con lesión medular de >24 meses y que no realizaban entrenamiento de músculos respiratorios (IMT) previamente. Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de IMT mediante hiperpnea normocápica o a un grupo control. El grupo IMT realizó sesiones de 15-20 min/día, 5 días/semana, durante 4 semanas. Los pacientes hiperventilaron a través de un re-breathing del aire espirado. El grupo control no realizó IMT. Se realizó valoración funcional respiratoria antes y después del periodo de entrenamiento, así como se cumplimentaron distintos cuestionarios de valoración subjetiva. Los resultados mostraron mejoras en todos los test y cuestionarios realizados, excepto en la capacidad pulmonar total y en la capacidad de difusión pulmonar de CO<sub>2</sub>. Los autores concluyeron que el entrenamiento de músculos respiratorios mediante hiperpnea normocápica mejora la función pulmonar y mejora la calidad de vida, reduciendo además la incidencia de depresión en pacientes con lesión medular crónica, independientemente del nivel neurológico de la lesión.

*Xi y col, 2019. Respiratory muscle endurance training with normocapnic hyperpnoea for patients with chronic spinal cord injury: A pilot short-term randomized controlled trial. J Rehabil Med 14-jun; doi: 10.2340/16501977-2572*

## Entrenamiento de músculos inspiratorios después de infarto de miocardio

La terapia respiratoria es una parte integral del tratamiento de pacientes cardíacos. El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de añadir entrenamiento de músculos inspiratorios (IMT) en la segunda fase de un programa de rehabilitación cardíaca, sobre la tolerancia al ejercicio y la función de extremidades inferiores en pacientes post-infarto de miocardio (MI). Participaron 90 pacientes de 65 años de edad media con MI, que tomaron parte del estudio en fase II de un programa de rehabilitación cardíaca (CR). Se estructuraron 3 grupos: Grupo 1, CR + IMT; Grupo 2, solo CR; y Grupo 3, solo IMT. Antes y después del programa de 8 semanas, a los participantes se les valoró presión máxima inspiratoria y espiratoria (P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max), tolerancia al ejercicio y fuerza muscular de extensión de rodilla. Los resultados mostraron que en los grupos 1 y 2, se observó un aumento significativo en P<sub>I</sub>max y en tolerancia al ejercicio (MET). El grupo 1 aumentó también la P<sub>E</sub>max. En el grupo 3, se observaron los mismos cambios en los valores de los parámetros que reflejan la función muscular respiratoria. Todos los parámetros de fuerza examinados de los músculos de la articulación de la rodilla mostraron una mejoría en todos los grupos investigados, pero las mayores diferencias se observaron en el grupo 1. Los autores concluyeron que el uso de IMT en el programa de rehabilitación cardíaca de pacientes con IM dio como resultado una mejor eficacia de la rehabilitación, lo que condujo a una mejora significativa en la condición física.

*Kurzai y col, 2019. Can Inspiratory Muscle Training Improve Exercise Tolerance and Lower Limb Function After Myocardial Infarction?. Med Sci Monit 12-jul; doi: 10.12659/MSM.914684*

### Impacto del volumen semanal de entrenamiento en natación sobre los efectos ergogénicos del entrenamiento de los músculos inspiratorios

El objetivo de este estudio fue examinar el impacto de la distancia de entrenamiento semanal en natación sobre los efectos ergogénicos del entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT). Participaron 33 jóvenes sanadores que fueron separados en función del volumen de entrenamiento semanal ( $\leq 31$  km/semana, LOW y  $> 41$  km/semana, respectivamente, HIGH). Los grupos LOW y HIGH fueron a su vez divididos en grupo control y IMT en un periodo de intervención de 6 semanas, por lo que finalmente el estudio se realizó con 4 grupos: LOWcon, LOWIMT, HIGHcon y HIGHIMT. Antes y después de la intervención los nadadores realizaron un máximo esfuerzo en 100 y 200 m libres, valorando PIM (presión inspiratoria máxima) y PEM (presión espiratoria máxima), antes y después de cada tramo de natación. Los resultados mostraron que el IMT aumentó la PIM, pero no la PEM, un 36% en LOWIMT y HIGHIMT, pero los tiempos en 100 y 200 m solo mejoraron en LOWIMT (3 y 7% respectivamente). Los beneficios de IMT solo ocurrieron con menores volúmenes de entrenamiento indicando que sus efectos ergogénicos son dependientes del volumen de trabajo realizado en natación. Consecuentemente el volumen de entrenamiento en natación puede ayudar a recomendar o no un entrenamiento adicional de músculos inspiratorios.

*Lomax y col, 2019. Impact of Weekly Swimming Training Distance on the Ergogenicity of Inspiratory Muscle Training in Well-Trained Youth Swimmers. J Strength Cond Res 33:2185-2193; doi: 10.1519/JSC.0000000000002375*

## Efectos del entrenamiento de músculos inspiratorios sobre la saturación de oxígeno y el rendimiento en remeros con respuesta hipoxémica

La hipoxemia arterial inducida por el ejercicio (EIAH) se observa con cierta frecuencia en atletas de resistencia aeróbica. Este estudio examinó los efectos de un protocolo de entrenamiento de músculos inspiratorios (IMT) sobre la función respiratoria de reposo y la saturación arterial de oxígeno al final de un ejercicio de alta intensidad, así como sobre el rendimiento de remeros que manifestaron hipoxemia en alta intensidad. Participaron 20 chicos y 16 chicas bien entrenados, que fueron divididos en 4 grupos: chicos-IMT, chicos-control, chicas-IMT y chicas-control. Los grupos IMT realizaron además de su entrenamiento habitual, 30 min/día, 5 días/semana/ 6 semanas de IMT. Antes y después del periodo de entrenamiento se realizó un test de 2000 m y una carrera simulada de 5 min de esfuerzo máximo. Los resultados mostraron que el IMT aumentó la fuerza de los músculos inspiratorios en chicos ( $135 \pm 31$  vs.  $180 \pm 22$  cmH<sub>2</sub>O) y chicas ( $93 \pm 19$  vs.  $142 \pm 22$  cmH<sub>2</sub>O). El grupo de chicas exhibió menor respuesta EIAH y mejoró el rendimiento en 2000 m ( $487 \pm 32$  vs.  $461 \pm 34$  s) y en el test de 5 min de esfuerzo máximo ( $1,285 \pm 28$  vs.  $1,310 \pm 36$  m). El IMT solo hizo mejorar significativamente en el grupo de chicos el test de 5 min ( $1,651 \pm 31$  vs.  $1,746 \pm 37$ m). Los resultados sugieren que el entrenamiento de músculos inspiratorios mejora el rendimiento en remeros que manifiestan hipoxemia, especialmente en mujeres.

*Riganas y col, 2019. Inspiratory muscle training effects on oxygen saturation and performance in hypoxemic rowers: Effect of sex. J Sports Sci 29: 1-9; doi: 10.1080/02640414.2019.1646582*

### Beneficios del entrenamiento de músculos respiratorios en mujeres activas de edad avanzada

El objetivo de este estudio fue examinar los cambios en la presión máxima inspiratoria (PIM), función pulmonar, fitness cardiorrespiratorio y presión arterial, de 10 mujeres de edad avanzada, después de 7 semanas de entrenamiento de músculos inspiratorios (IMT) combinado con un programa de entrenamiento multicomponente (MCTP). El IMT consistió en 30 inspiraciones al 50% PIM, dos veces/día, 7 días/semana, mientras MCTP fue de 1 h, 2 días/semana. Los resultados mostraron una mejora del PIM y distancia recorrida caminando en 6 min. Se observó una correlación negativa entre la mejora de la PIM respecto a los niveles iniciales de PIM, mostrando que las mujeres que comenzaron la intervención con menor PIM alcanzaron mayores mejoras en la PIM. No se observaron cambios en los parámetros espirométricos. Los autores sugieren que incluir entrenamiento de músculos respiratorios en esta población es beneficioso y complementa los programas de actividad física habituales.

*Roldán y col, 2019. Beneficial Effects of Inspiratory Muscle Training Combined With Multicomponent Training in Elderly Active Women. Res Q Exerc Sport 9:1-8; doi: 10.1080/02701367.2019.1633009*

### Entrenamiento de músculos inspiratorios en pacientes con enfermedad pulmonar avanzada

El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del entrenamiento de músculos inspiratorios (IMT) sobre la disnea en actividades de la vida diaria, función muscular inspiratoria, capacidad funcional y calidad de vida de pacientes con enfermedad pulmonar avanzada (ALD). Durante 8 semanas los pacientes llevaron a cabo un programa de IMT que incluyó dos sesiones/día. En cada sesión los pacientes realizaron 2 series de 30 inspiraciones con 2 min de descanso entre series. Los resultados mostraron que la disnea disminuyó durante las actividades de la vida diaria. También mejoró la fuerza y la resistencia de los músculos inspiratorios, así como la calidad de vida de los pacientes. El test de 6 min caminando no mostró variación después del programa de IMT. Los autores concluyen que el entrenamiento de músculos inspiratorios disminuyó la disnea en las actividades diarias, mejoró la función muscular inspiratoria y la calidad de vida de los pacientes con enfermedad pulmonar avanzada.

*Hoffman y col, 2019. Inspiratory muscle training reduces dyspnea during activities of daily living and improves inspiratory muscle function and quality of life in patients with advanced lung disease. Physiother Theory Pract 20: 1-11; doi: 10.1080/09593985.2019.1656314*



### Entrenamiento de músculos inspiratorios después de cirugía de reemplazo de la válvula aórtica

El objetivo de este estudio fue analizar los efectos del entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT) como estrategia terapéutica después de cirugía de reemplazo de la válvula aórtica (HVRS). Se diseñó un ensayo clínico doble ciego aleatorio con pacientes sin complicaciones post-quirúrgicas después de reemplazo de válvula aórtica. Los pacientes fueron asignados a un grupo IMT (IMG-G) o a un grupo placebo (IMT-PG). El IMT comenzó 3 días después de la cirugía y se realizó 2 veces/día durante 4 semanas. Antes de la intervención quirúrgica y después del periodo de entrenamiento se valoraron función pulmonar, presión máxima inspiratoria (MIP), capacidad funcional y calidad de vida. Los resultados mostraron que el grupo IMT-G recuperó los valores de MIP y la función pulmonar después de 4 semanas de entrenamiento. Este grupo también aumentó la distancia recorrida en el test de caminata de 6 min (6MWD). En el grupo placebo, los valores de MIP fueron menores que los obtenidos antes de la intervención quirúrgica, con afectación negativa en la función pulmonar y distancia en el test 6MWD al final de la valoración. Al final del IMT, se obtuvo una correlación significativa entre MIP y distancia en 6MWD. Los autores concluyeron que la realización de entrenamiento de músculos inspiratorios durante 4 semanas después de cirugía de reemplazo de la válvula aórtica fue eficaz para restaurar los valores preoperatorios de fuerza de los músculos inspiratorios y capacidad funcional.

*Cargnin y col, 2019. Inspiratory Muscle Training After Heart Valve Replacement Surgery Improves Inspiratory Muscle Strength, Lung Function, and Functional Capacity: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL. J Cardiopulm Rehabil Prev 39(5): E1-E7; doi: 10.1097/HCR.0000000000000409*

## El entrenamiento de músculos respiratorios previo a cirugía pulmonar previene complicaciones posquirúrgicas

La resección quirúrgica es el principal tratamiento del cáncer de pulmón (NSCLC). Las complicaciones postquirúrgicas y la mortalidad se asocian a fallo respiratorio por sobrecarga de músculos respiratorios. Los autores de este estudio evaluaron los efectos de un entrenamiento de músculos respiratorios (RMET) sobre la capacidad muscular respiratoria y las complicaciones posquirúrgicas en pacientes con NSCLC. El grupo de pacientes que entrenó músculos respiratorios (Grupo T) lo realizó durante 3 semanas previas a la intervención, añadido a la terapia de preparación convencional, mientras que el grupo control (Grupo C) solo realizó los cuidados de fisioterapia. Se valoraron los cambios en la capacidad de resistencia muscular respiratoria, y las complicaciones posquirúrgicas y la mortalidad. Se incluyeron 26 pacientes con NSCLC (14 en el grupo T y 12 en el grupo C). El test de resistencia muscular mejoró significativamente en el grupo T comparado con el grupo C ( $+229 \pm 199$  vs.  $-5 \pm 371$  sec,  $p=0.001$ ). Este incremento se asoció con un menor número de complicaciones posquirúrgicas (2 vs. 10,  $p=0.037$ ). Los autores concluyeron que el entrenamiento de músculos respiratorios antes de la cirugía de resección pulmonar aumenta la resistencia muscular respiratoria y disminuye las complicaciones posquirúrgicas.

*Laurent y col, 2019. Preoperative respiratory muscle endurance training improves ventilatory capacity and prevents pulmonary postoperative complications after lung surgery: a randomized controlled trial. Eur J Phys Rehabil Med 4-sep; doi: 10.23736/S1973-9087.19.05781-2*

## El entrenamiento de músculos inspiratorios mejora el rendimiento en esprint repetidos en futbolistas profesionales

El entrenamiento de músculos inspiratorios (IMT) es un método eficaz para atenuar las percepciones de esfuerzo respiratorio y periférico, lo que permite la mejora neuromuscular llevando a un mejor rendimiento. Los autores de este estudio investigaron los efectos del IMT sobre la tolerancia al ejercicio, la capacidad de esprint repetidos (RSA), la presión inspiratoria máxima (MIP) y el pico de flujo inspiratorio (PIF) en futbolistas profesionales. Participaron 22 futbolistas hombres de 18,3 años de edad media. El IMT consistió en 15-30 inspiraciones (50% PIM) en un periodo de 2 semanas. IMT se realizó antes del entrenamiento de fútbol (1 serie al día, 6 días/semana), valorando antes y después del periodo de intervención la capacidad de esprint repetidos (RSA). Los resultados mostraron un descenso significativo en el tiempo de esprint después de la intervención, así como una mejora del rendimiento en RSA. También mejoraron significativamente MIP y PIF. Los autores concluyeron que el entrenamiento de músculos inspiratorios mejoró la capacidad de esprint y la tolerancia al ejercicio en futbolistas jóvenes profesionales.

*Cavalcante Silva y col, 2019. Inspiratory muscle training improves performance of a repeated sprints ability test in professional soccer players. J Bodyw Mov Ther 23(3): 452-455; doi: 10.1016/j.jbmt.2019.01.016*

## Efectos de la intensidad de entrenamiento de músculos inspiratorios sobre el control cardiovascular en ciclistas aficionados

Los efectos crónicos del entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT) sobre la función autónoma y la regulación de los barorreflejos no está ampliamente estudiada. Los autores de este estudio evaluaron los efectos crónicos de diferentes intensidades de IMT sobre el control cardiovascular en ciclistas aficionados. Participaron 30 ciclistas que realizaron IMT durante 11 semanas. Los participantes fueron distribuidos aleatoriamente en un grupo placebo (SHAM), un grupo que entrenó IMT al 60% PIM (PIM60) y un grupo que entrenó a la presión inspiratoria crítica (CIP). El ECG, presión arterial y movimientos respiratorios se recogieron antes (PRE) y después (POST) del entrenamiento en reposo en posición supina (REST) y durante posición activa en bipedestación (STAND). Se valoraron índices de variabilidad de frecuencia cardíaca y marcadores de actividad de barorreflejos. Los resultados mostraron que en comparación con SHAM, se observó un efecto positivo de PIM60 sobre la banda de alta frecuencia de la variabilidad en REST. El entrenamiento CIP se asoció a un efecto negativo sobre la respuesta de la variabilidad cardíaca en STAND. No se observaron efectos del IMT sobre la presión arterial sistólica o marcadores de barorreflejos. Los hallazgos sugieren que el entrenamiento de músculos inspiratorios de intensidad moderada es beneficioso cuando el objetivo sea limitar la hiperactividad simpática en reposo.

*Martins de Abreu y col, 2019. Effects of inspiratory muscle training intensity on cardiovascular control in amateur cyclists. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 9-oct; doi: 10.1152/ajpregu.00167.2019*

## Entrenamiento de músculos respiratorios en pacientes con insuficiencia cardiaca

Estudios previos han mostrado que el entrenamiento de los músculos respiratorios mejora la capacidad funcional y la calidad de vida en pacientes con insuficiencia cardiaca. Los autores de este metaanálisis determinaron los efectos del entrenamiento de músculos respiratorios sobre la capacidad funcional y calidad de vida en pacientes con insuficiencia cardiaca. Fueron seleccionados 31 estudios con 1499 pacientes. Los resultados mostraron que el entrenamiento de músculos respiratorios realizado con una resistencia de 60% PIM aislado o más entrenamiento aeróbico tuvo los mayores efectos sobre el VO<sub>2</sub>pico y la distancia recorrida en 6 min. El entrenamiento de músculos respiratorios al 30-40% PIM se asoció a una mayor mejora de la calidad de vida. Los autores concluyeron que el entrenamiento de músculos respiratorios de moderada y alta intensidad mejoró la capacidad funcional y la calidad de vida de los pacientes con insuficiencia cardiaca.

*Wang MH, Yeh ML, 2019. Respiratory training interventions improve health status of heart failure patients: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. World J Clin Cases 7:2760-2775; doi: 10.12998/wjcc.v7.i18.2760*

### Entrenamiento de músculos respiratorios en obesos

Esta investigación examinó los efectos de 6 semanas de entrenamiento de músculos inspiratorios (IRT) sobre biomarcadores de salud, función pulmonar y resistencia aeróbica, en pacientes obesos. Participaron 28 adultos obesos (BMI > 27 kg/m<sup>2</sup>) que fueron asignados aleatoriamente a un grupo IRT o a un grupo control (PLA). El entrenamiento se realizó 2 veces/día, 3 días/semana, 30 respiraciones/sesión; IRT: 55% PIM; PLA: 10% PIM. Los resultados mostraron que después del entrenamiento, la PIM en IRT fue mayor en el PLA (+49.6%,  $p < .001$ ), así como la distancia recorrida en el test de 6 min que también fue significativamente mayor en IRT (+12.9%,  $p = 0.001$ ). Sin embargo, no hubo diferencias en la función pulmonar o perfiles de lípidos entre grupos. Los resultados demuestran que el entrenamiento de músculos inspiratorios es eficaz para mejorar la capacidad aeróbica de ejercicio y la fuerza de los músculos inspiratorios en pacientes obesos; sin embargo, no se pudieron evidenciar efectos sobre la composición corporal, función pulmonar o perfil de lípidos en sangre.

*Kuo y col, 2019. Six-week inspiratory resistance training ameliorates endurance performance but does not affect obesity-related metabolis biomarkers in obese adults: A randomized controlled trial. RespirPhysiol Neurobiol 17:103285; doi: 10.1016/j.resp.2019.103285*

### Entrenamiento de músculos respiratorios en edad avanzada

El entrenamiento de músculos inspiratorios (IMT) ha sido aplicado en diferentes poblaciones, incluyendo en adultos de edad avanzada. Además del aumento de la fuerza de los músculos inspiratorios se han descrito otros beneficios para la salud en esta población. El objetivo de este estudio fue revisar los efectos del IMT sobre parámetros generales de salud en adultos de  $\geq 60$  años, analizando adicionalmente los protocolos utilizados. Se seleccionaron 7 estudios que agruparon a 248 pacientes. Los resultados mostraron que el IMT mejoró la fuerza de los músculos inspiratorios y el espesor diafragmático. Los protocolos utilizados fueron muy variados, desde 4 a 8 semanas de entrenamiento, pasando por una intensidad del 30-80% PIM ó una frecuencia semanal de 5-a 7 sesiones. Los autores concluyeron que el entrenamiento de músculos respiratorios mejoró la fuerza de los músculos inspiratorios en adultos de edad avanzada. No se encontraron suficientes datos objetivos para concluir efectos sobre la capacidad funcional en esta población.

*Seixas y col, 2019. Effects of Inspiratory Muscle Training in Older Adults. Respir Care 29-oct; doi: 10.4187/respcare.06945*

### Entrenamiento muscular respiratorio en atletas y no atletas con lesión medular

El entrenamiento de músculos respiratorios (RMT) ha sido recomendado para mitigar el impacto de las lesiones medulares (CSI), pero la dosis óptima en términos de frecuencia, intensidad, tiempo y modalidad no está bien clarificada. Los autores realizaron una revisión sistemática sobre efectos de RMT sobre función pulmonar, fuerza de músculos respiratorios y fitness cardiorrespiratorio en atletas y no atletas con SCI. 17 estudios fueron seleccionados para su análisis. Los resultados mostraron que el RMT se asoció a cambios beneficiosos en la función pulmonar y fuerza de músculos respiratorios, mientras que no se observaron cambios en el VO<sub>2</sub>max. No fue posible establecer la dosis óptima de RMT, pero el entrenamiento combinado inspiratorio y espiratorio parecen asociarse a mayores cambios en comparación al entrenamiento aislado inspiratorio o espiratorio. Los autores concluyeron que el uso de RMT beneficia a la ventilación pulmonar de atletas y no atletas con lesión medular. Sin embargo, no está claro que protocolo puede ser más eficaz.

*Lemos y col, 2019. Respiratory muscle training in non-athletes and athletes with spinal cord injury: A systematic review of the effects on pulmonary function, respiratory muscle strength and endurance, and cardiorespiratory fitness based on the FITT principle of exercise prescription. J Back Musculoskelet Rehabil 27-sep; doi: 10.3233/BMR-181452*



### Entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con esclerosis múltiple

El entrenamiento de músculos inspiratorios (IMT) no ha sido examinado adecuadamente en esclerosis múltiple (MS). El principal objetivo de este estudio fue investigar los efectos del IMT en pacientes con esclerosis múltiple avanzada. El segundo objetivo fue evaluar la retención de los beneficios del IMT. Participaron 36 pacientes ( $60.5 \pm 8.6$  años) que realizaron IMT durante 10 semanas (3 series de 15 inspiraciones/día), aumentando progresivamente la resistencia. Se midieron presiones inspiratorias (PIM) y espiratoria (PEM) máximas, al inicio, 5 y 10 semanas de entrenamiento, y a las 4 y 8 semanas después de finalizar el mismo. Los resultados mostraron un aumento significativo de la PIM a las 5 y 10 semanas de entrenamiento. Las mejoras en la PIM se mantuvieron a las 8 semanas de finalizar en periodo de entrenamiento. La PEM no se modificó. Los autores concluyeron que, en personas con esclerosis múltiple avanzada, el entrenamiento de músculos inspiratorios aumento significativamente su fuerza, y esas mejoras se mantuvieron hasta 8 semanas después de finalizar la intervención.

*Huang y col, 2019. Effects of inspiratory muscle training in advanced multiple sclerosis. Mult Scler Relat Disord 37:101492; doi: 10.1016/j.msard.2019.101492*

### Entrenamiento muscular inspiratorio combinado con pilates en mujeres de edad avanzada

El envejecimiento es progresivo y sus efectos sobre la función del sistema respiratorio incluyen cambios en la composición de los tejidos conectivos de los pulmones que influyen en la compliance pulmonar y torácica. Los autores de este estudio combinaron entrenamiento de músculos inspiratorios (IMT) con Pilates para evaluar su influencia en la función pulmonar de mujeres de edad avanzada. Las mujeres participantes tenían 60 años o más, físicamente activas. Fueron divididas aleatoriamente en tres grupos: uno recibió IMT + Pilates, otro solo Pilates, mientras que el tercero actuó como control. Se realizaron diferentes pruebas pulmonares, test de 6 min caminando y un test de resistencia abdominal. Los resultados mostraron que la intervención aumentó la fuerza de los músculos inspiratorios y espiratorios, la distancia en el test de 6 min y el rendimiento en el test de músculos abdominales. El grupo control no mostró diferencias con la intervención. Los autores sugieren que el entrenamiento de músculos inspiratorios asociado a Pilates mejora la función pulmonar y la condición física en mujeres de edad avanzada.

*Alvarenga y col, 2019. The influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women: A randomized controlled trial. Clinics (Sao Paulo) 73:e356; doi: 10.6061/clinics/2018/e356*

## Factores de riesgo de debilidad de músculos inspiratorios en pacientes con insuficiencia cardíaca

La insuficiencia cardíaca crónica se asocia con debilidad de músculos inspiratorios. Sin embargo, pocos estudios han investigado los factores de riesgo de debilidad de los músculos inspiratorios en pacientes con insuficiencia cardíaca y disfunción sistólica (fracción de eyección ventricular <40%). Diecisiete pacientes fueron valorados en relación a parámetros clínicos, historia de tabaquismo, fuerza muscular periférica, función pulmonar, variables ecocardiográficas y péptido natriurético cerebral. Los pacientes fueron clasificados con músculos inspiratorios débiles cuando la presión inspiratoria máxima fue <70% de los valores predichos. Los resultados mostraron que el 51% de los pacientes tuvieron músculos inspiratorios débiles. Los pacientes con músculos débiles y aquellos que no tenían debilidad no se diferenciaron en edad, sexo, IMC, medicación y actividad física. Sin embargo, los pacientes con músculos débiles tuvieron menor fracción de eyección, presión sistólica y diastólica, fuerza en cuádriceps, función pulmonar, aumento de péptido atrial natriurético, historia de tabaquismo e incidencia de hipertensión pulmonar. El análisis de regresión encontró que menor fracción de eyección, tabaquismo y menor presión arterial sistólica fueron predictores independientes de debilidad de músculos inspiratorios. Los autores concluyeron que la combinación de baja fracción de eyección, presión arterial sistólica e historia de tabaquismo predicen debilidad de músculos inspiratorios en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica.

*Nakagawa y col, 2019. Risk Factors for Inspiratory Muscle Weakness in Chronic Heart Failure. Respir Care 10-dic; doi: 10.4187/respcare.06766*

### Diferencias en las respuestas musculares respiratorias con hiperpnea o resistencia respiratoria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Los autores compararon las respuestas mecánicas y metabólicas del diafragma y de los músculos inspiratorios intercostales durante dos diferentes modalidades de entrenamiento en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Participaron 16 pacientes de  $65 \pm 13$  años que realizaron entrenamiento de músculos respiratorios mediante hiperpnea o resistencia inspiratoria. Los resultados mostraron un mayor esfuerzo muscular inspiratorio durante el aumento de resistencia evocado por mayor activación muscular de intercostales y músculos del cuello en comparación con la hiperpnea.

*Rodrigues y col, 2019. Differences in Respiratory Muscle Responses to Hyperpnea or Loaded Breathing in COPD. Med Sci Sports Exerc 23-dic; doi: 10.1249/MSS.0000000000002222*

ACTUALIZACIONES  
EN FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO  
2019

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO

Meta-análisis

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos del entrenamiento físico sobre la calidad de vida, capacidad aeróbica y función cardiaca en pacientes mayores de edad con insuficiencia cardiaca**

Simani y col, 2018; Front Physiol 9:1564. doi: 10.3389/fphys.2018.01564.

*El metaanálisis muestra que el entrenamiento físico tiene efectos positivos sobre la calidad de vida, capacidad aeróbica y función cardiaca en pacientes de edad avanzada con insuficiencia cardiaca*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30483145>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos del ejercicio sobre la fatiga asociada al cáncer**

Kessels y col, 2018; Neuropsychiatr Dis Treat 14:479-494. doi: 10.2147/NDT.S150464

*Los programas de ejercicio tienen un importante efecto en la reducción de la fatiga asociada al cáncer. Las intervenciones con ejercicio aeróbico con alta adherencia ofrecen los mejores resultados*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29445285>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos del enjuague bucal con bebida que contenga carbohidratos sobre el rendimiento en ciclismo**

Brietzque y col, 2018, Sports Med, Nov 29. doi: 10.1007/s40279-018-1029-7

*El enjuague bucal con una bebida que contenga carbohidratos mejora la potencia media mantenida en un test en bicicleta, pero no mejoró el tiempo frente al placebo en un test contrarreloj simulado*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30488186>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Ejercicio y resistencia a la insulina en diabéticos tipo 2**

Kumar y col, 2018; Ann Phys Rehabil Med 13-dic; doi: 10.1016/j.rehab.2018.11.001

*El ejercicio representa una estrategia de intervención efectiva para mejorar el control glucémico en pacientes diabéticos tipo 2. Los resultados muestran evidencia clara de la efectividad del ejercicio estructurado.*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30553010>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Influencia del ejercicio a corto plazo sobre los niveles basales de testosterona en hombres de edad avanzada**

Hayes LD y Elliott BT, 2019; Front Physiol 9:1878. doi: 10.3389/fphys.2018.01878

*El entrenamiento de fuerza no influye en los niveles basales de testosterona en hombres de edad avanzada. El entrenamiento aeróbico y el interválico mostraron pequeños efectos sobre el aumento basal de la testosterona*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30692929>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos del ejercicio y de las intervenciones farmacológicas sobre la adiposidad visceral**

Rao y col, 2019; Mayo Clin Proc 94(2):211-224. doi: 10.1016/j.mayocp.2018.09.019

*Las intervenciones con ejercicio dieron lugar a una mayor reducción de la adiposidad visceral en relación al peso corporal que las intervenciones farmacológicas.*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30711119>



## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos de diferentes protocolos de entrenamiento interválico de alta intensidad en la mejora del  $VO_2$ max en adultos**

Wen y col, 2019; J Sci Med Sport doi: 10.1016/j.jsams.2019.01.013

*Intervalos cortos ( $\leq 30s$ ), bajo volumen ( $\leq 5$  min) y breve plazo ( $\leq 4$  semanas) representa una opción de HIIT efectiva y tiempo eficiente en la mejora del  $VO_2$ max en población general. No obstante, para optimizar los efectos del HIIT sobre el  $VO_2$ max, se recomiendan intervalos más largos ( $\geq 2$  min), mayor volumen ( $\geq 15$  min) y más tiempo de aplicación ( $\geq 4-12$  semanas)*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30733142>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en la terapia y convalecencia de pacientes con cáncer**

Mugele y col, 2019; J Cancer Surviv Feb 26. doi: 10.1007/s11764-019-00743-3

*La aplicación de HIIT a corto plazo induce similares efectos positivos sobre la capacidad funcional e indicadores de salud que el entrenamiento continuo de moderada intensidad. La intervención tiempo-eficiencia del HIIT hace de este entrenamiento una elección preferente para muchos pacientes*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30806875>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**¿Los suplementos proteicos multiingredientes aumentan la fuerza y la masa muscular con entrenamiento de fuerza en mayor medida que con suplementos solo de proteínas?**

O'Bryan y col, 2019; Br J Sports Med doi: 10.1136/bjsports-2018-099889

*Los suplementos proteicos multiingredientes (MIP) no muestran mayores efectos que los suplementos solo con proteínas. La magnitud de los efectos de los MIP fue mayor en desentrenados y personas de edad avanzada, respecto a los jóvenes y entrenados.*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30824459>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos del entrenamiento sobre la fracción de eyección en pacientes con insuficiencia cardiaca con fracción de eyección reducida**

Tucker y col, 2019 Prog Cardiovasc Dis 62(2):163-171. doi: 10.1016/j.pcad.2018.08.006

*En pacientes con insuficiencia cardiaca clínicamente estables, el entrenamiento aeróbico continuo de moderada intensidad atenuó el remodelado del ventrículo izquierdo. Los efectos del HIIT no fueron diferentes a los del entrenamiento continuo. El entrenamiento de fuerza no mostró efectos sobre la fracción de eyección del ventrículo izquierdo*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30227187>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos agudos del ejercicio de fuerza sobre la función cognitiva en adultos sanos**

Wilke y col, 2019; Sports Med Mar 6. doi: 10.1007/s40279-019-01085-x

*El entrenamiento de fuerza mejora la función cognitiva como respuesta al ejercicio en adultos sanos. Este efecto beneficioso no parece superior al obtenido con el ejercicio aeróbico. El impacto sobre tales efectos de variables como la edad, duración e intensidad de entrenamiento deben clarificarse*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30838520>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos del Tai Chi en la reducción de caídas y mejora del equilibrio en enfermedad de Parkinson**

Liu y col, 2019 Parkinsons Dis Feb 21;2019:9626934. doi: 10.1155/2019/9626934

*El Tai Chi se muestra como una buena y apropiada estrategia de ejercicio para prevenir caídas y mejorar el equilibrio y movilidad funcional de pacientes con enfermedad de Parkinson*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30918623>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

## **Efectos de la suplementación con citrulina sobre el rendimiento de fuerza y potencia musculares**

Trexler y col, 2019; Sports Med 49(5):707-718. doi: 10.1007/s40279-019-01091-z

*La suplementación con citrulina mejora el rendimiento de fuerza y potencia musculares en comparación con placebo.*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30895562>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

## **Actividad física y riesgo de retinopatía diabética**

Ren y col, 2019; Acta Diabetol Mar 21. doi: 10.1007/s00592-019-01319-4

*La realización de actividad física se relaciona con un menor riesgo de desarrollar retinopatía diabética. La actividad física de intensidad moderada es la más recomendada*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30900027>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos del entrenamiento interválico combinado sobre el fitness cardiorrespiratorio en pacientes con insuficiencia cardíaca**

Jesus y col, 2019; Braz J Phys Ther Apr 20. doi: 10.1016/j.bjpt.2019.04.001

*La combinación de entrenamiento interválico y entrenamiento de fuerza muestran más efectividad en la mejora del fitness cardiorrespiratorio que el entrenamiento interválico aislado*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31047776>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos del ejercicio sobre la función física y cognitiva en adultos de edad avanzada**

Falck y col, 2019 Neurobiol Aging 79:119-130. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2019.03.007

*El entrenamiento físico mejora la función cognitiva y física en personas de edad avanzada, estando ambas mejoras relacionadas entre sí.*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31051329>



## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos del ejercicio aeróbico sobre marcadores inflamatorios en adultos de edad media y avanzada**

Zheng G y col, 2019 Front Aging Neurosci Apr 26;11:98. doi: 10.3389/fnagi.2019.00098

*El ejercicio aeróbico tiene efectos positivos en la reducción de CRP, TNF- $\alpha$  y IL-6 en sujetos adultos de edad media y avanzada, es decir, disminuye los marcadores de inflamación sistémica*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31080412>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Asociación entre entrenamiento de fuerza con mortalidad**

Saeidifard y col, 2019; Eur J Prev Cardiol May 19;doi: 10.1177/2047487319850718

*El entrenamiento de fuerza se asocia a una menor mortalidad y tiene un efecto adicional cuando se combina con el entrenamiento aeróbico. No hay suficientes datos para conocer el efectos de sustituir el entrenamiento aeróbico por entrenamiento de fuerza*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31104484>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

## Entrenamiento de fuerza para revertir la fragilidad

Nunan D, 2019 BMJ Edid Based Med May 8. doi: 10.1136/bmjebm-2019-111181

*Una fuerte evidencia soporta los efectos beneficiosos del entrenamiento del equilibrio y tareas funcionales, con y sin entrenamiento de fuerza, en la reducción de caídas. La evidencia del efecto primario del entrenamiento de la fuerza es menos claro*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31072921>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

## Predicción de frecuencia cardiaca máxima en niños y adolescentes

Cicone y col, 2019; Res Q Exerc Sport Jun 3:1-12. doi: 10.1080/02701367.2019.1615605

*Las ecuaciones de predicción de la frecuencia cardiaca máxima derivada de los adultos no son aplicables en niños. Cuando se tengan que utilizar es preferible aplicar la ecuación de Tanaka ( $F_{cmax} = 208 - 0,7 \times \text{edad}$ )*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31157608>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Consumo de macronutrientes en jugadores de fútbol**

Steffi y col, 2019; Nutrients 11(6). pii: E1305. doi: 10.3390/nu11061305

*Mientras que el consumo de proteínas es más alto que lo recomendado, el de hidratos de carbono es más bajo (5,5-5,9 g/kg/día en junior y 4,3-5,0 g/kg/día en senior) que el recomendado. El consumo de grasas está en línea con las recomendaciones*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31181835>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**El ciclismo se asocia a una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares y mortalidad**

Nordengen y col, 2019 Br J Sports Med May 31. doi: 10.1136/bjsports-2018-099099

*El ciclismo se asocia con una reducción del 22% en el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, frente a la utilización de transporte pasivo. No se observaron diferencias en función al sexo o en la relación dosis-respuesta y riesgo cardiovascular*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31151937>



 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos de la actividad física y el ejercicio sobre la función cognitiva de pacientes con enfermedad de Alzheimer**

Jia y col, 2019; BMC Geriatr 9(1):181. doi: 10.1186/s12877-019-1175-2

*La actividad física y el ejercicio mejoran la función cognitiva de adultos de edad avanzada con Alzheimer. Intervenciones con alta frecuencia no se asocian con mayores efectos, por lo que es necesario establecer el umbral de frecuencia asociado a efectos positivos*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31266451>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos de la rehabilitación cardiaca basada en el ejercicio en pacientes con síndrome agudo coronario**

Ji y col, 2019; Med Sci Monit 25:5015-5027. doi: 10.12659/MSM.917362

*La rehabilitación cardiaca se asocia con una reducción de la mortalidad, recurrencia de infarto agudo de miocardio y restenosis*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31280281>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Localizaciones fisiológicas de las adaptaciones neurales asociadas al entrenamiento de la fuerza**

Siddique y col, 2019; Sports Med Jul 29. doi: 10.1007/s40279-019-01152-3  
*Colectivamente, tanto las adaptaciones corticales como las subcorticales asociadas al entrenamiento de la fuerza actúan para incrementar la activación de las motoneuronas, lo que incrementa la activación voluntaria y probablemente sea un mecanismo de aumento de la fuerza muscular asociado al entrenamiento*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31359349>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos de las intervenciones con circuitos de entrenamiento sobre la pérdida de peso corporal**

Seo y col, 2019; Obes Rev jul 19. doi: 10.1111/obr.12911

*La aplicación de circuitos de entrenamiento son eficaces para reducir el peso corporal y el índice de masa corporal en adultos con sobrepeso y obesidad*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31322317>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos de los suplementos nutricionales combinados con el ejercicio sobre la sarcopenia en personas de edad avanzada**

Luo y col, 2017; Int J Nurs Sci 6;4(4):389-401. doi: 10.1016/j.ijnss.2017.09.004

*La suplementación nutricional puede potenciar los efectos de la intervención con ejercicio sobre la sarcopenia en personas de edad avanzada en relación a la masa muscular, la fuerza y la capacidad física.*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31406783>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Impacto de diferentes modalidades de ejercicio sobre las concentraciones séricas del factor neutrófico derivado del cerebro en edad avanzada**

Marinus y col, 2019; Sports Med 19 Jul; doi: 10.1007/s40279-019-01148-z

*El entrenamiento de fuerza y el combinado de fuerza y resistencia aeróbica se asocian a aumentos séricos significativos de DBNF en personas de edad avanzada. No parece que el entrenamiento aeróbico provoque cambios.*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31270754>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Beneficios para la salud de la suplementación con  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB) añadido al ejercicio en adultos de edad avanzada**

Courel-Ibañez y col, 2019; Nutrients 3;11(9). pii: E2082. doi: 10.3390/nu11092082

*El ejercicio físico más la suplementación con HMB reduce la pérdida de masa muscular en personas de edad avanzada. El aporte de HMB no se asocia a mejoras adicionales a los efectos del ejercicio en capacidad funcional, fuerza muscular y composición corporal*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31484462>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos de la intervención nutricional y ejercicio sobre la composición corporal, salud metabólica y rendimiento en adultos con obesidad sarcopénica**

Hsu y col, 2019; Nutrients Sep 9;11(9). pii: E2163. doi: 10.3390/nu11092163

*El ejercicio físico, especialmente el de fuerza, mejora la composición corporal y el rendimiento en pacientes con obesidad sarcopénica. La intervención nutricional puede disminuir la masa grasa pero no mejora el rendimiento.*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31505890>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

## Prevalencia de hipohidratación en futbolistas

Chapelle y col, 2019; Eur J Sport Sci 17:1-18. doi: 10.1080/17461391.2019.1669716

*La prevalencia de hipohidratación pre-ejercicio en futbolistas fue de entre un 37,4 y un 63,5% dependiendo de la metodología empleada. La frecuencia fue mayor en hombres, profesionales y antes de los entrenamientos*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31526234>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

## Intensidad del ejercicio y sus efectos sobre la capacidad funcional de pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Adolfo y col, 2019; J Bras Pneumol 45(6):e20180011. doi: 10.1590/1806-3713/e20180011

*Los efectos del HIIT sobre el  $VO_2$  pico parecen comparables a los del entrenamiento continuo de moderada intensidad en relación a las respuestas funcionales y cardiovasculares*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31576905>



## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos agudos de la suplementación con cafeína sobre la velocidad de movimiento en ejercicios de fuerza**

Raya-González y col, 2019; Sports Med Oct 23. doi: 10.1007/s40279-019-01211-9

- *La administración aguda de cafeína es ergogénica sobre la velocidad de movimiento en ejercicios de fuerza*
- *Los efectos ergogénicos de la cafeína se observaron en velocidad pico y velocidad media, velocidad de movimiento con cargas bajas, moderadas y altas, y en ejercicios de hemicuerpo superior e inferior*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31643020>

## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Pilates mejora el fitness cardiorrespiratorio**

Fernández-Rodríguez y col, 2019; J Clin Med 8(11) doi: 10.3390/jcm8111761

*La realización de Pilates mejora el fitness cardiorrespiratorio independientemente del estado de salud de la población, y puede ser una alternativa eficaz a otros modos de ejercicio en población sana y con patología*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31652806>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

## **Correr disminuye la presión arterial en reposo**

Igarashi Y, Nogami Y, 2019; Sports Med 1-Nov 1. doi: 10.1007/s40279-019-01209-3

*Correr regularmente disminuye la presión arterial sistólica y diastólica en reposo en adultos sanos e hipertensos. Se recomienda ejercicios de intensidad y volumen moderados en adultos con hipertensión arterial*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31677122>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

## **Impacto de la hipohidratación preejercicio sobre el rendimiento aeróbico**

Deshayes y col, 2019; Sports Med Nov 14. doi: 10.1007/s40279-019-01223-5

*La hipohidratación preejercicio disminuye el rendimiento aeróbico y reduce el VO<sub>2</sub> en el umbral láctico durante la carrera y ciclismo en ejercicios de ≤ 1 hora en diferentes condiciones ambientales*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31728846>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Beneficios antropométricos, cardiopulmonares y metabólicos del HIIT y del entrenamiento continuo de baja intensidad en diabéticos tipo 2**

Lora-Pozo y col, 2019; Int J Environ Res Public 16(22).pii:E4524.oi: 10.3390/ijerph16224524

*El HIIT es una estrategia de ejercicio adecuada para mejorar variables antropométricas, cardiopulmonares y metabólicas en pacientes con diabetes tipo 2*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31731764>

 EXERCISE PHYSIOLOGY & TRAINING  
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Periodización en bloques en entrenamiento de resistencia aeróbica**

Molmen y col,2019; Open Access J Sports Med 10:145-160. doi: 10.2147/OAJSM.S180408

*El modelo de periodización en bloques es una adecuada alternativa al entrenamiento tradicional en resistencia aeróbica, como lo demuestran los mayores efectos en  $VO_2max$  y  $Wmax$  en atletas*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31802956>



## EL RINCÓN DEL META-ANÁLISIS

**Efectos del entrenamiento de fuerza en mujeres sobre la hipertrofia y la fuerza máxima**

Hagstrom y col, 2019; Sports Med, 9-dic; doi: 10.1007/s40279-019-01247-x

*El entrenamiento de fuerza en mujeres provoca hipertrofia y mejora de la fuerza. El volumen de entrenamiento y la frecuencia de las sesiones se muestran como las variables importantes que influyen en la ganancia de fuerza*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31820374>