

Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

ISSN: 0212-8799

203

Volumen 38(3)
Mayo - Junio 2021



ORIGINALES

Effect of strength training on people with HIV and immunometabolic disorders

Estudio experimental piloto tras cirugía del uso de un complejo alimenticio en deportistas para la protección del cartílago articular de rodilla. Un estudio funcional y bioquímico

Revisión sistemática sobre los efectos de la actividad física durante el embarazo

Evaluation methods and objectives for neuromuscular and hemodynamic responses subsequent to different rest intervals in resistance training: a systematic review

Does isolated and combined acute supplementation of caffeine and carbohydrate feeding strategies modify 10-km running performance and pacing strategy? A randomized, crossover, double-blind, and placebo-controlled study

Postactivation potentiation improves jumps performance in children ages 6 to 8 years old

REVISIONES

Efectos terapéuticos de la hipoterapia para personas mayores: revisión de la literatura

Fatiga relativa al cáncer: factores desencadenantes y función del ejercicio físico





UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia

Campus de los Jerónimos,
Nº 135 Guadalupe 30107

(Murcia) - España

Tlf: (+34)968 27 88 01 · info@ucam.edu



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA



Sociedad Española de Medicina del Deporte

Sociedad Española de Medicina del Deporte

Junta de Gobierno

Presidente:

Pedro Manonelles Marqueta

Vicepresidente:

Carlos de Teresa Galván

Secretario General:

Luis Franco Bonafonte

Tesorero:

Javier Pérez Ansón

Vocales:

Miguel E. Del Valle Soto

José Fernando Jiménez Díaz

Juan N. García-Nieto Portabella

Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea

Edita

Sociedad Española de Medicina del Deporte

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

Tel. +34 976 02 45 09

femede@femede.es

www.femede.es

Correspondencia:

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

archmeddeporte@semede.es

http://www.archivosdemedicinadeldeporte.com/

Publicidad

ESMON PUBLICIDAD

Tel. 93 2159034

Publicación bimestral

Un volumen por año

Depósito Legal

Zaragoza. Z 988-2020

ISSN

0212-8799

SopORTE válido

Ref. SVR 389

Indexada en: EMBASE/Excerpta Medica, Índice Médico Español, Sport Information Resource Centre (SIRC), Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud (IBECS), Índice SJR (SCImago Journal Rank), y SCOPUS

La dirección de la revista no acepta responsabilidades derivadas de las opiniones o juicios de valor de los trabajos publicados, la cual recaerá exclusivamente sobre sus autores.

Esta publicación no puede ser reproducida total o parcialmente por ningún medio sin la autorización por escrito de los autores.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Archivos de medicina del deporte

Revista de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Afiliada a la Federación Internacional de Medicina del Deporte, Sociedad Europea de Medicina del Deporte y Grupo Latino y Mediterráneo de Medicina del Deporte

Director

Pedro Manonelles Marqueta

Editor

Miguel E. Del Valle Soto

Administración

Melissa Artajona Pérez

Adjunto a dirección

Oriol Abellán Aynés

Comité Editorial

Norbert Bachl. Centre for Sports Science and University Sports of the University of Vienna. Austria. **Arcell Boraita.** Servicio de Cardiología. Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de deportes. España. **Mats Borjesson.** University of Gothenburg. Suecia. **Josep Brugada Terradellas.** Hospital Clinic. Universidad de Barcelona. España. **Nicolas Christodoulou.** President of the UEMS MJC on Sports Medicine. Chipre. **Demitri Constantinou.** University of the Witwatersrand. Johannesburgo. Sudáfrica. **Jesús Dapena.** Indiana University. Estados Unidos. **Franehek Drobnic Martínez.** Servicios Médicos FC Barcelona. CAR Sant Cugat del Vallés. España. **Tomás Fernández Jaén.** Servicio Medicina y Traumatología del Deporte. Clínica Centro. España. **Walter Frontera.** Universidad de Vanderbilt. Past President FIMS. Estados Unidos. **Pedro Guillén García.** Servicio Traumatología del Deporte. Clínica Centro. España. **Dusan Hamar.** Research Institute of Sports. Eslovaquia. **José A. Hernández Hermoso.** Servicio COT. Hospital Universitario Germans Trias i Pujol. España. **Pilar Hernández Sánchez.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Markku Jarvinen.** Institute of Medical Technology and Medical School. University of Tampere. Finlandia. **Anna Jegier.** Medical University of Lodz. Polonia. **Peter Jenoure.** ARS Ortopédica, ARS Medica Clinic, Gravesano. Suiza. **José A. López Calbet.** Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España. **Javier López Román.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Alejandro Lucía Mulas.** Universidad Europea de Madrid. España. **Emilio Luengo Fernández.** Servicio de Cardiología. Hospital General de la Defensa. España. **Nicola Maffully.** Universidad de Salerno. Salerno (Italia). **Alejandro Martínez Rodríguez.** Universidad de Alicante. España. **Estrella Núñez Delicado.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Sakari Orava.** Hospital Universitario. Universidad de Turku. Finlandia. **Eduardo Ortega Rincón.** Universidad de Extremadura. España. **Nieves Palacios Gil-Antuñano.** Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deportes. España. **Antonio Pelliccia.** Institute of Sport Medicine and Science. Italia. **José Peña Amaro.** Facultad de Medicina y Enfermería. Universidad de Córdoba. España. **Fabio Pigozzi.** University of Rome Foro Italico, President FIMS. Italia. **Yannis Pitsiladis.** Centre of Sports Medicine. University of Brighton. Inglaterra. **Per Renström.** Stockholm Center for Sports Trauma Research, Karolinska Institutet. Suecia. **Juan Ribas Serna.** Universidad de Sevilla. España. **Peter H. Schober.** Medical University Graz. Austria. **Jordi Segura Noguera.** Laboratorio Antidopaje IMIM. Presidente Asociación Mundial de Científicos Antidopajes (WAADS). España. **Giulio Sergio Roi.** Education & Research Department Isokinetic Medical Group. Italia. **Luis Serratos Fernández.** Servicios Médicos Sanitas Real Madrid CF. Madrid. España. **Nicolás Terrados Cepeda.** Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. Universidad de Oviedo. España. **José Luis Terrores Blanco.** Director de la Agencia Española de Protección de la Salud en el Deporte (AEP SAD). España. **Mario Zorzoli.** International Cycling Union. Suiza.



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA





ANALIZADOR PORTATIL de LACTATO

LACTATE PLUS



CÓMODO

El analizador Lactate Plus no necesita calibración



RÁPIDO

Tiempo de medición de 13 segundos



PRECISO

Numerosos estudios demuestran la exactitud del Lactate Plus



ECONÓMICO

Coste por Análisis significativamente más bajo que en otras marcas

NOVEDADES PRINCIPALES:

- ✓ Pantalla a color
- ✓ Nuevo diseño ergonómico anti-deslizante
- ✓ Integra un botón para extraer la tira reactiva
- ✓ Utiliza dos pilas AAA



619 284 022 

Laktate
www.laktate.com

Archivos

de medicina del deporte

Volumen 38(3) - Núm 203. Mayo - Junio 2021 / May - June 2021

Sumario / Summary

Editorial

Sudoración, deshidratación y prevención del golpe de calor
Sweating, dehydration, and heat stroke prevention

Ildelfonso Alvear-Ordenes.....160

Originales / Original articles

Effect of strength training on people with HIV and immunometabolic disorders

Efecto del entrenamiento de fuerza en personas con VIH y trastornos inmunometabólicos

Wlaldemir R. dos Santos, Waldir R. dos Santos, Pedro Pinheiro Paes, Klaudia E. Tenório Ramos, Emerson H. Dantas Botelho, Isac A. Ferreira-Silva, Valdir de Queiroz Balbino, Ana P. Morais Fernandes.....163

Estudio experimental piloto tras cirugía del uso de un complejo alimenticio en deportistas para la protección del cartílago articular de rodilla. Un estudio funcional y bioquímico

Pilot experimental study on the use of a food supplement in athletes after surgery for the protection of knee joint cartilage. A functional and biochemical study

Jesús Alfaro-Adrián, Miriam Araña Ciordia, Miguel Barajas Vélez.....168

Revisión sistemática sobre los efectos de la actividad física durante el embarazo

Systematic review on the effects of physical activity during pregnancy

Luis G. Córdoba-Caro, Iván Barrantes-Borrachero, Marta Corchado-Gómez, Goretti Oliva-Mendoza, Mar Parra-Chamizo, Cristina Viera-León..... 174

Evaluation methods and objectives for neuromuscular and hemodynamic responses subsequent to different rest intervals in resistance training: a systematic review

Métodos de evaluación y objetivos para las respuestas neuromusculares y hemodinámicas posteriores a diferentes intervalos de descanso en el entrenamiento de resistencia: una revisión sistemática

Jurandir Baptista da Silva, Leandro de Lima e Silva, Rodolfo Alkmim Moreira Nunes, Gustavo Casimiro Lopes, Danielli Braga de Mello, Vicente Pinheiro Lima, Rodrigo Gomes de Souza Vale..... 180

Does isolated and combined acute supplementation of caffeine and carbohydrate feeding strategies modify 10-km running performance and pacing strategy? A randomized, crossover, double-blind, and placebo-controlled study

La suplementación aguda, aislada y combinada de cafeína y carbohidratos como estrategias de alimentación cambia el rendimiento y un ritmo de carrera de 10-km? Un estudio aleatorizado, cruzado, doble ciego, controlado con placebo

Francisco A. Manoel, Ana C. P. Kravchyn, Diego H. Figueiredo, Diogo H. Figueiredo, Fabiana A. Machado..... 185

Postactivation potentiation improves jumps performance in children ages 6 to 8 years old

La potenciación postactivación mejora el rendimiento de saltos en niños de 6 a 8 años

Camila Gerber, Paolo Sirieiro, Igor Nasser, Christopher Taber, Humberto Miranda 192

Revisiones / Reviews

Efectos terapéuticos de la hipoterapia para personas mayores: revisión de la literatura

Therapeutic effects of hippotherapy in elderly people: scoping review

Luisa Gámez-Calvo, José M. Gamonales, Kiko León, Jesús Muñoz-Jiménez 198

Fatiga relativa al cáncer: factores desencadenantes y función del ejercicio físico

Cancer-related fatigue: trigger factors and physical exercise role

Aida Tórtola-Navarro, Alfredo Santalla..... 209

IX Jornadas Nacionales de Medicina del Deporte..... 220

Libros /Books..... 222

Agenda / Agenda..... 223

Normas de publicación / Guidelines for authors 224

Sudoración, deshidratación y prevención del golpe de calor

Sweating, dehydration, and heat stroke prevention

Ildefonso Alvear-Ordenes

Laboratorio de Fisiología Aplicada (FISAP). Instituto de Biomedicina (IBIOMED) y Departamento de Ciencias Biomédicas. Universidad de León.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00037

En el sistema termorregulador, las glándulas sudoríparas responden a una interrelación fisiológica compleja entre el sistema nervioso central, el sistema cardiovascular y la piel. En reposo el 80% del calor se disipa por conducción, convección y radiación. Cuando la temperatura ambiente supera la de la piel, $\sim 32^{\circ}\text{C}$, estos mecanismos dejan de ser tan eficaces y el cuerpo comienza a secretar sudor, asumiendo la evaporación el 80% del calor disipado. Mantener un equilibrio de la temperatura corporal es necesario para el correcto funcionamiento del organismo y, cuando la temperatura interna aumenta en más de un par de grados, habrá consecuencias fisiológicas importantes que incluso podrían hacer peligrar la vida.

Para mantener una temperatura interna normal ($36,8 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), se requiere que la piel se encuentre a una temperatura máxima de 35°C , para así producir un adecuado gradiente de temperatura desde el núcleo hasta la piel. En este mecanismo, el aumento de la humedad relativa del aire provocará una merma progresiva e importante sobre la propia evaporación del sudor. Estos efectos pueden ser compensados por el viento, que facilita la evaporación y su efecto radiador. De todas maneras, y sin considerar las situaciones ambientales, son muy pocos los ejercicios que por sí solos producen una velocidad del viento adecuada para ello; como sucede con el ciclismo.

En cualquiera de las condiciones observadas anteriormente, la hidratación es básica. Esto es una realidad. Hace casi 80 años atrás, ya se habían observado los efectos del rendimiento físico en ambiente caluroso, mostrando la necesidad de una ingesta de líquidos para suplir las pérdidas por sudor¹. Hay que considerar, también, que existen diferencias notables en la hidratación diaria (0,74 L/día a 2,70 L/día) entre los adultos jóvenes sanos². Además, se ha observado que en el deporte no se produce la misma eficiencia en la hidratación durante el ejercicio continuo que en el intermitente; siendo más eficiente en este último³. De forma cíclica, las entidades científicas actualizan estos

conocimientos, por lo que existen bastantes recomendaciones sobre la hidratación, la euhidratación y la hidratación con suplementación, incluso en ambientes especiales⁴. Cabe destacar la existencia de recomendaciones específicas para evitar las patologías asociadas al calor provocadas por el esfuerzo⁵.

En situaciones de estrés térmico por calor, el aumento de la actividad en el sistema vasodilatador es responsable del 80% al 90% del aumento del flujo sanguíneo a la piel. Durante el ejercicio, el suministro de sangre hacia los músculos activos y el flujo de sangre hacia la piel para disipar calor, entran en conflicto; ambos son importantes en la regulación térmica, la regulación de la tensión arterial, para cubrir las necesidades metabólicas, así como en la homeostasia cardiovascular. Estas afectaciones, parecen estar asociadas a la deshidratación cuando la pérdida de agua es mayor al 2%, 2-3% o 4% de la masa corporal. Por ello, el ejercicio en condiciones de deshidratación, especialmente en ambiente caluroso, puede incrementar el riesgo de patologías por calor, incluido el golpe de calor. Sin embargo, a partir de estudios realizados en más de 5.000 soldados, sólo el 17% de los casos estaban asociados a la deshidratación⁶. El golpe de calor parece estar más asociado a otros factores como la aclimatización al calor, medicamentos, predisposición genética y lesiones^{4,6}. Se ha observado también que la incidencia del golpe de calor ha tenido un marcado aumento a partir de los años 80. Sólo en USA, entre los años 2006 al 2010, se han atribuido más de 3.300 muertes por esta causa.

En reposo, la orina representa la mayor forma de eliminación de líquido, seguida por la piel, la respiración, la materia fecal y el sudor. Pero en el ejercicio, en ambiente caluroso o en la combinación de ambos, la situación se invierte totalmente. Existe un gran interés por conocer y buscar biomarcadores que representen tanto la hidratación como la deshidratación. Estos biomarcadores los podemos encontrar recogiendo muestras de orina (osmolalidad, gravedad específica, color,

Correspondencia: Ildefonso Alvear-Ordenes

E-mail: ialvor@unileon.es

volumen; consideradas mediciones no invasivas)⁴ o de plasma/ suero (osmolalidad, vasopresina, ...). Biomarcadores que son considerados de importancia, tanto como la propia medición de la diferencia en la masa corporal^{3,4}.

La deshidratación inducida por la sudoración no sólo provoca cambios en estos marcadores sino una pérdida de electrolitos que deben ser recuperados, como por ejemplo puede ser el sodio^{4,5}. Ahora bien, la sudoración durante ejercicio también permite eliminar cantidades importantes de amoniaco, urea y lactato, entre otros residuos metabólicos.

La deshidratación puede poner en riesgo la vida, y no sólo afecta al deportista sino también a las poblaciones vulnerables. Para estas poblaciones la situación empeora debido al cambio climático. Están aumentando progresivamente las zonas geográficas que alcanzan temperatura de bulbo seco por encima de los 33°C o 35°C⁷.

El punto de estabilidad de nuestro supuesto centro termorregulador, en la cara anterior del hipotálamo, parece cambiar su punto de control en algunas condiciones (fiebre o golpe de calor). Es importante señalar, que no queda claro que nuestro hipotálamo sea el único centro integrador o controlador que determine la estabilidad de nuestra temperatura. Se ha planteado la existencia de centros independientes, incluido el hipotálamo, que con sus propias ramas aferentes y eferentes logran coordinarse alrededor de una variable común que es la temperatura corporal^{8,9}. Es posible, que con el tiempo el modelo termorregulador clásico¹⁰ se modifique bastante.

En un ejercicio prolongado en ambiente caluroso por un periodo largo de tiempo, la producción de sudor disminuirá y se incrementará la temperatura corporal, con vasodilatación cutánea, disminución de la volemia, del flujo renal y de la hormona anti-diurética; un fenómeno que se ha denominado como 'Fatiga por sudor' y que disminuirá la capacidad de respuesta al ejercicio. El bajo volumen sanguíneo provocará una irrigación muscular ineficiente, fatiga intensa, con aumento de la FC, disminución de la sudoración y un elevado riesgo de hipertermia, síncope cardíaco y riesgo de muerte. Si bien la temperatura modifica la respuesta vagal del corazón, la utilización de la frecuencia cardíaca como una variable control no nos permite identificar la fatiga sudoral.

En los últimos 30 años se ha desarrollado la tecnología en biosensores. El uso de biosensores no invasivos para ser ubicados directamente sobre la piel, aprovechando las características eléctricas de superficie y/o la propia composición del sudor, no es una idea muy nueva. Vale la pena recordar que, aunque estamos muy acostumbrados a él, el pulsómetro es un biosensor. En los últimos años, los estudios en biosensores se han disparado, publicando una media de más de 60 artículos por año. Desde los años 90, uno de los primeros trabajos en biosensores, se inició con la puesta a prueba de un ineficiente biosensor para aminoácidos y otro para L-lactato¹¹.

Muchos de los biosensores desarrollados buscan el diagnóstico o el cribado de patologías, como es el caso de los parches sensibles a la glucosa. Estos biosensores pueden ser integrados a productos o prendas textiles, también pueden diseñarse como diferentes modelos de parches o sistemas encapsulados que cubren la piel. Algunos estudios de biosensores asociados a la actividad física son destacables, como el sistema de registro de ECG bipolar. Éste utiliza un sistema similar a unos cascos para los oídos, permitiendo, además, posibles registros de índice sudoral, pH y lactato¹². En otro estudio, se han utilizado nanopartículas integradas en una base de filtro normal, que ha sido diseñado para medir el índice de sudoración, así como su pérdida¹³.

Cuando estos artilugios alcancen un grado de miniaturización y autonomía suficientes, podrán permitir controlar al deportista durante la realización de su actividad deportiva. Ciertamente, existen protocolos de tratamientos contra el golpe de calor, pero la llave del problema radica en buscar métodos de detección para evitar que se produzca.

Bibliografía

1. Pitts GC, Johnson RE, Consolazio FC. Work in the heat as affected by intake of water, salt and glucose. *Amer J Physiol*. 1944;142(2):253-9.
2. Perrier E, Vergne S, Klein A, Poupin M, Rondeau P, Le Bellego L, et al. Hydration biomarkers in free-living adults with different levels of habitual fluid consumption. *Br J Nutr*. 2013;109(9):1678-87.
3. Rivera-Brown AM, Ramírez-Marreno FA, Frontanés J, Rosario RA, Hernández OJ. Sweating and core temperature in athletes training in continuous and intermittent sports in tropical climate. *Arch Med Deporte*. 2019;36(2):86-91.
4. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. Medicine position stand. Exercise and fluid replacement American College of Sports. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(2):377-90.
5. Casa DJ, DeMartini JK, Bergeron MF, Csilan D, Eichner ER, Lopez RM, et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Exertional Heat Illnesses. *J Athl Train*. 2015;50(9):986-1000. Erratum en: *J Athl Train*. 2017;52(4):401.
6. Carter R 3rd, Chevront SN, Williams JO, Kolka MA, Stephenson LA, Sawka MN, et al. Hospitalizations and death from heat illness in US Army soldiers, 1980–2002. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(8):1338-44.
7. Raymond C, Matthews T, Horton RM. The emergence of heat and humidity too severe for human tolerance. *Sci Adv*. 2020;6(19):eaaw1838.
8. Romanovsky AA. Thermoregulation: some concepts have changed. Functional architecture of the thermoregulatory system. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2007;292(1):R37-46.
9. Imeri L. Thermoregulation as a non-unified system: A difficult to teach concept. *Temperature (Austin)*. 2017;19;4(1):1-8.
10. Smiles KA, Elizondo RS, Barney CC. Sweating responses during changes of hypothalamic temperature in the rhesus monkey. *J Appl Physiol*. 1976;40(5):653-7.
11. Laccourreye O, Bernard D, de Lacharrière O, Bazin R, Jouffre V, Brasnu D. Apport des biocapteurs enzymatiques à l lactate et à acide aminé pour l'analyse du syndrome de Frey. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac*. 1994;111(6):347-52.
12. Gil B, Anastasova S, Yang GZ. A Smart Wireless Ear-Worn Device for Cardiovascular and Sweat Parameter Monitoring During Physical Exercise: Design and Performance Results. *Sensors (Basel)*. 2019;19(7):1616.
13. Parrilla M, Guinovart T, Ferré J, Blondeau P, Andrade FJ. A Wearable Paper-Based Sweat Sensor for Human Perspiration Monitoring. *Adv Healthc Mater*. 2019;8(16): e1900342.

Analizador Instantáneo de Lactato Lactate Pro 2

арклай
LT-1730

- Sólo 0,3 µl de sangre
- Determinación en 15 segundos
- Más pequeño que su antecesor
- Calibración automática
- Memoria para 330 determinaciones
- Conexión a PC
- Rango de lectura: 0,5-25,0 mmol/litro
- Conservación de tiras reactivas a temperatura ambiente y
- Caducidad superior a un año



Importador para España:



c/ Lto. Gabriel Miro, 54, ptas. 7 y 9
46008 Valencia Tel: 963857395
Móvil: 608848455 Fax: 963840104
info@bermellelectromedicina.com
www.bermellelectromedicina.com

 Bermell Electromedicina

 @BermellElectromedicina

 Bermell Electromedicina



Monografías Femede nº 12
Depósito Legal: B. 27334-2013
ISBN: 978-84-941761-1-1
Barcelona, 2013
560 páginas.



Dep. Legal: B.24072-2013
ISBN: 978-84-941074-7-4
Barcelona, 2013
75 páginas. Color

Índice

Foreward
Presentación
1. Introducción
2. Valoración muscular
3. Valoración del metabolismo anaeróbico
4. Valoración del metabolismo aeróbico
5. Valoración cardiovascular
6. Valoración respiratoria
7. Supuestos prácticos
Índice de autores

Índice

Introducción
1. Actividad mioeléctrica
2. Componentes del electrocardiograma
3. Crecimientos y sobrecargas
4. Modificaciones de la secuencia de activación
5. La isquemia y otros indicadores de la repolarización
6. Las arritmias
7. Los registros ECG de los deportistas
8. Términos y abreviaturas
9. Notas personales



Información: www.femede.es

Effect of strength training on people with HIV and immunometabolic disorders

Waldemir R. dos Santos^{1,2}, Walmir R. dos Santos³, Pedro Pinheiro Paes⁴, Klaudia E. Tenório Ramos⁵, Emerson H. Dantas Botelho⁴, Isac A. Ferreira-Silva³, Valdir de Queiroz Balbino^{2,5}, Ana P. Moraes Fernandes¹

¹School of Nursing of Ribeirão Preto. University of São Paulo. Ribeirão Preto Brazil. ²Biological Sciences Center. University Federal of Pernambuco. Recife Brazil. ³School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto. University of São Paulo. Ribeirão Preto Brazil. ⁴Physical Education Department. University Federal of Pernambuco. Recife. Brazil. ⁵Genetics Department. University Federal of Pernambuco. Recife. Brazil.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00038

Recibido: 21/03/2020
Aceptado: 03/02/2021

Summary

The introduction of highly active antiretroviral therapy (HAART) was able to help to control viral condition in patients living with HIV/AIDS, diminishing virus concentration and increasing T CD4 + cells. However, adverse effects follow the treatment, like lipodystrophy syndrome, characterized by morphological changes in body fat distribution and changes serum lipids and glycidic levels, increasing the risk for chronic diseases with cardiovascular effects. Thus, complimentary non-drug practices, as strength training, are essential to treat these patients, helping to improve their immunometabolic condition, leading to a better coping with the disease. The aim of this study was to investigate the influence of a 12-week strength training protocol on immunometabolic system of people living with HIV/AIDS. It is a quasi-experimental study, conducted on 20 patients (16 men), all living with HIV/AIDS using HAART. T CD4 + cell numbers, serum triglycerides, cholesterol (total and fractions) and glycemia were measured before and after training. The data underwent to descriptive statistics using a paired T test, with the significance level set at $p < 0.05$. There was a significant increase of 15.4% ($p = 0.009$) on T CD4 + cells and, although not statistically significant, reduction on glycemia, total cholesterol and triglycerides and increase on HDL-cholesterol fraction. So, it is suggested that strength training may be effective on immunometabolic condition of people living with HIV / AIDS, increasing T CD4+ cells and controlling serum levels of lipids and glycidic.

Key words:

Strength training. Human immunodeficiency virus. Acquired immunodeficiency syndrome. Highly active antiretroviral therapy. Lipodystrophy. CD4-Positive T-lymphocytes.

Efecto del entrenamiento de fuerza en personas con VIH y trastornos inmunometabólicos

Resumen

La introducción de la terapia antirretroviral altamente activa (HAART) ayudó a controlar la condición viral de los pacientes con HIV/AIDS, reduciendo la concentración del virus y aumentando las células T CD4 +. Sin embargo, los efectos adversos acompañan el tratamiento, como el síndrome de lipodistrofia, caracterizada por cambios morfológicos en la distribución de la grasa corporal y de los niveles metabólicos en los lípidos y glicidos séricos, creciendo el riesgo de enfermedades crónicas con impacto cardiovascular. Así, los tratamientos complementarios no medicados, como el entrenamiento de fuerza, son esenciales en el tratamiento de estos pacientes, lo que contribuye en las mejoras inmunometabólicas en esta población, lo que contribuye a hacer frente a la enfermedad. El propósito de esta investigación fue verificar la influencia de un protocolo de entrenamiento de fuerza con duración de 12 semanas en los sistemas inmunometabólicos de personas con HIV/SIDA. Este es un estudio cuasi-experimental, realizado con 20 pacientes (16 hombres), todos con HIV/SIDA usando la terapia HAART, sometidos a un protocolo de entrenamiento de fuerza de 12 semanas. Se tomaron medidas de las variables número de células T CD4 +, niveles séricos de triglicéridos, colesterol (total y fracciones) y glucosa en sangre, antes y después del entrenamiento. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, con prueba T pareada y nivel significativo establecido en $p < 0,05$. El resultado mostró un aumento significativo en las células T CD4 + en un 15,4% ($p = 0,009$), aunque no es estadísticamente significativo, tuvo la glucosa en sangre reducida, así como el colesterol total y los triglicéridos, con respectivo aumento de la fracción de colesterol HDL. Por lo tanto, sugerimos que el entrenamiento de fuerza puede ser efectivo en las condiciones inmunológicas y metabólicas de las personas que viven con HIV/AIDS, aumentando las células T CD4 + y controlando los niveles de lípidos y glucosa en sangre.

Palabras clave:

Entrenamiento de fuerza. Virus de inmunodeficiencia humana. Síndrome de inmunodeficiencia adquirida. Terapia antirretroviral altamente activa. Lipodistrofia. Linfocitos T CD4-positivos.

Correspondencia: Waldemir Roberto dos Santos
E-mail: waldemir@hotmail.com

Introduction

The Human Immunodeficiency Virus (HIV) is a human retrovirus that affects T-helper cells that have CD4 receptor, which are responsible for the immune response. Its infection causes an immunological impairment that leads to AIDS (Acquired Immunodeficiency Syndrome), which has the characteristics of multiple opportunistic infections and several rare diseases¹.

Several treatment improvements made possible the introduction of Highly Active Antiretroviral Therapy (HAART) that modifies the viral action on the body, changing the condition from lethal to chronic, helping to reduce viral load and to maintain CD4+ cells levels². However, HAART has adverse effects, among them, the lipodystrophy syndrome, that is characterized by bad distribution of body fat and metabolic changes³.

Changes in body fat are classified as lipohipertrophy, lipoatrophy and mixed lipodystrophy. Lipohipertrophy is characterized as an increase in abdominal, thoracic and cervical fat, lipoatrophy as a decrease of fat in superior and inferior limbs as well as in face, while lipodystrophy is characterized by both manifestations⁴⁻⁶. Generally, these morphological changes do not affect health^{5,6}. However, the metabolic changes caused by lipodystrophy start serum lipidic and glycidic variations, increasing the risk to chronic diseases with cardiovascular implications⁶. Lifestyle may influence lipodystrophy, and so, alimentary control and exercises may contribute positively on the manifestation and treatment of this syndrome.

HAART is aimed to control/increase the immunological system (CD4+ T-cells), since its deprivation key to the development of AIDS¹ and lifestyle changes are essential to diminish adverse effects as lipodystrophy syndrome⁷.

So, complimentary non-drug practices that control T CD4 + cells are very important to help HAART to control the disease⁸. Among the complimentary therapies to HIV treatment, the regular exercise is one of the most important^{9,10}, since it may influence directly on the increase in T CD4 + cell numbers besides contributing to control serum lipids and glycemia.

Strength training has been widely used on people living with HIV/AIDS, because it has an important effect on lipodystrophy syndrome¹¹. However, few studies demonstrated the effects of strength training on immunometabolic systems on this population. Thus, evidencing the effectiveness of therapeutic resources complementary to HAART are fundamental in coping with the disease, such as strength training in immunometabolic conditions, with a view to positively impacting the longevity and quality of life of these patients. Thus, in a short period (12 weeks), the study aimed to assess the effectiveness of strength training on changes in immunometabolism in people living with HIV / AIDS.

Material and method

It has been a quasi-experimental study, carried out in a continuous flow strength training program initiated in 2013, at the Clinics Hospital from Ribeirão Preto School of Medicine of University of São Paulo (HCFMRP-USP) and at the Guidance and Education Center for Adults and Elders from Nursery School of Ribeirão Preto of University

of São Paulo (COEAI/EERP-USP), supported by São Paulo Research Aid Foundation (FAPESP), grants 2011/7300-4 and 2011/03136-5. The study was approved by the Ethics Research Committee from HCFMRP-USP (protocol - 6692/2010), and all subjects signed the free consent form to state the agreement to participate voluntarily on the study, and free to quit at any moment.

The sample was composed by 20 subjects, from both sexes, HIV-positive diagnostic, under HAART for at least 12 weeks. The subjects were between 35 and 70 years old, accompanied at HCFMRP-USP ambulatory and in a nutritional counseling program at the same institution. The subjects were not allowed to use nutritional supplements or other medication beyond HAART and antihypertensive and should not have practiced regular physical exercise for at least three months and should be able to do so, specifically strength training, with a written cardiologic allowance. All subjects not that not fit in the inclusion criteria, had any clinic changes during the training period or had more than 25% absences in the training sessions (9 of 36 sessions) were excluded from the study.

The subjects were recruited among 112 patients, from both sexes (86 males), that were clinically followed at HCFMRP-USP and were included on the nutritional program offered by the hospital. The subjects were invited during the medical advisement or by telephone. From the 112 patients, 97 were contacted and 48 agreed in participate of the training program. Among then, 13 were excluded because they did not fit in the inclusion criteria and three quitted before start training. Thus, 32 subjects begun the training program and, among them, 12 were excluded for absence criteria. The final sample were composed by 20 subjects (16 males), characterized at Table 1.

The strength training was composed of 36 sessions (12 weeks), during 40 minutes (between 2 pm and 5 pm) every Monday, Wednesday and Friday, allowing 48 to 72 hours intervals¹². In all training sessions, the subjects were under supervision of three researchers involved in the study, all of them physical educators. The 36 sessions were divided in three consecutive phases: 1) preparation, six sessions with three series of 15 repetitions and a 60 seconds interval between exercises¹², with intensities determined according to Borg scale¹³ ranging from 11 (fairly light) to 13 (somewhat hard); 2) adaptation, six sessions with three series of 15 repetitions and 60 seconds intervals between exercises, intensities ranging from 40 to 50% of the obtained at the maximum repetition test – 1MR¹²; 3) specific, 24 sessions with three series of with 8 repetitions and 90 seconds intervals, with intensities ranging from 70 to 80% of 1MR¹². Based on the basic principles for periodization and physical exercise prescription¹⁴ and due to the natural adaptation to physical exercise, at the end of the 12nd session of the specific period (total of 24 sessions), a new 1MR test was applied to readapt the training load intensity, still fixed at 70-80% of 1MR¹².

Strength training was composed by the following exercises (following the respective order): warm up (active stretching), supine, pull back, knee extension, knee flexion, elbow extension, abdominals, plantar flexion and relaxation (active stretching)¹².

Before each session, the subjects were questioned and evaluated for the general health status, vital signs measured (arterial pressure, heart rate, breath rate and oxygen saturation), repeated after the training. During training sessions, the subjects were oriented and monitored

to rehydration with water between the exercises series and had their clinical condition monitored. Any clinical instability before, during or after the training sessions were considered as an exclusion criteria and the subject were sent to medical care at HCFMRP-USP. The subjects were oriented about the importance of resting and sleeping between the training session.

Personal data as age, viral infection period, training time and medication used were collected using a questionnaire applied before the beginning of the training protocol, all data confirmed at their medical records. Body weight and height were measured using a scale (Welmy), intervals of 0.1 kilograms (kg) and 0.1 centimeters (cm).

Before and after the training program (36 sessions - 12 weeks) were measured the number of CD4+ T-cells, serum levels of triglycerides, total, HDL and LDL cholesterol (lipogram) and blood glucose. Lipogram analysis and blood glucose were made using the enzymatic method and the CD4+ T-cells count were obtained using Flux Cytometry (ACEA Biosciences).

Exams were collected during the routine examination at HCFMRP-USP. A maximum period of three months before the initial evaluation of this study was considered to accept the data from exams. If the patient did not have results in this period, a requisition for new exams were given to get them. After the training period, the patients received another requisition for post training exams.

The strength training protocol was conducted in equipment station (Athletic Way) with two independent 180 kg columns, allowing two patients to exercise at the same time. To determine the initial training intensity, the preparatory phase, the Borg scale were used¹³. This phase aimed to teach the correct movements, considering the efforts as fairly light and somewhat hard. The patients were oriented to point the physical effort at Borg scale, when the pointed value did not fit the expected interval, the training load were adjusted¹². In all sessions of this phase, the patients were corrected to execute the right movements, at the right body position, movement amplitude and corrected breathing.

After learning the movement in the prior stage, the patients were submitted to 1MR test, to determine training intensity in the subsequent stages, this test was already used in people living with HIV¹⁵⁻¹⁷. This test was used in three moments: before the adaptation stage, in the middle of this specific stage (12 sessions, to readjust the intensity) and at the end of the training program. This test aims to register the maximum weight that the subject is able to execute a single repetition with the movement complete amplitude. The subjects were tested progressively, the load were increased until the subject were not able to complete the needed amplitude, then the previous load was registered as the maximum load^{12,17}. However, only six attempts were made, in 80 seconds intervals between the attempts, if the 1MR were achieved, a new test were conducted after 72 hours¹². Plantar flexion was conducted unilaterally on the floor and was not tested for 1MR.

A Shapiro-Wilks normality test was used to determine if the data were normally distributed. The sample was characterized by a descriptive analysis with the means, maximum and minimum values for age, body weight, height, infection time, HAART use, viral load and therapeutic regimen. Immunological and metabolic changes were measured pre and post training, then the data were analyzed through a paired T-test, using SPSS 13.00 software, with significant level set at $p < 0.05$. The

Table 1. Sample characterization of trained group.

Variable (n=20)	Mean (min-max)	CI (95%)
Age (years old)	50.6 (38.0-67.0)	46.895 to 54.305
Weight (kg)	71.8 (51.1-111.2)	65.386 to 78.233
Height (cm)	169.3 (151.0-185.0)	165.352 to 173.198
HIV Infection Time (years)	11.3 (1.0-23.0)	8.147 to 14.453
HAART Use (years)	9.8 (1.0-23.0)	6.648 to 12.951
IP Use, n (%)	15/20 (75.0)	0.673 to 1.527
ITRAN Use, n (%)	19/20 (95.0)	1.336 to 1.964
ITRNN Use, n (%)	10/20 (50.0)	0.260 to 0.740
Training Frequency (%)	90 (81-100)	1.57 to 8.44

IP: Protease Inhibitors; ITRAN: Nucleoside Analogues Reverse Transcriptase Inhibitors; ITRNN: Nucleoside Non-Analogues Reverse Transcriptase Inhibitors.

calculation of the effect size was performed using the Cohen formula and the results were based on the following criteria: negligible effect (> -0.15 and $< .15$), small effect ($> = .15$ and $< .40$), medium effect ($> = .40$ and $< .75$), large effect ($> = .75$ and < 1.10), very large effect ($> = 1.10$ and < 1.45) and huge effect > 1.45 .

Result

There were 20 subjects in this study (16 males) with the mean age of 50.6 years old, mean weight of 71.8 kg and mean height of 169.3 cm. As to infection time, the subjects were infected for 11.3 years (mean infection time), using HAART for 9.8 years, 15 individuals (75%) use protease inhibitors (IP), 19 (95%) use nucleoside analogues of reverse transcriptase inhibitors (ITRAN) and 10 (50%) nucleoside non-analogues of reverse transcriptase inhibitors (ITRNN; Table 1).

As to immunological response, we found that, after the proposed protocol, the individuals showed a significant increase of 69.2 (15.4%; $p=0.009$) cell/ μ l in CD4+ T-cells. Regarding the metabolic conditions, we observed increase in HDL-cholesterol of 1.4 (3.9%) mg/dl and LDL-cholesterol of 1.5 (1.3%) mg/dl, decrease of serum triglycerides of 38.4 (16.9%) mg/dl, total cholesterol (14.7 mg/dl; 7.4%) and blood glucose of 4.8 (4.9%) mg/dl,

however, metabolic responses were not statistically significant. Regarding the size of the effect, a medium result (0.47) in the levels of triglycerides was found significantly (Table 2).

Discussion

The control of the viral condition is very important to evaluate clinical appearance of HIV. HAART acts changing viral action on the body, helping to reduce viral count and maintaining CD4+ T-cells². Nevertheless, HAART has adverse effects, as lipodystrophy syndrome, that leads to changes in metabolic lipids rate and insulin resistance, which may lead to chronic diseases with cardiovascular risks^{3,6}.

Since the longevity of people living with HIV/AIDS is increasing consistently, it became vital the development of therapies that help

Table 2. Immunological and metabolic responses after 12 weeks of training.

Parameter		Descriptive Mean (min-max)	Paired differences Diff mean (%) Effect size (result)	T	df	p
Trained group						
Lymphocytes T CD4+ (cell/ μ l)	Pre	449.8 (105.0-1073.0)	69.2 (15.4) 0.27 (small)	-2.8936	19	0.009*
	Post	519.0 (105.0-975.0)				
Triglycerides (mg/dl)	Pre	227.4 (95.0-521.0)	-38.4 (16.9) 0.47 (medium)	1.9192	19	0.070
	Post	189.0 (95.0-361.0)				
Total cholesterol (mg/dl)	Pre	197.2 (125.0-313.0)	-14.7 (7.4) 0.38 (small)	1.6363	19	0.118
	Post	182.5 (125.0-247.0)				
HDL Cholesterol (mg/dl)	Pre	35.74 (26.0-50.0)	1.4 (3.9) 0.21 (small)	-1.014	19	0.323
	Post	37.15 (26.0-54.0)				
LDL Cholesterol (mg/dl)	Pre	115.7 (75.0-221.0)	1.5 (1.3) 0.03 (negligible)	-0.1009	19	0.920
	Post	117.2 (72.0-266.0)				
Glycemia (mg/dl)	Pre	99.70 (79.0-165.0)	- 4.8 (4.9) 0.29 (small)	1.1231	19	0.275
	Post	94.85 (74.0-146.0)				

HAART on the control of CD4+ T-cells and, among the complementary therapies to the medication, the regular physical exercise is one of the most important^{9,10}, acting either in increasing CD4+ T-cells and controlling metabolic changes, those changes can increase the life span for these individuals¹⁸. Strength training has been used as a complementary therapy in people living with HIV/AIDS¹¹. However, few studies issue the effects of strength training on the viral condition of these population.

In the present study, the efficiency of strength training over the immunological and metabolic conditions in people living with HIV/AIDS. The proposed training protocol (12 weeks) were efficient in increasing the CD4+ T-cells by 15.4% ($p=0.009$). This increase can be influenced acute and chronically by exercise. The stimuli caused by the training recruits white cell subpopulations to the vascular lumen, as CD4+ T-cells, which remain slightly elevated after the exercise, increasing its concentration in result of chronic exercise¹⁹.

Our results are in agreement to Zanetti *et al.*²⁰, who evaluated the efficiency of a 12 weeks strength training observing a significant increase in CD4+ T-cells ($p=0.004$), similar results were found by Anandh *et al.*²¹ ($p=0.041$). On the other hand, in a case study with one man and one woman, Mesquita Soares *et al.*²², found a decrease in the man and a increase in the woman on CD4+ T-cells, questioning the efficiency of the strength training on people living with HIV/AIDS. The number of subjects may be too small to observe the effect seen on this study, which presents the same results found in the systematic review conducted by Pedro *et al.*²³.

When we verified the metabolic responses to the strength training, we did not find any significant changes, however, the study showed strong evidence that strength training contributes to the metabolic changes seen in lipodystrophy syndrome, since the protocol adopted increased HDL-cholesterol (3.9%) and LDL-cholesterol (1.3%), reduced triglycerides (16.9%), total cholesterol (7.4%) and blood glucose (4.9%). Terry *et al.*²⁴ also showed no significant changes on metabolic param-

eters after strength training in people living with HIV/AIDS. However, Mendes *et al.*²⁵ demonstrated, in a 12 weeks duration strength training protocol, reduction of serum triglycerides (9.9%), total cholesterol (12.0%), LDL-cholesterol (8.6%) and an increase in HDL-cholesterol (16.7%). Robinson *et al.*²⁶ demonstrated that a 16 weeks strength training protocol reduced serum triglycerides (59 mg/dL; $p=0.001$) and insulin resistance (15.7%; $p=0.001$).

From the literature review carried out, we identified few studies that verified the effectiveness of strength training on immunometabolic variables in people living with HIV / AIDS. In this research, the authors understand as a limitation the fact that it was not possible to perform the sample calculation, due to the difficulty in recruiting patients with the profile necessary for the study, the sample being selected from 112 patients who were undergoing clinical and nutritional monitoring at HCFMRP-USP. Added to the fact that the nutritional monitoring carried out does not have a strict control in the domestic context, since the prescriptions made by the professionals were not controlled outside the hospital. In a complementary way, the findings of this study (except for the limitations of the study presented here) provided reflections on the disease and complementary non-drug therapeutic measures for the immunometabolic control of HIV / AIDS. However, the findings discussed here could only be generalized to other contexts based on strict dietary control (not addressed in the present study) and the faithful reproduction of the physical exercise protocol.

Thus, we observed that strength training can be effective on the immunological and metabolic conditions of people living with HIV/AIDS. It has an important role increasing CD4+ T cells, thus being a fundamental not-medicated treatment in this population. Strength training can also control serum levels of triglycerides, total and fractions cholesterol and the blood glucose, we propose that training protocols longer than 12 weeks can be effective to this effect. Thus, strength training may be a complementary resource to fight HIV/AIDS, however, it is suggested

that further studies may be needed to detect the most effective time and protocols of strength training.

Acknowledgments

This work was supported by the São Paulo Research Aid Foundation (FAPESP grants 2011/7300-4 and 2011/03136-5).

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

- Chakma S, Majumdar T, Singh NG. Study of opportunistic pathogens in lower respiratory tract infections among subjects with acquired immune deficiency syndrome (AIDS) in a tertiary care centre of tripura. *J Evol Med Dent Sci*. 2017;6:2523-27.
- Zhao J, Cheng L, Wang H, Yu H, Tu B, Fu Q, et al. Infection and depletion of CD4+ group-1 innate lymphoid cells by HIV-1 via type-I interferon pathway. *PLoS Pathog*. 2018;14:e1006819.
- Lindgaard B, Hansen T, Hvid T, van Hall G, Plomgaard P, Ditlevsen S, et al. The effect of strength and endurance training on insulin sensitivity and fat distribution in human immunodeficiency virus-infected patients with lipodystrophy. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008;93:3860-69.
- Carrese E, Morandi U, Stefani A, Aramini B. Total thyroidectomy in HIV positive patient with buffalo hump and taurine neck. *Int Journal Sur C Repor*. 2019;61:64-6.
- Soares LR, Casseb JSR, Chaba DCS, Batista LO, Souza LVA, Fonseca LFA. Self-reported lipodystrophy, nutritional, lipemic profile and its impact on the body image of HIV-1-infected persons, with and without antiretroviral therapy. 2019;11:1-6.
- Yamamoto A, Kikuchi Y, Kusakabe T, Takano H, Sakurai K, Furu S, et al. Imaging spectrum of abnormal subcutaneous and visceral fat distribution. *Insights Imaging*. 2020;11:24.
- Sinha V. Metreleptin for metabolic disorders associated with generalized or partial lipodystrophy. *Expert Rev Endocrinol Metab*. 2014;9:205-12.
- Halpin SN, Carruth EC, Rai RP, Edelman EJ, Fiellin DA, Gibert C, et al. Complementary and Alternative Medicine Among Persons living with HIV in the Era of Combined Antiretroviral Treatment. *AIDS Behav*. 2018;22:848-52.
- Lazzarotto AR, Bazzo KO. Treinamento concorrente na imunidade e aptidão física de pacientes HIV/AIDS. *Rev Bras Med Esporte*. 2016;22:153-56.
- Dirksen C, Hansen BR, Kolte L, Haugaard SB, Andersen O. T-lymphocyte subset dynamics in well-treated HIV-infected men during a bout of exhausting exercise. *Infect Dis (Lond)*. 2015;47:919-23.
- Hand GA, Lyerly GW, Jagers JR, Dudgeon WD. Impact of aerobic and resistance exercise on the health of HIV-infected persons. *Am J Lifestyle Med*. 2009;3:489-99.
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43:1334-59.
- Borg GA, Noble BJ. Perceived exertion. *Exerc Sport Sci Rev*. 1974;2:131-54.
- Dantas EH. Planejamento do treinamento. In: Dantas EH. *A prática da preparação física*. São Paulo. Roca; 2014. p. 117-54.
- Santos WR, Paes PP, Santos AP, Machado DR, Navarro AM, Fernandes AP. Impact of Progressive Resistance Training in Brazilian HIV Patients with Lipodystrophy. *J AIDS Clin Res*. 2013;4:204.
- Santos WR, Santos WR, Paes PP, Ferreira-Silva IA, Santos AP, Vercese N, et al. Impact of strength training on bone mineral density in patients infected with HIV exhibiting lipodystrophy. *J Strength Cond Res*. 2015;29:3466-71.
- Mayhew DL, Mayhew JL. Cross-validation of the 7-10-RM method for predicting 1-RM bench press performance in high school male athletes. *J Health Phys Educ Recreat Dance*. 2002;12:4955.
- Fillipas S, Cherry CL, Cicuttini F, Smirneos L, Holland AE. The effects of exercise training on metabolic and morphological outcomes for people living with HIV: a systematic review of randomised controlled trials. *HIV Clin Trials*. 2010;11:270-82.
- Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiol Rev*. 2000;80:1055-81.
- Zanetti HR, Cruz LG, Lourenço CL, Neves FF, Silva-Vergara ML, Mendes EL. Non-linear resistance training reduces inflammatory biomarkers in persons living with HIV: A randomized controlled trial. *Eur J Sport Sci*. 2016;16:1232-39.
- Anandh V, D'Sa IP, Alagesan J, Rajendran K. Effect of progressive resistance training on functional capacity, quality of life and CD4 count in people with HIV/AIDS. *Int J Physiother Res*. 2014;2:626-30.
- Soares TCM, Souza HAG, Guerra LMM, Pinto E, Milan EP, Dantas PM, et al. Morphology and biochemical markers of people living with HIV/AIDS undergoing a resistance exercise program: clinical series. *J Sports Med Phys Fitness*. 2011;51:462-66.
- Pedro RE, Guariglia DA, Peres SB, Moraes SM. Effects of physical training for people with HIV-associated lipodystrophy syndrome: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57:685-94.
- Terry L, Sprinz E, Stein R, Medeiros NB, Oliveira J, Ribeiro JP. Exercise Training in HIV-1-Infected Individuals with Dyslipidemia and Lipodystrophy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006;38:411-7.
- Mendes EL, Andaki ACR, Brito CJ, Córdova C, Natali AJ, Santos Amorim PR, et al. Beneficial effects of physical activity in an HIV-infected woman with lipodystrophy: a case report. *J Med Case Rep*. 2011;5:430.
- Robinson FP, Quinn LT, Rimmer JH. Effects of high-intensity endurance and resistance exercise on HIV metabolic abnormalities: a pilot study. *Biol Res Nurs*. 2007;8:177-85.

Estudio experimental piloto tras cirugía del uso de un complejo alimenticio en deportistas para la protección del cartílago articular de rodilla. Un estudio funcional y bioquímico

Jesús Alfaro-Adrián¹, Miriam Araña Ciordia², Miguel Barajas Vélez²

¹Unidad de Artroscopia y Traumatología Deportiva. Clínica San Miguel. Pamplona. Navarra. ²Departamento de Bioquímica. Universidad Pública de Navarra (UPNA). Campus de Arrosadia. Pamplona. Navarra.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00039

Recibido: 31/03/2020

Aceptado: 03/02/2021

Resumen

En este estudio experimental doble ciego se evalúa la eficacia de la suplementación condroprotectora (Carticure Plus®, 5000 mg Colágeno (Péptidos Bioactivos) altamente asimilable, 1500 mg Glucosamina clorhidrato, 1200 mg Condroitín sulfato, 1,1 mg Cobre, 80 mg Vitamina C, 2 mg Manganeso) en pacientes con patología ligamentosa y meniscal que han requerido cirugía artroscópica. Se seleccionaron 12 pacientes con lesión ligamentosa y 12 pacientes con meniscopatía a los que se les procedió a la medición de distintos marcadores inflamatorios mediante ELISA, colágeno 2A y ácido hialurónico, además de a la evaluación del dolor así como la funcionalidad y calidad de vida a través de EVA (Escala Visual Analógica), WOMAC (Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index) y KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score). Se observaron diferencias estadísticamente significativas de mejoría clínica a favor de Carticure Plus®, con una mejora de la capacidad funcional de la escala WOMAC del 76 % frente a un 53% del placebo para el conjunto de pacientes y con una clara mejoría en el primer mes en lesión meniscal, en mejora de las actividades de la vida diaria (KOOS), Carticure Plus® 31% frente a placebo -1%, actividad deportiva (Carticure Plus® 41% vs Placebo 13,2%), actividades deportivas y recreativas (Carticure Plus® 128% vs Placebo 10,4%). Por otro lado, en lesión ligamentosa se observa una mejoría en calidad de vida (KOOS) Carticure Plus® 75% vs Placebo -8,8% y dolor (KOOS) Carticure Plus® 49,6% vs Placebo 0,3% en el primer mes respecto al basal. En el conjunto de pacientes, el dolor (KOOS) Carticure Plus® 31,4% vs Placebo 1,3% y actividades de la vida diaria (KOOS) Carticure Plus® 43,9% vs Placebo 27,1% en el tercer mes respecto al basal se asocian a una mejora a Carticure Plus® en comparación al placebo. A pesar del pequeño tamaño muestral, es destacable el hecho de haber encontrado diferencias estadísticamente significativas que podría presu- poner la eficacia de Carticure Plus®.

Palabras clave:

Ligamento cruzado. Menisco. Carticure Plus®. Artroscopia. Rodilla.

Pilot experimental study on the use of a food supplement in athletes after surgery for the protection of knee joint cartilage. A functional and biochemical study

Summary

This double-blind experimental study evaluates the efficacy of chondroprotective supplementation (Carticure Plus®, 5000 mg Collagen – Bioactive Peptides, 1500 mg Glucosamine Hydrochloride, 1200 mg Chondroitin Sulfate, 1.1 mg Copper, 80 mg Vitamin C, 2 mg Manganese) in patients with meniscal and ligament pathology who have required arthroscopic surgery. 12 patients with ligamentous injury and 12 patients with meniscopathy were selected, who underwent the measurement of different inflammatory markers using ELISA, collagen 2A and hyaluronic acid, in addition to evaluating pain as well as functionality and quality of life through VAS (Visual Analogue Scale), WOMAC (Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index) and KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score). Statistically significant differences of clinical improvement were observed in favor of Carticure Plus®, with an improvement in the functional capacity of the WOMAC scale, 76% Carticure Plus® vs 53% placebo, for all patients and with a clear improvement in the first month in meniscal injury, in improvement of the activities of daily life (KOOS), Carticure Plus® 31% vs placebo -1%, sports activity, (Carticure Plus® 41% vs placebo 13,2%) and sports and recreational activities (KOOS) (Carticure Plus® 128% vs Placebo 10,4%).

On the other hand, in ligamentous injury an improvement in quality of life (KOOS) Carticure Plus® 75% vs Placebo -8,8% and pain (KOOS) Carticure Plus® 49,6% vs Placebo 0,3% was observed in the first month compared to the baseline. In the patient group, pain (KOOS) Carticure Plus® 31,4% vs Placebo 1,3% and activities of daily living (KOOS) Carticure Plus® 43,9% vs Placebo 27,1% in the third month from baseline, are associated with an improvement due to Carticure Plus® when compared to the placebo group. Despite the small sample size, it is remarkable the fact that statistically significant differences have been found, the efficacy of Carticure Plus® could be assumed.

Key words:

Cruciate ligament. Meniscus. Carticure Plus®. Arthroscopy. Knee.

Correspondencia: Jesús Alfaro-Adrián

E-mail: jalfaroadrian@gmail.com

Introducción

La lesión de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) es una de las lesiones ligamentosas de rodilla en deportistas más frecuentes, con una incidencia estimada de 35/100.000 por año¹. El tratamiento estándar de estas lesiones es, en reglas generales, la cirugía. El objetivo de la intervención quirúrgica es la de estabilizar la articulación con el fin de intentar frenar el desarrollo de los cambios degenerativos en dicha articulación, es decir, el desarrollo de Osteoartritis (OA) articular. A pesar de ello, la incidencia de desarrollo de artrosis tras las reconstrucciones de LCA es elevada y además, dicho riesgo aumenta si hay una lesión meniscal implicada^{2,3}.

A pesar de que la incidencia de reparaciones meniscales ha ido en gran aumento a lo largo de los años⁴, en la mayoría de los pacientes que necesitan ser operados de lesiones meniscales sintomáticas a partir de 30 años, se suele continuar realizando una meniscectomía subtotal selectiva y regularización de la lesión meniscal.

Es decir, al menos un tercio de estos pacientes desarrolla OA progresiva de la rodilla en la primera década tras la lesión y en la mayoría de ellos en la segunda década⁵.

A pesar de todo ello, no existe un tratamiento efectivo para detener este proceso. De alguna forma, podríamos decir que las lesiones meniscales y ligamentosas de la rodilla están en el camino de la artrosis^{6,7}. Además de las escalas funcionales clásicas, la evaluación de marcadores bioquímicos que nos puedan indicar situaciones articulares alteradas tras la cirugía de este tipo de lesiones, puede ser interesante para entender y tratar de frenar este desarrollo⁸.

Dado que no hay evidencia científica del impacto de la suplementación condroprotectora oral en pacientes con patología ligamentosa y meniscal que requieren cirugía artroscópica, se propone realizar un estudio experimental, piloto y doble ciego para evaluar la efectividad de Carticure Plus[®].

Material y método

Estudio experimental piloto, doble ciego, con dos brazos de asignación aleatoria de tratamiento (Carticure Plus[®] vs. placebo), en el que se analizan los efectos sobre el dolor y distintos marcadores sistémicos en 24 deportistas aficionados entre 30 y 50 años. La indicación de artroscopia en los pacientes con patología meniscal incluidos en el estudio, vendrá dada por la práctica clínica habitual y las guías de buena práctica clínica. Se excluyeron las interacciones relevantes o contraindicaciones conocidas (hipersensibilidad o alergia) con los excipientes o los componentes de Carticure Plus[®] / placebo, los pacientes con rodilla intervenida quirúrgicamente con anterioridad, la diabetes *mellitus*, embarazo y lactancia.

Estos pacientes se seleccionan estratificándose en 12 pacientes con meniscopatía y 12 pacientes con lesión ligamentosa del LCA a los que se practica cirugía artroscópica para tomar después 1 sobre al día de Carticure Plus[®] (péptido bioactivo procedente del colágeno 5.000 mg, condroitín sulfato 1.200 mg, glucosamina clorhidrato 1.500 mg, ácido ascórbico 80 mg (Vitamina C), manganeso 2 mg y cobre 1,1 mg) frente a placebo durante tres meses.

Las variables del estudio fueron la medición, mediante la prueba ELISA, de distintos marcadores en sangre: pro-inflamatorios/catabólicos (PCR, IL-6, IL-1B, TNF-alfa), anabólicos (TGF-beta y FGF-21), colágeno 2A y ácido hialurónico. También se midieron diversas escalas y cuestionarios que valoraron dolor, funcionalidad y calidad de vida. El dolor se ha valorado mediante la escala Escala Visual Analógica (EVA) donde la intensidad se representa en una línea de 10 cm numerada del 0 al 10, en donde el 0 representa el "no dolor" y en el otro extremo "el peor dolor imaginable"⁹; Cuestionario *Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC): es uno de los mejores cuestionarios desde el punto de vista de sus propiedades psicométricas. Este cuestionario contiene tres sub-escalas que miden el dolor, la rigidez y la capacidad funcional¹⁰; Escala KOOS (*Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*): cuestionario validado en la población española. Cuenta con la evaluación de varios aspectos: síntomas, rigidez, dolor, actividades diarias, actividades deportivas y recreacionales y calidad de vida¹¹.

Dado el tamaño muestral, se realiza una prueba no paramétrica de comparación de datos independientes, U de Mann-Whitney, de la diferencia de las medias de las variables cuantitativas del primer, segundo y tercer mes frente al valor basal, para cada grupo patológico y en total. Así pues, se comparan las mejoras en dolor (EVA), cuestionario WOMAC y cuestionario KOOS entre la visita basal y el resto de seguimientos (Tabla 1) entre los pacientes que tomaron Carticure Plus[®] y placebo, tanto en el conjunto de las patologías del menisco y ligamentos como por separado.

El estudio se realizó en la Unidad de Artroscopia y Traumatología Deportiva, Clínica San Miguel de Pamplona (Navarra) y fue aprobado por un Comité de Ética. Todos los pacientes dieron su consentimiento informado voluntariamente después de ser informados sobre el estudio.

Con los datos obtenidos del estudio piloto se valorará realizar un estudio con mayor potencia estadística y seleccionar cual sería la variable principal del estudio.

El promotor ha pedido al laboratorio ARAFARMA GROUP S.A, la donación del alimento y la financiación de la monitorización del estudio. No existe conflicto de intereses de los autores.

Tabla 1. Esquema temporal de recogida de variables.

		Basal	Visita		
			1 mes	2 meses	3 meses
Carticure Plus	EVA	X	X	X	X
	WOMAC	X			X
	KOOS	X	X	X	X
	Marcadores inflamatorios	X			X
Placebo	EVA	X	X	X	X
	WOMAC	X			X
	KOOS	X	X	X	X
	Marcadores inflamatorios	X			X

Resultados

Los pacientes con lesión de menisco no asociada a lesión ligamentosa ni déficit del eje grosero, eran varones en un 83,3% que practicaban distintos deportes (atletismo, fútbol, crossfit...). Similarmente, los pacientes con patología del ligamento cruzado anterior, el 83,3% eran varones, el 58,3% practicaban fútbol y el resto diversos deportes (rugby, esquí, atletismo...). Los datos descriptivos de los pacientes se muestran en la Tabla 2.

Al analizar los distintos marcadores inflamatorios, de anabolismo y catabolismo articular en las dos patologías, analizadas juntas (Tabla 3) o por separado, no observamos diferencias estadísticamente significativas

Tabla 2. Descriptivo de los pacientes con lesión de menisco no asociada a lesión ligamentosa ni déficit del eje grosero y pacientes con patología del ligamento cruzado anterior.

	Menisco		Ligamento	
	Media	Desv. std	Media	Desv. std
Edad	36,99	4,9	37,65	6,30
Peso	79,92	10,12	76,38	6,70
Altura	178	7,01	172,42	7,79
IMC	25,24	3,02	25,72	1,91

Desv. Std: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal.

Tabla 3. Indicadores inflamatorios del anabolismo y catabolismo articular.

		CP	CTRL
PCR (media)	Basal	306,15	398,05
	3 meses	655,17	610,10
	diferencial	394,09	270,86
FGF (media)	Basal	8,64	7,80
	3 meses	8,56	3,12
	diferencial	-0,08	-4,67
TGF (media)	Basal	634,20	642,73
	3 meses	685,47	788,74
	diferencial	68,78	49,43
TNFa (media)	Basal	22,57	24,68
	3 meses	24,93	33,34
	diferencial	2,36	11,48
IL1b (media)	Basal	27,17	28,29
	3 meses	29,53	16,60
	diferencial	0,60	-11,00
IL6 (media)	Basal	3,33	4,62
	3 meses	3,35	2,79
	diferencial	0,02	-1,37
HA (media)	Basal	38,98	48,36
	3 meses	35,96	50,03
	diferencial	-3,03	1,67
Col2a (media)	Basal	25,01	24,79
	3 meses	24,54	23,33
	diferencial	0,67	-0,35

CP: CarticurePlus; CTRL: control; PCR: Proteína C reactiva; FGF: fibroblast growth factor; TGF: transforming growth factor; TNFa: factor de necrosis tumoral α ; IL1b: Interleucina 1 β ; IL6: Interleucina 6; HA: ácido hialurónico; Col2a: colágeno 2a.

entre los pacientes con Carticure Plus® frente a placebo entre la diferencia del valor obtenido ni en el momento basal, ni a los tres meses ni en la diferencia entre el momento basal y a los tres meses.

En las Tablas 4, 5 y 6 se muestran los resultados de evolución de la escala EVA y de los cuestionarios WOMAC y KOOS de los pacientes.

En patología meniscal no se observan diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la disminución del dolor medido por escala EVA al primer mes respecto al basal ($p=0,24$), siendo la disminución media del dolor entre Carticure Plus® y el grupo control de 2,83 (CPmEVA) y 1,6 (CtrlmEVA) respectivamente, siendo los resultados al segundo mes ($p=0,48$, CPmEVA=3,33, CtrlmEVA=3) y al tercer mes ($p=0,84$, CPmEVA=2,8, CtrlmEVA=3). Similarmente, en patología ligamentosa no se obtienen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la disminución del dolor medido por escala EVA cuando comparamos la mejora del dolor con el momento basal al mes ($p=0,48$, CPmEVA=1,83, CtrlmEVA=0,83). A los dos meses ($p=0,54$, CPmEVA=1,83, CtrlmEVA=1,8) y a los tres meses ($p=1$, CPmEVA=2,83, CtrlmEVA=2,4).

Cuando se tiene en cuenta el conjunto de pacientes, se obtiene una mejora de la capacidad funcional de la escala WOMAC en los pacientes

Tabla 4. Evaluación del dolor por escala EVA.

	Mes	Menisco		Mes	Ligamento	
		Media	Desv. std		Media	Desv. std
Carticure Plus	0	4,83	1,47	0	4,33	1,97
	1	2,00	1,10	1	2,50	0,84
	2	1,50	2,35	2	2,50	1,52
	3	1,60	2,07	3	1,50	1,98
Control	0	3,83	0,75	0	3,50	1,64
	1	2,17	0,98	1	2,67	1,37
	2	0,83	0,41	2	2,20	0,84
	3	0,83	0,45	3	1,60	1,14

Desv. Std: desviación estándar.

Tabla 5. Cuestionario WOMAC.

	Mes	Dolor		Rigidez		Capacidad funcional	
		Media	Desv. std	Media	Desv. std	Media	Desv. std
Menisco							
Carticure Plus	0	6,33	3,83	2,50	1,64	19,83	12,70
	3	1,00	1,73	1,80	3,49	4,40	7,80
Control	0	2,83	1,72	1,33	1,03	8,83	6,49
	3	1,00	0,71	0,40	0,55	2,40	2,70
Ligamento							
Carticure Plus	0	6,17	6,21	3,17	2,40	24,83	21,19
	3	1,67	3,61	1,67	1,51	6,33	10,37
Control	0	4,33	4,63	2,50	2,35	17,83	16,62
	3	2,40	2,30	1,80	1,79	10,20	10,87

Desv. Std: desviación estándar.

Tabla 6. Cuestionario KOOS.

		Mes									
		0		1		2		3		p	
		CP	CTRL	CP	CTRL	CP	CTRL	CP	CTRL	p	p
Menisco											
Número de pacientes		6	6	6	6	6	6	5	5		
Síntomas	Media	62,50	77,50	82,50	75,00	90,83	91,67	94,00	86,00		
	Desv. std	23,61	10,84	17,54	15,49	8,61	7,53	8,22	11,94		
Rigidez	Media	72,92	75,00	91,67	75,00	91,67	93,75	95,00	97,50		
	Desv. std	21,53	17,68	20,41	25,00	10,21	10,46	11,18	5,59		
Dolor	Media	63,89	75,46	78,89	80,09	88,43	93,98	94,44	95,56		
	Desv. std	16,29	10,46	19,10	13,77	15,26	4,09	9,62	5,76		
AVD	Media	66,42	85,29	87,01	84,56	93,63	96,57	94,12	96,47	0,002	0,041
	Desv. std	18,16	14,11	15,35	15,19	9,87	3,56	9,36	4,94		
ADyR	Media	26,67	40,00	60,83	44,17	75,00	78,33	80,00	79,00	0,04	
	Desv. std	12,52	24,29	27,10	16,56	18,17	8,16	20,00	14,75		
Calidad de vida	Media	36,46	45,83	50,00	55,21	79,17	77,08	77,50	72,50		
	Desv. std	17,42	14,61	28,78	22,51	20,79	14,61	28,84	23,63		
Ligamento											
Número de pacientes		6	6	6	6	6	5	6	5		
Síntomas	Media	53,33	61,67	55,83	54,17	67,50	61,00	76,67	68,00		
	Desv. std	26,39	12,11	11,58	16,56	21,85	23,82	20,66	8,89		
Rigidez	Media	45,83	62,50	62,50	56,25	77,08	72,50	79,17	70,00		
	Desv. std	39,26	30,62	29,58	15,31	22,94	18,54	18,82	31,37		
Dolor	Media	53,24	67,59	75,00	64,81	79,63	67,78	78,70	75,00	0,03	
	Desv. std	28,40	19,77	26,00	16,36	25,01	17,41	22,13	21,06		
AVD	Media	62,50	73,04	73,97	69,61	83,82	77,65	91,42	75,29		
	Desv. std	33,32	27,97	31,86	15,72	23,66	14,42	17,51	29,42		
ADyR	Media	27,50	34,17	17,50	13,33	22,50	29,00	46,67	46,00		
	Desv. std	30,29	24,98	29,79	13,29	32,98	24,85	40,21	37,82		
Calidad de vida	Media	20,83	35,42	36,46	32,29	47,92	33,75	54,17	51,25	0,04	
	Desv. std	11,64	17,08	10,01	15,52	24,90	16,89	25,82	28,09		

CP: carticure plus; CTRL: control; AVD: actividades de la vida diaria; ADyR: actividades deportivas y recreativas; Desv.std: desviación estándar.

que toman Carticure Plus® frente a placebo ($p=0,04$, CP incremento medio de 16,97 puntos, 76% frente Ctrl de 7,03 puntos, 53%) entre la visita final y basal. La dimensión de dolor para la misma escala se acerca a una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,055$, CP incremento medio de 4,92 puntos, 79% frente Ctrl de 1,86 puntos, 53%), no observándose diferencias en la subescala de la rigidez.

Observamos diferencias estadísticamente significativas en la mejora del grupo de Carticure Plus® frente a placebo de las subescala de actividad de la vida diaria (KOOS) entre la visita basal y primera visita (al mes de la visita inicial) en la patología meniscal ($p=0,002$, CP incremento medio de 20,59 puntos, 31% frente Ctrl de -0,74 puntos, -1%). Esta diferencia se mantiene entre la visita basal y segunda visita (dos meses) en la patología meniscal ($p=0,041$, CP incremento medio de 27,21 puntos, 41% frente Ctrl de 11,27 puntos, 13,2%). También se observan diferencias estadísticamente significativas a favor de Carticure Plus® en la subescala de actividades deportivas y recreativas (KOOS) en patología meniscal entre la vista basal y la realizada el mes siguiente ($p=0,04$, CP incremento medio de 34,17 puntos, 128% frente Ctrl de 4,17 puntos, 10,4%). Además, detectamos diferencias estadísticamente

significativas en el grupo de Carticure Plus® frente a placebo para la subescala de calidad de vida (KOOS) entre la visita basal y la visita realizada al siguiente mes ($p=0,04$, CP incremento medio de 15,63 puntos, 75% frente Ctrl de -3,13 puntos, -8,8%) en la patología ligamentosa. En esta última patología también se observa mejora del dolor en el grupo de Carticure Plus® frente a placebo ($p=0,03$, CP incremento medio de 26,39 puntos, 49,6% frente Ctrl de 0,19 puntos, 0,3%) entre el segundo mes y el basal. Si consideramos todos los pacientes independientemente del tipo de patología, se observa una mejora del dolor (subescala KOOS) entre basal y primera visita a favor del Carticure Plus® frente a placebo ($p=0,007$, CP incremento medio de 18,38 puntos, 31,4% frente Ctrl de 0,93 puntos, 1,3%) y una mejora de las actividades de la vida diaria entre visita basal y las visitas realizadas al mes ($p=0,007$, CP incremento medio de 16,03 puntos, 24,9% frente Ctrl de -2,08 puntos, -2,6%), a los dos meses ($p=0,027$, CP incremento medio de 24,26 puntos, 37,6% frente Ctrl de 7,94 puntos, 10%) y a los tres meses ($p=0,024$, CP incremento medio de 28,31 puntos, 43,9% frente Ctrl de 21,42 puntos, 27,1%). En ninguno de los casos se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre ambos grupos de exposición en la visita basal.

Discusión

En los datos clínicos, a pesar del pequeño tamaño muestral, se observan diferencias estadísticamente significativas de mejoría clínica a favor de Carticure Plus® en relación al placebo. Durante el primer mes, se observa en la escala KOOS, una mejora del dolor, actividades de la vida diaria, actividad deportiva y recreacional, y calidad de vida (Figuras 1 y 2).

Esto permite detectar tendencias de una mejora más rápida, que se va igualando a los tres meses en el caso de lesión ligamentosa (Figuras 3 y 4), pero que en el caso de la lesión meniscal se mantiene una mejora clínica en el grupo de Carticure Plus®. A pesar del bajo número de pa-

cientes, se han observado diferencias estadísticamente significativas en las actividades de la vida diaria, actividades deportivas y recreacionales en lesión meniscal entre visita basal y primer mes, y en la calidad de vida en patología ligamentosa entre visita basal y primer mes. Es destacable el hecho de haber encontrado diferencias estadísticamente significativas con tan pocos casos (12 pacientes en cada grupo patológico) lo que favorece a la valoración clínica de mejora del primer mes de Carticure Plus®. En el conjunto de los 24 pacientes la mejora del dolor al mes y la mejora de las actividades de la vida diaria al mes, dos y tres meses nos orienta que la mejora más rápida asociada a Carticure Plus® produce una recuperación sostenida que perdura a los tres meses frente a la

Figura 1. Escala KOOS, momento basal, al mes y a los 3 meses, en pacientes con lesión de menisco no asociada a lesión ligamentosa ni déficit del eje grueso. (CP: Carticure Plus®).

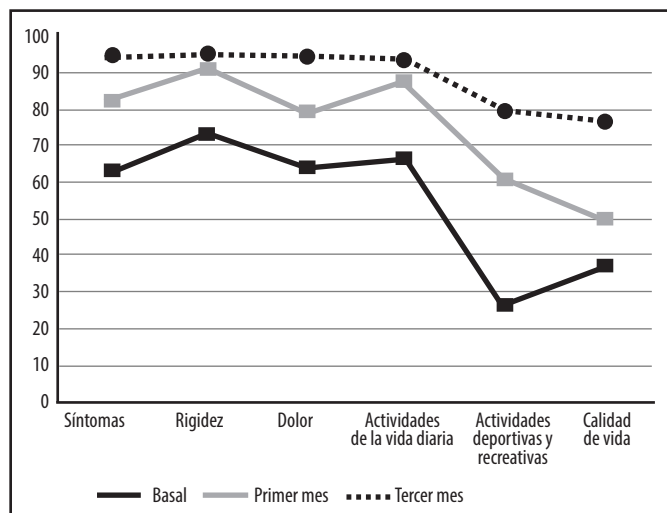


Figura 3. Escala KOOS, momento basal, al mes y a los 3 meses, en pacientes con patología del ligamento cruzado anterior. (CP: Carticure Plus®).

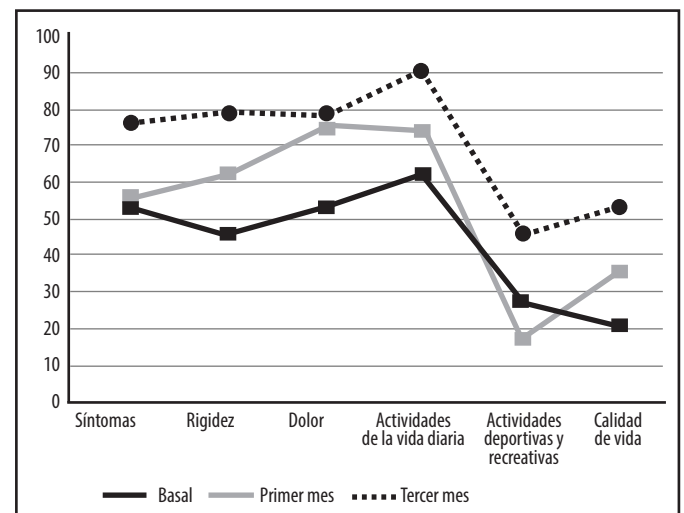


Figura 2. Escala KOOS, momento basal, al mes y a los 3 meses, en pacientes con lesión de menisco no asociada a lesión ligamentosa ni déficit del eje grueso. (CTRL: Control).

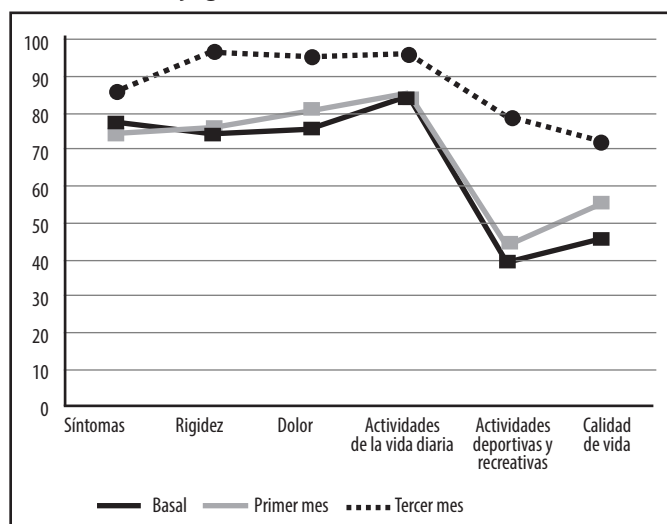
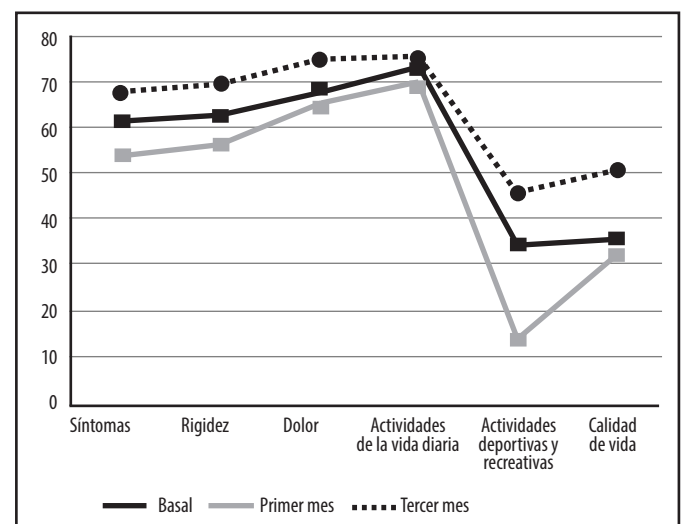


Figura 4. Escala KOOS, momento basal, al mes y a los 3 meses, en pacientes con patología del ligamento cruzado anterior. (CTRL: Control).



ausencia del complemento alimenticio, que puede ser explicada por las características del producto. El hecho de detectar diferencias, la mejora a los tres meses con la escala de WOMAC en la capacidad funcional y no alcanzarla por muy poco en dolor de la misma escala en este conjunto reducido de 24 pacientes, nos da medida del elevado impacto de Carticure Plus® en la mejora de las patologías.

El tamaño muestral no ha permitido discriminar diferencias estadísticamente significativas de los marcadores analizados entre los pacientes tratados con Carticure Plus® y placebo. Determinar qué biomarcadores en sangre pueden ofrecer mejor aproximación al diagnóstico y pronóstico del desarrollo de OA temprana tras este tipo de cirugía está por determinar. Es indudable que necesitamos diseñar nuevos estudios en esta línea. Igualmente, asociar las concentraciones de estos biomarcadores con otras pruebas diagnósticas novedosas de resonancia magnética podrá ser de gran ayuda.

Por lo tanto, podemos concluir que la incorporación de Carticure Plus® durante tres meses, después de la intervención quirúrgica de la patología meniscal o ligamentosa, mejorará la clínica rápidamente al primer mes y esto permitirá unos valores mejores en cuanto a la actividad de la vida diaria en todos los pacientes a los tres meses.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. Gianotti SM, Marshall SW, Hume PA, Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population based study. *J Sci Med Sport*. 2009;12:622-7.
2. Wang X, Wang Y, Bennell KL, Wrigley TV, Cicuttini FM, Fortin K, et al. Cartilage morphology at 2-3 years following anterior cruciate ligament reconstruction with or without concomitant meniscal pathology. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015 Oct 27.
3. Ajuied A, Wong F, Smith C, Norris M, Earnshaw P, Back D, et al. Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2014;42:2242-52.
4. Luc B, Gribble PA, Pietrosimone BG. Osteoarthritis prevalence following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and numbers-needed-to-treat analysis. *J Athl Train*. 2014;49:806-19.
5. Thorlund JB, Holsgaard-Larsen A, Creaby MW, Jørgensen GM, Nissen N, Englund M, et al. Changes in knee joint load indices from before to 12 months after arthroscopic partial meniscectomy: a prospective cohort study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2016;24:1153-9.
6. Khan HI, Aitken D, Ding C, Blizzard L, Pelletier J-P, Martel-Pelletier J, et al. Natural history and clinical significance of meniscal tears over 8 years in a midlife cohort. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:4.
7. Abram SGF, Price AJ, Judge A, Beard DJ. Anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction and meniscal repair rates have both increased in the past 20 years in England: Hospital statistics from 1997 to 2017. *Brit J Sport Med*. 2020;54:286-91.
8. Golightly YM, Marshall SW, Kraus VB, Renner JB, Villaveces A, Casteel C, et al. Biomarkers of incident radiographic knee osteoarthritis: do they vary by chronic knee symptoms? *Arthritis Rheum*. 2011;63:2276-83.
9. Guevara U, Covarrubias A, Delille R, Hernández A, Carrillo R, Moyao D. Parámetros de práctica para el manejo del dolor agudo perioperatorio. *Cir Ciruj*. 2005;73:223-32.
10. Escobar A, Vrotsou K, Bilbao A, Quintana JM, García Pérez L, Herrera-Espiñeira C. Validación de una escala reducida de capacidad funcional del cuestionario WOMAC. *Gac Sanit*. 2011;25:513-8.
11. Álvarez A, García Y, López G, López M, Áreas Y, Ruiz de Villa A. Artrosis de la rodilla y escalas para su evaluación. *Archivo Médico de Camagüey [Internet]*. 2012;16:1777-90. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211125504014> [Consultada 17/05/2019].

Revisión sistemática sobre los efectos de la actividad física durante el embarazo

Luis G. Córdoba-Caro^{1,2,3}, Iván Barrantes-Borrachero², Marta Corchado-Gómez², Goretti Oliva-Mendoza^{2,4}, Mar Parra-Chamizo², Cristina Viera-León²

¹Universidad de Granada. ²Universidad de Extremadura. ³GOERD (Grupo de Optimización del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo). Universidad de Extremadura. ⁴Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00040

Recibido: 30/05/2020

Aceptado: 10/02/2021

Resumen

Existen dudas sobre los efectos de la actividad física durante el periodo de gestación. El objetivo del presente estudio es realizar una revisión sistemática para conocer la efectividad de la actividad física durante el embarazo, así como para determinar cuáles son las más beneficiosas. Para ello, se han empleado diversas bases de datos, como son Scopus, Scielo, Elsevier, ScienceDirect, ResearchGate, Springer Link, World Wide Science, MedlinePlus, Dialnet y Google Scholar, utilizando las palabras claves "actividad física" y "embarazo". Los documentos seleccionados han sido 79, entre los cuales destacan artículos y tesis en español e inglés publicadas entre 2004 y 2020. Para llevar a cabo el análisis descriptivo, se han extraído ocho variables: objetivos de la investigación, edad media de las embarazadas, instrumentos de recogida de datos, planificación de las actividades físicas realizadas, periodo gestacional en el que comienzan las actividades físicas, parto más frecuente producido, intensidad de las actividades y resultados del estudio. Tras ello, se han combinado entre sí, con la finalidad de obtener unos resultados. Estos indican que los estudios tienen como principal objetivo evaluar el efecto de la actividad física sobre la salud de la madre en mujeres mayores de 30 años y que el periodo en el que más se pone en práctica es del primer y segundo trimestre en adelante. Se puede concluir que la actividad física tiene efectos muy positivos en las gestantes, no alterando la salud de la madre y del bebé. Del mismo modo, las más beneficiosas son la realización de actividades físicas programadas con una intensidad moderada.

Palabras clave:

Ejercicio. Embarazo.
Revisión sistemática. Salud.

Systematic review on the effects of physical activity during pregnancy

Summary

There are many queries regarding about the effects of physical activity during the gestation period. The aim of this study is to conduct a systematic review in order to find out the effectiveness of physical activity during pregnancy, as well as to determine which are the most beneficial. For this purpose, several databases have been used, such as Scopus, Scielo, Elsevier, ScienceDirect, ResearchGate, Springer Link, World Wide Science, MedlinePlus, Dialnet and Google Scholar using the keywords "physical activity" and "pregnancy". The documents selected were 79, including articles and theses in Spanish and English published between 2004 and 2020. To carry out the descriptive analysis, eight variables have been extracted: research objectives, mean age of pregnant women, data collection tools, planning of physical activities performed, gestational period in which physical activities begin, the most frequent mode of delivery, intensity of activities and results of the study. After that, they have combined with each other, in order to obtain outcomes. The outcomes indicate that the main objective of the studies is to evaluate the effect of physical activity on the health of the mother over thirty years of age and that the period in which it is most commonly put into practice is from the first and second trimesters onwards. In conclusion, physical activity has very positive effects on pregnant women, as it does not alter the health of either the mother or the child. Likewise, the most beneficial are activities programs with moderate intensity.

Key words:

Exercise. Health.
Pregnancy. Systematic review.

Correspondencia: Iván Barrantes-Borrachero

E-mail: ivbarrant@alumnos.unex.es

Introducción

La Organización Mundial de la Salud define la actividad física como "cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía"¹. Su práctica tiene numerosos beneficios para la salud, evitando la aparición de enfermedades, como pueden ser cáncer, tensión alta, diabetes, ictus, entre otras¹.

A lo largo de la historia, se ha determinado que la realización de actividad física durante el periodo de gestación lleva a tener un parto de carácter más sencillo². Aun así, existen todavía aspectos sin resolver por parte de la ciencia². Es por ello, por lo que numerosos médicos y graduados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte siguen investigando sobre los efectos que puede generar la actividad física durante la gestación².

Durante el embarazo, las mujeres tratan de seguir las indicaciones recibida por diversos expertos, como son los médicos o los filósofos, con el objetivo de llevar los nueve meses de la mejor forma posible². Entre todas ellas, se encuentra la actividad física realizada durante la gestación y todos los puntos a tener en cuenta sobre la misma: tiempo, intensidad y tipo².

La práctica de actividad física durante el embarazo ayuda a no ganar mucho peso durante los 9 meses, incluso en las chicas que presentan obesidad³. Asimismo, el fortalecimiento de los músculos puede ser útil para evitar los dolores en la espalda, aumentar la agilidad y lograr una mejor adaptación al aumento de peso de la mujer³.

Para poder realizar alguna actividad física durante el embarazo es necesario que un médico lo determine, ya que se puede realizar siempre y cuando no exista ninguna patología que pueda interferir en la vida de la madre o del bebé⁴. Entre ellas se tienen que practicar aquellas que estén destinadas a fortalecer el aparato locomotor y a mejorar los dos sistemas fundamentales: el cardiovascular y el respiratorio⁴. Por tanto, es conveniente que las mujeres en periodo de gestación realicen actividades aeróbicas, las cuales son recomendadas por los especialistas. Asimismo, se recomienda practicar el cicloergómetro y el tapiz rodante⁴. Por último, también se puede correr, aunque esto se aconseja en mujeres que lo practican antes del embarazo, las cuales tienen que tener una atención continuada por parte de un médico⁴. Además de los mencionados anteriormente, se ha demostrado que la actividad física en el agua tiene numerosos beneficios para las gestantes, ya que la mujer puede moverse gracias a la flotabilidad. Es por ello, por lo que la natación está indicada para las mismas⁵.

Existe un porcentaje muy bajo de mujeres que realizan actividad física durante el embarazo, en concreto, el 15,1%⁶. Entre las razones que pueden originar este hecho, se encuentra la percepción de la actividad física como un riesgo tanto para la madre como para el bebé⁶. Sin embargo, aquellas mujeres que se animan a realizarla durante los nueve meses de embarazo, tienen mejor salud que aquellas que no la realizan⁵. Es por ello, por lo que las gestantes deberían de practicarla, así, prepararse para el parto, siempre y cuando no existan contraindicaciones para ello⁷.

En relación a los riesgos que puede ocasionar la realización de actividad física durante el embarazo, se encuentra el bajo peso al nacer del bebé⁸. Esto puede ser debido a que la cantidad de glucosa que le

llega al feto es muy pequeña, ya que la madre consume bastante durante el desarrollo de la misma⁸. Asimismo, durante la ejecución de la actividad física disminuye el flujo sanguíneo entre el útero y la placenta, generando que el feto reciba menos cantidad de oxígeno y nutrientes procedentes de la madre⁹. Aun así, la mayoría de las investigaciones realizadas determinan que no supone ningún riesgo para el bebé⁹.

La ejecución de actividad física tiene efectos muy positivos a la hora del parto, ya que disminuye la probabilidad de que haya una intervención quirúrgica. Además, favorece el control del dolor y la respiración a lo largo del mismo, ya que en caso de que dure bastantes horas, esto es muy importante¹⁰. Igualmente, las chicas que tienen una buena condición física o desempeñan alguna actividad durante el periodo de gestación, presentan menos dolores a la hora del alumbramiento¹⁰. Asimismo, beneficia a una pronta recuperación tras el mismo, disminuye la incontinencia y la circulación se vuelve más eficiente¹⁰. De la misma forma, las actividades físicas favorecen una musculatura más fuerte, así como la movilidad pélvica, creando mayor flexibilidad. Esto ayuda a la abertura del útero, favoreciendo el parto natural¹⁰.

El objetivo general del presente estudio es realizar una revisión sistemática sobre la actividad física y el embarazo. En cuanto a los específicos, se establecen los siguientes: conocer la efectividad de la actividad física durante el embarazo y determinar cuáles son las más beneficiosas.

Material y método

Diseño

La selección de los documentos empleados para la revisión sistemática se ha realizado a través de las siguientes bases de datos: Scopus, Scielo, Elsevier, ScienceDirect, ResearchGate, Springer Link, World Wide Science, MedlinePlus, Dialnet y Google Scholar. La revisión se ha llevado a cabo durante los meses de marzo y abril del 2020.

Identificación y selección de estudios

Para llevar a cabo este estudio, se han seleccionado tanto artículos como tesis. Estas últimas se dividen en dos tipos: de maestría (equivalente a Trabajo Final de Máster) y doctoral. Referente al idioma, destacan documentos tanto en español como en inglés.

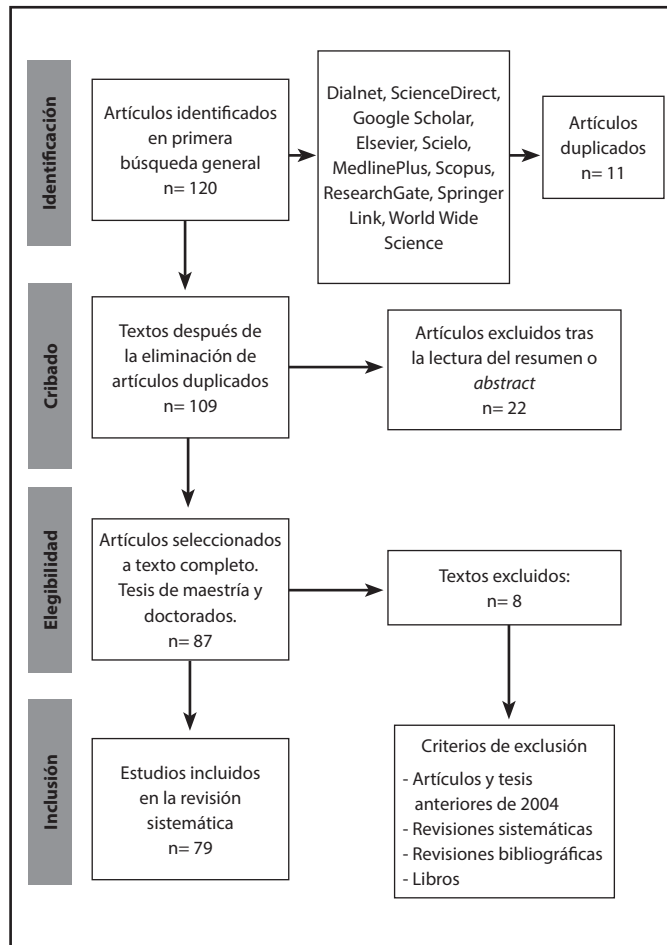
Las palabras claves empleadas son las siguientes: *actividad física y embarazo*. Asimismo, los términos en inglés son: *physical activity y pregnancy*. Para combinarlos, se ha escogido como operadores booleanos *and/y*. Por último, se ha seleccionado un total de 79 documentos de las diversas bases de datos, publicados entre 2004 y 2020.

Criterios de inclusión y exclusión

Para llevar a cabo la revisión sistemática, se han tenido en cuenta una serie de criterios de inclusión y de exclusión. En relación a los primeros, estos son los siguientes:

- Artículos o tesis publicadas entre 2004 y 2020.
- Artículos y tesis escritas en español o inglés.
- Las tesis o los artículos deben contener un apartado con la metodología.

Figura 1. Diagrama de flujo.



Fuente: Elaboración propia.

– El tema principal de los documentos tiene que ser actividad física y embarazo. Asimismo, se han excluido libros, informes, revisiones sistemáticas y revisiones bibliográficas.

En la Figura 1 se muestra un diagrama de flujo con el proceso de selección de los documentos para la revisión sistemática.

VARIABLES

A partir de los diferentes documentos analizados se han extraído las siguientes variables: objetivos de la investigación, edad media de las embarazadas, instrumentos de recogida de datos, planificación de las actividades físicas realizadas, periodo gestacional en el que comienzan las actividades físicas, parto más frecuente producido, intensidad de las actividades y resultados del estudio. Todas ellas se analizan mediante una base de datos creada en Microsoft Excel.

A continuación, se explican las variables analizadas y el sistema de categorización que se ha utilizado para lograr una adecuada organización en cada una de ellas:

– Objetivos de la investigación: se determina lo que se persigue con el estudio y se redactan en infinitivo. Teniendo en cuenta los que

se proponen en las diversas investigaciones, se ha establecido la siguiente categorización:

- Evaluar el efecto de la AF sobre la salud de la madre.
- Evaluar el efecto de la AF sobre la salud de la madre y del bebé.
- Evaluar el efecto de la AF sobre la salud del bebé.
- Edad media de las embarazadas: el sistema de categorización establecido, teniendo en cuenta que la edad media de las mujeres embarazadas se encuentra en torno a los 30 años, es el siguiente:
 - Menores de 30 años.
 - Mayores de 30 años.
- Instrumentos de recogida de datos: para el análisis de esta variable se ha concretado el siguiente sistema de categorización:
 - Observación: cuando el instrumento utilizado ha sido la observación.
 - Cuestionario: cuando el instrumento de recogida de datos ha sido un cuestionario.
 - Entrevista: cuando el instrumento de recogida de datos ha sido una entrevista.
 - Revisión médica: cuando el instrumento de recogida de datos ha sido una revisión médica.
 - Cuestionario y revisión médica: cuando los instrumentos para la recogida de datos han sido un cuestionario y una revisión médica.
 - Entrevista y cuestionario: cuando los instrumentos empleados para la recogida de datos han sido un cuestionario y una entrevista.
- Planificación de las actividades físicas realizadas: para clasificar las diversas actividades que se llevan a cabo en los diferentes estudios, se ha determinado la siguiente categorización:
 - Programada: los sujetos llevan a cabo un programa con actividades físicas variadas o específicas que ha sido diseñado para el propio estudio.
 - Semi-programada: los sujetos llevan a cabo actividades variadas o específicas que han sido recomendadas por profesionales o especialistas, tales como andar, correr o nadar, pero sin que se siga un programa de actividad física impuesto para el estudio.
 - No programada: los sujetos realizan actividades físicas variadas o específicas de forma autónoma.
- Intensidad de la actividad física: para el análisis de esta variable se ha concretado el siguiente sistema de categorización:
 - Ligera: los sujetos realizan actividades de la vida diaria de baja intensidad, como ir a hacer la compra andando, limpiar la casa, ir al trabajo a pie, etc.
 - Moderada: los sujetos realizan actividades de intensidad media, como son el aeróbic, la natación, el cicloergómetro, andar rápido, etc.
- Periodo gestacional en el que comienzan las actividades físicas: para el análisis de esta variable se ha concretado el siguiente sistema de categorización:
 - Primer trimestre en adelante: las actividades físicas comienzan en el primer trimestre.
 - Segundo trimestre en adelante: las actividades físicas comienzan en el segundo trimestre.

- Tercer trimestre en adelante: las actividades físicas comienzan en el tercer trimestre.
- Primer trimestre: las actividades físicas se realizan, en concreto, en el primer trimestre.
- Segundo trimestre: las actividades físicas se realizan, en concreto, en el segundo trimestre.
- Parto más frecuente producido: teniendo en cuenta el parto más frecuente producido en cada uno de los estudios, las categorías para esta variable han quedado determinadas del siguiente modo:
 - Vaginal: el bebé sale del útero materno al exterior por la vagina.
 - Sin determinar: cuando en el estudio no se indica el tipo de parto producido.
- Resultados del estudio: con el fin de clasificar los contenidos de esta variable, debido al alto número de documentos analizados, se ha considerado la siguiente categorización:
 - La actividad física disminuye la duración del parto.
 - La actividad física mejora la salud de la madre durante el embarazo y/o el periodo postparto.
 - La actividad física no altera la salud de la madre y/o del bebé durante el embarazo y/o el parto.

Objetivos

Los objetivos que se proponen en relación a las variables, son los siguientes:

- Establecer la finalidad de las diversas investigaciones (objetivos de la investigación).
- Conocer la edad media en la que se realizan las investigaciones (edad media de las embarazadas).
- Indicar el/los instrumentos/s más empleado/s para llevar a cabo los estudios (instrumentos de recogida de datos).
- Determinar el periodo gestacional en el que más se ponen en práctica las actividades físicas y qué planificación es la más frecuente (periodo gestacional y planificación de la actividad física).
- Establecer qué intensidad de actividad física favorece más al parto vaginal (parto más frecuente producido e intensidad de la actividad física).
- Determinar qué intensidad de actividad física favorece mejores resultados (intensidad de la actividad física y resultados obtenidos).

Resultados

A continuación, se exponen los resultados obtenidos tras analizar las diferentes variables expuestas en el apartado anterior.

Análisis descriptivo de los objetivos

En relación a los 65 documentos analizados, se observa que los trabajos de investigación se centran principalmente en evaluar los efectos que produce la práctica de actividad física durante el embarazo sobre la salud de la madre, puesto que más de un 75% de los estudios analizados plantean este objetivo como principal.

Tabla 1. Análisis de la edad media de las embarazadas.

Edad media de las embarazadas	
Mayores de 30	55,6%
Menores de 30	44,4%
Total general	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Análisis de los instrumentos de recogida de datos.

Instrumentos de recogida de datos	
Cuestionario	31,6%
Cuestionario y revisión médica	3,8%
Entrevista	17,7%
Entrevista y cuestionario	29,1%
Observación	10,1%
Revisión médica	7,6%
Total general	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

Análisis descriptivo de la edad media de las embarazadas

La edad media de las mujeres embarazadas en más de la mitad de los 63 documentos examinados es superior a 30 años. Los resultados obtenidos concuerdan con los últimos datos del 2018 del Instituto Nacional de Estadística (INE)¹¹, donde las mujeres gestantes presentaban una edad media de 31 años (Tabla 1).

Análisis descriptivo de los instrumentos empleados

Con respecto a los 79 documentos analizados, se observa que en más del 60% de los estudios, el instrumento de recogida de información empleado es el cuestionario o la combinación de la entrevista con el cuestionario (Tabla 2).

Análisis descriptivo del periodo gestacional en el que se lleva a cabo la actividad física y la planificación de la actividad física

Teniendo en cuenta los 70 documentos analizados, se aprecia un notable aumento de aquellos que focalizan su atención en las actividades llevadas a cabo del primer y segundo trimestre en adelante con más de un 90%. Sin embargo, los estudios que se centran en las actividades que se desarrollan durante un único trimestre y del tercero en adelante, son menos frecuentes. Asimismo, con más de un 70% destacan las actividades que se realizan de forma programada (Tabla 3).

Análisis descriptivo del parto más frecuente producido y la intensidad de la actividad física

Tras el análisis de estas variables, en función de los 21 documentos analizados, se puede concluir que existe un gran vínculo entre la reali-

Tabla 3. Análisis del periodo gestacional y la planificación de la actividad física.

Periodo gestacional en el que comienzan las AF	Programada	Semi-programada	No programada	Total general
Primer trimestre	0,0%	0,0%	1,4%	1,4%
Primer trimestre en adelante	31,4%	1,4%	8,6%	41,4%
Segundo trimestre	2,9%	0,0%	0,0%	2,9%
Segundo trimestre en adelante	35,7%	2,9%	12,9%	51,4%
Tercer trimestre en adelante	1,4%	1,4%	0,0%	2,9%
Total general	71,4%	5,7%	22,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Análisis de la intensidad de la actividad física y los resultados del estudio.

Resultados del estudio	Ligera	Moderada	Total general
La actividad física disminuye la duración del parto	0,0%	3,2%	3,2%
La actividad física mejora la salud de la madre durante el embarazo y/o el periodo postparto	6,3%	46,0%	52,4%
La actividad física no altera la salud de la madre y/o del bebé durante el embarazo y/o el parto	1,6%	42,9%	44,4%
Total general	7,9%	92,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

zación de actividades de intensidad moderada y la posterior vivencia de un parto vaginal. De esta manera, se determina que las mujeres que hacen actividades con esta intensidad muestran en el momento de dar a luz más capacidades físicas, propiciando así, un parto mucho más natural y sencillo.

Análisis descriptivo de la intensidad de la actividad física y los resultados del estudio

Se ha demostrado con casi un 90% de los 63 estudios analizados que es la actividad física moderada la que obtiene mejores resultados, beneficiando y no alterando la salud de la madre y/o del bebé durante el embarazo y/o el periodo postparto. Por tanto, se determina que con la actividad física ligera no se obtienen resultados tan positivos como con la moderada (Tabla 4).

Discusión

Los dos objetivos específicos propuestos al inicio del presente estudio fueron conocer la efectividad de la actividad física durante el embarazo y determinar cuáles eran las más beneficiosas.

La edad media de las gestantes de los diversos documentos analizados es superior a 30 años, estando en concordancia con los datos del INE¹¹ de la última década.

Por otro lado, los datos arrojan que la ejecución de actividad física de intensidad moderada favorece un parto natural y disminuye

la probabilidad de que haya una intervención quirúrgica, estando los resultados de esta revisión sistemática en consonancia con el estudio de Miranda y Navío¹², cuyas conclusiones determinan que la actividad física reduce las posibilidades de que el parto se produzca por cesárea.

La actividad física de los diferentes tipos de planificación, no se centra en una sola cualidad física, muchas de las investigaciones revisadas indican que se hace un trabajo combinado de la resistencia, la fuerza y la flexibilidad, puesto que todas ellas generan diferentes tipos de beneficios saludables en las mujeres embarazadas, tanto durante el embarazo como durante el parto.

Los resultados alcanzados en la presente investigación indican que es a partir del primer y segundo trimestre en adelante cuando comienzan a ponerse en práctica un mayor número de actividades físicas. Estos siguen la línea de la investigación realizada por Moreno¹³, donde las conclusiones establecen que la mayoría de los estudios publicados tratan sobre mujeres embarazadas del segundo trimestre en adelante.

Del mismo modo, en relación a lo obtenido en este estudio, en el que más de la mitad de las investigaciones llevan a cabo la actividad física de forma programada, Barakat *et al.*³ abogan por un programa de ejercicio físico supervisado y planificado durante la gestación.

Por otro lado, las conclusiones alcanzadas por Sánchez-García *et al.*¹⁴, demuestran que la actividad física moderada obtiene beneficios muy positivos en las gestantes, coincidiendo éstos con los resultados de esta revisión sistemática, en la que las actividades de intensidad moderada (el aeróbico, la natación, el cicloergómetro, andar rápido, etc.) destacan con respecto a las ligeras, ocasionando efectos más positivos. Asimismo, Perales *et al.*¹⁵ establecen que la realización de actividad física aeróbica durante el periodo de gestación mejora algunos parámetros del sistema cardiovascular. Por su parte, Vázquez¹⁰ determina que un programa de actividad física en el medio acuático produce beneficios en parámetros hemodinámicos y mejora la calidad de vida de las embarazadas (dolor corporal, salud general y mental).

El análisis de los documentos incluidos en el presente estudio determina que la actividad física es beneficiosa para la salud de la madre durante el embarazo y/o el periodo postparto. Estos datos no difieren con las conclusiones obtenidas por Aguilar *et al.*¹⁶ y Puente *et al.*¹⁷, quienes comprueban que las mujeres que se animan a realizar actividad física durante los 9 meses de embarazo tienen mejor salud que aquellas que no la realizan.

Conclusiones

A partir del estudio realizado se pueden establecer una serie de conclusiones en función de los objetivos propuestos a lo largo del mismo.

En primer lugar, se puede entender que la mayoría de los estudios analizados tienen como principal fin evaluar el efecto de la actividad física sobre la salud de la madre en mujeres mayores de 30 años, siendo el cuestionario y la entrevista los instrumentos de recogida de información más utilizados.

Se puede afirmar que, tras haber analizado los diversos documentos, el periodo gestacional en el que más se pone en práctica la actividad física es del primer y segundo trimestre en adelante, cobrando especial relevancia la puesta en marcha de actividades programadas. Además, se determina que existe un gran vínculo entre la realización de actividades de intensidad moderada y la posterior vivencia de un parto vaginal.

Antes de finalizar, cabe destacar que esta revisión sistemática contribuye al campo de la investigación, ya que se pone en duda la creencia hoy en día establecida sobre los efectos que tiene la realización de actividad física durante el embarazo. Por ello, sería interesante que futuras líneas de investigación pusiesen el foco de atención en comprobar con qué tipo de planificación de la actividad física (programada, semi-programada o no programada), se obtienen mayores beneficios en salud para las gestantes.

Con respecto a las limitaciones que presenta esta investigación, se pueden enumerar concretamente tres: el tamaño limitado de estudios que cumplieren los criterios de inclusión establecidos, la dificultad para extraer las variables comunes en los diferentes documentos y la falta de concreción en el tipo de actividad física realizada.

Por último, en base a los dos objetivos específicos se puede concluir que la actividad física tiene efectos muy positivos en las mujeres embarazadas, no alterando la salud de la madre y del bebé. Del mismo modo, las más beneficiosas son la realización de actividades físicas programadas de intensidad moderada.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud. 2020. Disponible en <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>
2. Barakat R, Alonso G, Rojo JJ, Rodríguez M. El ejercicio físico durante el embarazo: ¿un riesgo para el recién nacido? *Apunts Educ Fis Deportes*. 2009;95:32-7.
3. Barakat R, Casla S, Peláez M, Perales M, Cordero Y. El ejercicio físico supervisado durante el embarazo mejora la percepción de la salud. Ensayo clínico aleatorizado. *Retos*. 2013;24:36-8.
4. Roldán RO. Influencia del ejercicio físico desarrollado durante el embarazo en la respuesta cardiaca fetal (Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid) 2015. Disponible en: <http://oa.upm.es/37219/>
5. Vázquez JM, Rodríguez L, Ramírez J, Villaverde C, Torres G, Gómez-Salgado J. Calidad de vida relacionada con la salud en una población de gestantes sanas tras un programa de actividad física en el medio acuático (PAFMAE). *Rev Esp Salud Pública*. 2017;91:1-10.
6. Pisani V. Beneficios en la calidad de vida de las embarazadas que realizan actividad física (Tesis de Maestría. Universidad de FASTA) 2015. Disponible en: <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/889>
7. Manonelles P, De Teresa C, Alacid F, Álvarez J, Del Valle M, Gaztañaga T, et al. Deporte recreacional saludable. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Arch Med Deporte*. 2016;2:8-40.
8. Barakat R, Cordero Y, Rodríguez G, Robert J, Zakyntinaki M. Actividad física durante embarazo, su relación con la edad gestacional materna y el peso de nacimiento. *RICYDE*. 2010;20:205-17.
9. Roldán O, Perales M, Mateos S, Barakat R. El ejercicio físico supervisado durante el embarazo mejora la respuesta cardiaca fetal. *Rev Int Med Cienc Ac*. 2015;60:757-72.
10. Vázquez JM. Efecto de un programa de actividad física en el medio acuático en mujeres embarazadas (PAFMAE) con inmersión hasta el cuello (Tesis Doctoral. Universidad de Granada) 2017. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/48031>
11. Instituto Nacional de Estadística. 2020. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=1579&L=0>
12. Miranda MD, Navío C. Benefits of exercise for pregnant women. *J Sport Health Res*. 2013;2:229-32.
13. Moreno MJ. Beneficios maternos-perinatales de las actividades acuáticas en el embarazo: revisión sistemática (Tesis de Maestría. Universidad de San Martín de Porres) 2019. Disponible en: <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/5494>
14. Sánchez-García JC, Rodríguez R, Mur N, Sánchez-López AM, Levet MC, Aguilar MJ. Influencia del ejercicio físico sobre la calidad de vida durante el embarazo y el posparto. Revisión sistemática. *Nutr Hosp*. 2016;5:1-9.
15. Perales M, Luaces M, Barriopedro MI, Montejó R, Barakat R. Efectos de un programa de ejercicio físico supervisado sobre la estructura cardíaca durante la gestación. Ensayo clínico aleatorizado. *Prog Obstet Ginecol*. 2012;5:209-15.
16. Aguilar MJ, Sánchez AM, Rodríguez R, Noack JP, Pozo MD, López G, et al. Actividad física en embarazadas y su influencia en parámetros materno-fetales; revisión sistemática. *Nutr Hosp*. 2014;4:719-26.
17. Puente MP, Casla S, Perales M, Rodríguez YC, Carballo RB. El ejercicio físico supervisado durante el embarazo mejora la percepción de la salud. Ensayo clínico aleatorizado. *RETOS*. 2013;24:36-8.

Evaluation methods and objectives for neuromuscular and hemodynamic responses subsequent to different rest intervals in resistance training: a systematic review

Jurandir Baptista da Silva^{1,2}, Leandro de Lima e Silva^{1,2}, Rodolfo Alkmim Moreira Nunes^{1,2}, Gustavo Casimiro Lopes^{1,2}, Danielli Braga de Mello³, Vicente Pinheiro Lima^{1,2,4}, Rodrigo Gomes de Souza Vale^{1,2,5}

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PPGCEE/UERJ). Rio de Janeiro. Brasil. ²Laboratório do Exercício e Esporte (LABEES/UERJ). Rio de Janeiro. Brasil. ³Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx). Rio de Janeiro. Brasil. ⁴Grupo de Pesquisa em Biodinâmica e Desempenho, Exercício e Saúde (BIODESA/UCB). Rio de Janeiro. Brasil. ⁵Laboratório de Fisiologia do Exercício. Universidade Estácio de Sá. Cabo Frio. Rio de Janeiro. Brasil.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00041

Recibido: 21/03/2020
Aceptado: 17/02/2021

Summary

Introduction: The training routine planned, and performed correctly results in exercises that, systematically organized, influence the levels of strength, and muscle hypertrophy. However, the magnitudes of these gains vary considerably. To optimize these gains, it is important to understand, and the interaction between training variables such as external load, volume, number of exercises, number of repetitions, duration of repetitions, the order of exercises, number of series, recovery interval between series, and the exercises, as well as the time under tension. The influence of the recovery interval on the response following exercise on neuromuscular components is very important. However, different objectives, and instruments are used to evaluate these responses.

Objective: The purpose of this study is to conduct a systematic review of the assessment methods, and objectives for responses after different recovery intervals in strength training. **METHODS:** The present study is characterized by a systematic review study. Articles found in the following databases were considered for the systematic review: Scopus, PubMed / MEDLINE, Web of Science, Cochrane Library. The following descriptors, and their respective synonyms according to the terms MeSH were used in the databases, both singular, and plural: "Resistance Training", "Rest Interval", and "Bech Press". As filters were used: a) species (humans), and type of study (original).

Results: Seven studies were analyzed that met the established criteria.

Conclusion: The studies presented have verified the influence of different recovery intervals on muscle, and hemodynamic responses. Evaluating image measurements such as ultrasound, and resonance, blood measurements such as GH, Testosterone, IGF-1, and Lactate, number of repetitions for performance, and fatigue, as well as heart rate, and blood pressure.

Key words:

Resistance training. Muscle stress.
Rest. Recovery.

Métodos de evaluación y objetivos para las respuestas neuromusculares y hemodinámicas posteriores a diferentes intervalos de descanso en el entrenamiento de resistencia: una revisión sistemática

Resumen

Introducción: La rutina de entrenamiento planificada y realizada correctamente da como resultado ejercicios que, organizados sistemáticamente, influyen en los niveles de fuerza e hipertrofia muscular. Sin embargo, las magnitudes de estas ganancias varían considerablemente. Para optimizar estas ganancias, es importante comprender la interacción entre las variables de entrenamiento como la carga externa, el volumen, el número de ejercicios, el número de repeticiones, la duración de las repeticiones, el orden de los ejercicios, el número de series, el intervalo de recuperación entre series y los ejercicios, así como el tiempo bajo tensión. La influencia del intervalo de recuperación en la respuesta después del ejercicio en los componentes neuromusculares es muy importante. Sin embargo, se utilizan diferentes objetivos e instrumentos para evaluar estas respuestas.

Objetivo: El propósito de este estudio es realizar una revisión sistemática de los métodos y objetivos de evaluación para las respuestas posteriores a los diferentes intervalos de recuperación en el entrenamiento de fuerza. **MÉTODOS:** El presente estudio se caracteriza por un estudio de revisión sistemática. Los artículos encontrados en las siguientes bases de datos se consideraron para la revisión sistemática: Scopus, PubMed / MEDLINE, Web of Science, Cochrane Library. Los siguientes descriptores y sus respectivos sinónimos según los términos MeSH se utilizaron en las bases de datos, tanto en singular como en plural: "Entrenamiento de resistencia", "Intervalo de descanso" y "Bench Press". Como filtros se utilizaron: a) especies (humanos) y tipo de estudio (original).

Resultados: Se analizaron siete estudios que cumplieron con los criterios establecidos.

Conclusión: Los estudios presentados han verificado la influencia de diferentes intervalos de recuperación en las respuestas musculares y hemodinámicas. Evaluación de mediciones de imagen como ultrasonido y resonancia, mediciones de sangre como GH, testosterona, IGF-1 y lactato, número de repeticiones para el rendimiento y la fatiga, así como la frecuencia cardíaca y la presión arterial.

Palabras clave:

Entrenamiento de resistencia. Estrés muscular. Descanso. Recuperación.

Correspondencia: Leandro de Lima e Silva
E-mail: l.limaesilva@gmail.com

Introduction

Resistance training has usually applied to overload the musculoskeletal system¹. This type of training is established as an effective method for the development of musculoskeletal fitness, and is recommended to improve health, and performance². The planned, and properly executed training routine results in exercises that, systematically organized, influence muscle strength, and hypertrophy levels³. However, the magnitudes of these gains vary considerably⁴.

To improve these gains, it is important to understand, and the interaction between training variables such as external load, volume, number of exercises, number of repetitions, repetition duration, exercise order, number of series, the interval of recovery between series, and exercises, as well as tense time⁵. Thus, the understanding, and definition of principles, and methods for the prescription of a strength training routine is necessary for a safe, and efficient prescription⁶.

An important variable explored during training is the rest interval time (RI) between the series. The RI can be defined as the recovery period between exercise series during a training session. Intervals can be set in short (up to 1 minute), medium (1 to 3 minutes), and long (more than 3 minutes)⁷. Through it, one can manipulate the stress exerted in the musculature by the adequacy or maintenance of the intensity, and volume of training.

According to the data included in a recent systematic review⁸, when the goal of training is strength gains, long RI should be prioritized thus allowing the maintenance of the number of repetitions. However, to optimize muscle hypertrophy gains, short RI is suggested to promote increased metabolic stress, and possible anabolism⁹.

In addition to the muscle system, the prescription of strength training exercises also influences the responses of other systems of the human body¹⁰. Different RI between series promotes different influences on cardiovascular, endocrine, and neural systems¹¹. The variation in heart rate, blood pressure, the varying curves of specific hormone, and enzyme levels, and the behavior of the spread of action potential are some examples.

Some instruments, and methods are used to evaluate these parameters. Blood collections, imaging tests such as thermography, and ultrasound, electromyography, dual Energy radiological absorptiometry (DXA) are examples of specific evaluations on biological response. Moreover, the maintenance of the number of repetitions performed also represents an important response to the exercises¹².

The influence of these RI on the response following the exercise of neuromuscular, hemodynamic, and biochemical components is very important. However, as exposed, different objectives, and instrumentations are used to evaluate these responses. Thus, the present study aims to conduct a literature review aimed at identifying, and analyzing the objectives, and evaluation methods for the responses after different recovery intervals in resistance training.

Material and method

This study is in line with the American College of Sports Medicine policies regarding animal, and human experimentation.

The present study is characterized by a systematic review study, being carried out according to the instructions of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews, and Meta-Analysis (PRISMA) statement¹³. Thus, this systematic review adopted the following inclusion criteria: a) studies that investigated the influence of rest intervals in muscle performance; b) studies that presented detailed methodology, sufficient for full understanding of the experimental design; c) Studies that used some instrumentation for muscle performance analysis; (d) articles using the bench press exercise; f) Articles published in English. Articles dated before 2014 were deleted.

Articles found in the following databases were considered for the systematic review: Scopus, PubMed/MEDLINE, Web of Science, Cochrane Library. The following descriptors, and their respective synonyms under the terms MeSH: "Resistance Training", "Rest Interval", and "Bench Press" were used in the databases." As filters were used: a) species (humans), and type of study (original).

These terms have been adjusted for search in each database. The complete search strategy was carried out in four phases. In phase 1 (Identification), publications potentially eligible for review were verified. This phase was from 03 to 07 of September in 2019. In the 2nd phase (Screening) two experienced PhD researchers with expertise in systematic review performed the reading of the titles to verify the adequacy to the purpose of this review, and the duplicity of the articles derived from the databases. When a decision could not be made from the readings of the titles, the abstract was used, and, remaining doubt, the reading of the article in full was made. In the 3rd phase of the selection of articles (eligibility) the inclusion, and exclusion criteria established according to the objective proposed in the systematic review, and the verification of the risk of bias were applied to attest to the methodological quality of each study also by experienced researchers in the area of the study. After this phase, the publications that filled out these assumptions moved to the 4th phase (inclusion), thus being included in this review. If necessary, in the items where there was no consensus, the third researcher did the final analysis. All data were entered, and quantified in a data sheet.

Results

Of the 79 studies found through the search strategy, 72 were excluded, and 7 studies met the inclusion criteria proposed, and were included in the present study. The following flowchart presents the process of selecting articles (Figure 1).

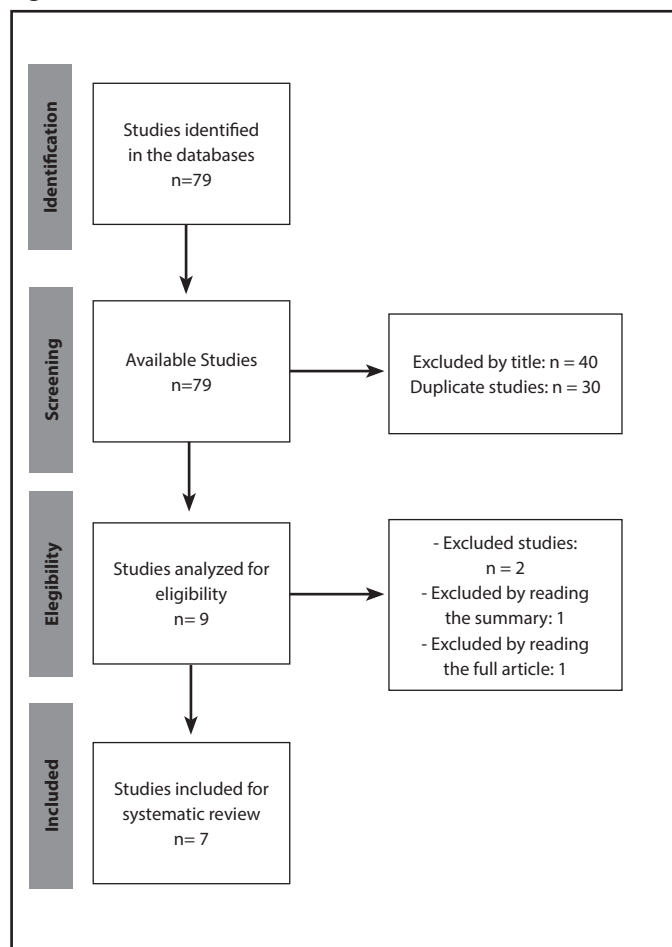
The Table 1 describes the sample participants, and the protocols used in each reviewed study.

The Table 2 presents the objective results, measured variables, and methods used to contemplate the objectives.

Discussion

After the selection process of articles, seven studies were included, and analyzed in full by this systematic review. These showed comparisons between different times of recovery intervals, and used the straight supine exercise. Of these, four studies included only men, two included men, and women, and one of them did not present this

Figure 1. Flowchart of selection of articles.



information. Thus, no studies were observed, and there were no women exclusively in their samples. Considering that this population has specific characteristics, such as hormonal ones, for example²¹, the information on the influence of the recovery interval on bodybuilding exercises on biological responses is an important gap in the literature.

In addition, only one investigation observed the influence of different recovery intervals on strength in the elderly. In his study, Villanueva *et al.*¹⁴ verified the effect of 1, and 4 minutes of recovery intervals on body composition, and muscle, and functional performance in 22 elderly men. A 12-week intervention was performed with a program that contained seven strength training exercises, including exercises for upper, and lower limbs. X-ray absorptiometry (DXA) was used to assess body composition. The Star excursion balance, and Margarida power tests checked the performance of the functional control variables of the movement in addition to the 1RM Test to assess muscle strength. The results for this population differ from those performed in young people, when they found that 8 weeks of high-intensity strength TR periodized with short IR induces significantly greater improvements in body composition, muscle performance, and functional performance, compared to the same prescription of RT with higher IR.

From the above, it is understood that for the elderly, a short IR may be sufficient for muscle strength gains. However, for trained young people, most studies have concluded that individuals need a longer-term IR to maximize gains in muscle strength⁹. However, these results are still controversial, as considerable gains in muscle strength can be achieved with a short-term interval. A great example is the study by Bottaro *et al.*²² that verified similar muscle strength gains when comparing short intervals with longer intervals.

To make up the protocols of the studies evaluated in this review, the researchers chose to use percentages of the maximum load, thus making the execution of the exercises at submaximal intensities. Of the

Table 1. Authors, sample, and protocols used.

Author	Sample	Protocol
Villanueva <i>et al.</i> ¹⁴	22 men	2/4 sets/exercise, 8-15 repetitions of 7 exercises for 3 days/week for 12 weeks 2 RI protocols: 1 and 4 minutes
Fink <i>et al.</i> ¹⁵	14 men	4 sets of bench press followed by 4 sets of 40% 1RM squats with 1 sec in concentric phases, and 2 sec in eccentric phases for 8 weeks 2 RI protocols: 30s (n=7), and 150s (n=7)
Davó <i>et al.</i> ¹⁶	31 students (18 men, and 13 women)	5 sets of 8 repetitions on bench press straight with 40% of 1RM 3 RI protocols: 1, 2, and 3 minutes
De Salles <i>et al.</i> ¹⁷	27 people divided into 2 groups: G1 - exercises for lower limbs, and G2 - exercises for upper limbs.	3 sets with 75% of 1RM 2 RI protocols: 2 min, and self-suggested
Schoenfeld <i>et al.</i> ¹⁸	21 men	3 sets of 8 to 12 RM of 7 different exercises per session, 3 times/week for 8 weeks 2 RI protocols: 1 and 3 minutes.
Figueiredo <i>et al.</i> ¹⁹	11 prehypertensive men	3 sets of 8 to 10 repetitions with 70% of 1RM 2 RI protocols: 1 and 2 minutes
Monteiro <i>et al.</i> ²⁰	28 participants: 12 women, and 16 men	4 sets with 100% 10RM 4 RI protocols: 1) Bench press followed by Leg Press with 3 minutes of RI; 2) Leg Press followed by a bench press with 3 minutes of RI; 3) Straight bench press followed by leg press without RI; 4) Leg Press followed by Straight Bench Press without RI

Table 2. Objectives, variables, and methods used.

Author	Objective	Measured variables	Methods
Villanueva <i>et al.</i> ¹⁴	Check the effects of RI on body composition, and muscle performance	1. Body composition 2. Functional Performance 3. Muscle Performance	1. X-ray absorptiometry (DXA) 2. Star excursion balance test, Margaria power test, 400-m walk
Fink <i>et al.</i> ¹⁵	Check different RI in acute, and chronic hormonal responses in hypertrophy, and strength gains.	1. GH, T, IGF-1 were verified before (B), immediately after (P0), 15 min after (P15), 30 min after (P30), and 60 min after (P60) TF sessions. 2. Total volume of training performed in the 4 sets 3. Muscle cross-sectional area before the start of the TF program, and in the last week after the last training session (week 9) 4. Muscle strength tests were performed during the week, before, and after the training period.	1. Precubital Blood Samples 2. Total number of repetitions 3. Magnetic resonance 4. 1RM Test
Davó <i>et al.</i> ¹⁶	To verify the influence of different RI between the series on the output power performance, and the physiological, and perceptual variables.	1. Average power, and peak power 2. Lactate concentration was collected 1 minute before, and after each protocol. 3. Perceived effort after training session 4. Late muscle pain was reported 24, and 48 hours after the training session.	1. T-Force System 2. Ear lobe blood samples 3. Borg Scale (CR-10) 4. The subjects were asked: "How painful are the muscles?". Subjective feeling on a scale of 0 to 10 (0 = no pain; 10 = much pain)
De Salles <i>et al.</i> ¹⁷	Check the effects of fixed RI compared to self-suggested	Exercise Performance	Number of repetitions
Schoenfeld <i>et al.</i> ¹⁸	Check the effects of different RI	1. Muscle strength 2. Muscle endurance 3. Muscle thickness	1. 1RM test 2. 50% from 1RM to failure 3. Ultrasonography
Figueiredo <i>et al.</i> ¹⁹	To compare the effects of different RI between sets, and exercises on hemodynamic variables.	1. Systolic Blood Pressure 2. Heart Rate	1. Automatic oscillometric device 2. Heart Rate Monitor
Monteiro <i>et al.</i> ²⁰	Check the influence of exercise order, and RI for an alternating TF sequence of bench press (BP), and leg press (LP) exercises.	Neuromuscular Fatigue Resistance - Fatigue Index (FI)	Number of repetitions completed using the equation proposed by Diplá <i>et al.</i> (2009)

seven studies analyzed, two used in their protocols the maximum value of overload verified in the preliminary tests also in their experimental protocols. Just like Villanueva *et al.*¹⁴, Fink *et al.*¹⁵ also used the 1RM test to assess strength gains. However, Fink *et al.*¹⁵ also used blood measurements collected in the antecubital fossa to analyze GH, Testosterone, and IGF-1 levels. Magnetic resonance imaging to evaluate the cross-section area completed the measurements applied by Fink *et al.*¹⁵ to compare the effects of 30, and 150s of recovery interval between 4 sets to 40% of 1RM in 14 men. Load intensity is an important variable for strength training because it influences muscle responses¹⁰. However, in conclusion, the results of Fink *et al.*¹⁵ suggest that acute hormonal responses, as well as chronic changes in hypertrophy, and muscle strength in low load training to failure, are independent of the duration of the rest interval.

Fink *et al.*¹⁵, blood measurements also served as a parameter for Davó *et al.*¹⁶ evaluate the influence of different recovery intervals in the performance of 5 sets of the supine exercise straight to 40% of 1RM in 31 participants. However, unlike Fink *et al.*¹⁵, the authors verified lactate

levels, coming from blood collections in the earlobe. The T-Force dynamic strength measurement system was used to evaluate muscle strength. The perception of subjective exertion, and late muscle pain were also verified, respectively, through the Borg scale (CR-10), and the specific question "How sore are your muscles". The results suggest that an IR of 2 or 3 minutes is required for mechanical, and physiological recovery, however, there may be little difference between the rest intervals of 2, and 3 minutes.

Schoenfeld *et al.*¹⁸ then used 1, and 3 minutes of recovery interval for 3 sets of 8-12RM to verify muscle parameters in 21 men. However, the authors differed when using ultrasonography as an instrument. Muscle resistance was also verified through the number of repetitions performed with 50% of 1RM up to concentric failure. Schoenfeld *et al.*¹⁸ applied the 1RM test to verify muscle strength approaching this time to the study by Fink *et al.*¹⁵, and that conducted by Villanueva *et al.*¹⁴. Thus, the 1 RM test is widely used in the studies, although in practice it is ineffective because it does not represent the reality of the prescription of ST exercises²³.

An alternative to check the accumulated volume of the training is the count of the number of repetitions. This method was used by De Salles *et al.*¹⁷ who observed the influence of the recovery interval in 27 men. The study by De Salles *et al.*¹⁷ unlike demias, used a different strategy for the recovery interval. It compared the set interval of 2 minutes with the self-suggested by the participants. The results showed no significant differences in the number of repetitions between 2 min, and with the self-suggested interval, and that the self-suggested IR group spent on average less time recovering than the group with IR fixed in 2 min. The authors suggest that for trained individuals, the self-suggested method may be an effective option. In addition, the suggested auto IR can reduce the total duration of the training session, which can be an interesting strategy.

Monteiro *et al.*²⁰ also used the number of repetitions to calculate the muscle fatigue index in 28 participants divided into 4 recovery protocols. However, this was the only study verified in this review that aimed to evaluate the influence of different recovery intervals that included both sexes. Twelve women, and 16 men, both trained, performed four sets with 100% load of 10RM until the concentric failure in order to complete the maximum number of repetitions with different recovery intervals between the straight supine, and squat exercises.

Figueiredo *et al.*¹⁹ were the only researchers found in the present review, who verified the influence of different recovery intervals on hemodynamic variables. 1, and 2 minutes of interval were applied to 3 sets of 8-10 repetitions with 70% of 1RM. Through an automatic oscillometric device, and a monitor of its own, and specific measurements of heart rate, and blood pressure were obtained. The authors found that 1 or 2 minutes of rest between sets, and exercises can reduce blood pressure after training sessions. However, resting 1 minute between sets, and exercises were associated with increased cardiac stress, and, therefore, this may require the prescription of longer rest intervals between sets, and exercises when working with individuals who have been diagnosed with cardiovascular dysfunction.

Conclusion

The studies presented verified the effect of different rest intervals on muscle, and hemodynamic responses. Imaging measurements such as ultrasound, and resonance, blood measurements such as GH, Testosterone, IGF-1, and Lactate, repetition numbers for performance, and fatigue, as well as heart rate, and blood pressure were observed.

However, according to this systematic review, articles in the literature need to analyze the association of these measures, demonstrating how these variables behave together. Moreover, neuromuscular behavior is a variable that includes muscle, and neural parameters, reflecting both muscle activation, and the fatigue process, and electromyography is an appropriate instrumentation for this purpose. In addition, time under tension (TUT) is an important variable for the evaluation of the volume, and intensity of the training, which is not verified in any study of the present systematic review.

Given the above, studies that associate muscle, blood, and hemodynamic measurements, as well as those using electromyography as instrumentation, and TUT as a variable, are suggested.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

1. Medicine ACoS. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
2. Branco BHM, Carvalho IZ, de Oliveira HG, Fanhani AP, dos Santos MCM, de Oliveira LP, et al. Effects of 2 Types of Resistance Training Models on Obese Adolescents' Body Composition, Cardiometabolic Risk, and Physical Fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019.
3. Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. Artmed Editora; 2017.
4. Henwood T. Using evidence in practice: the role of resistance training in avoiding aged care. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2016;24:596-5.
5. Lacerda LT, Martins-Costa HC, Diniz RC, Lima FV, Andrade AG, Tourino FD, et al. Variations in repetition duration and repetition numbers influence muscular activation and blood lactate response in protocols equalized by time under tension. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(1):251-8.
6. Simão R, De Salles BF, Figueiredo T, Dias I, Willardson JM. Exercise order in resistance training. *Sports Medicine*. 2012;42(3):251-65.
7. de Salles BF, Simão R, Miranda F, da Silva Novaes J, Lemos A, Willardson JM. Rest interval between sets in strength training. *Sports Medicine*. 2009;39(9):765-77.
8. Grgic J, Lazinica B, Mikulic P, Krieger JW, Schoenfeld BJ. The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. *European journal of sport science*. 2017;17(8):983-93.
9. Grgic J, Schoenfeld BJ, Skrepnik M, Davies TB, Mikulic P. Effects of rest interval duration in resistance training on measures of muscular strength: a systematic review. *Sports Medicine*. 2018;48(1):137-51.
10. Schoenfeld BJ, Ogborn DJ, Krieger JW. Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2015;45(4):577-85.
11. Nogueira DV, Silva SB, de Abreu LC, Valenti VE, Fujimori M, de Mello Monteiro CB, et al. Effect of the rest interval duration between contractions on muscle fatigue. *Biomedical engineering online*. 2012;11(1):89.
12. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences*. 2017;35(11):1073-82.
13. Liberati A, Altman D, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche P, Ioannidis J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions. *BMJ*. 2009;339.
14. Villanueva MG, Lane CJ, Schroeder ET. Short rest interval lengths between sets optimally enhance body composition and performance with 8 weeks of strength resistance training in older men. *European journal of applied physiology*. 2015;115(2):295-308.
15. Fink JE, Schoenfeld BJ, Kikuchi N, Nakazato K. Acute and long-term responses to different rest intervals in low-load resistance training. *International journal of sports medicine*. 2017;38(02):18-24.
16. Davó JH, Solana RS, Marín JMS, Fernández JF, Ramón MM. Rest interval required for power training with power load in the bench press throw exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(5):1265-74.
17. De Salles BF, Polito MD, Goessler KF, Mannarino P, Matta TT, Simão R. Effects of fixed vs. self-suggested rest between sets in upper and lower body exercises performance. *European journal of sport science*. 2016;16(8):927-31.
18. Schoenfeld BJ, Pope ZK, Benik FM, Hester GM, Sellers J, Nooner JL, et al. Longer inter-set rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. *Journal of strength and conditioning research*. 2016;30(7):1805-12.
19. Figueiredo T, Willardson JM, Miranda H, Bentes CM, Machado Reis V, Freitas de Salles B, et al. Influence of rest interval length between sets on blood pressure and heart rate variability after a strength training session performed by prehypertensive men. *Journal of strength and conditioning research*. 2016;30(7):1813-24.
20. Monteiro ER, Steele J, Novaes JS, Brown AF, Cavanaugh MT, Vingren JL, et al. Men exhibit greater fatigue resistance than women in alternated bench press and leg press exercises. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2019;59(2):238-45.
21. Ribeiro AS, Aguiar AF, Schoenfeld BJ, Nunes JP, Cavalcante EF, Cadore EL, et al. Effects of different resistance training systems on muscular strength and hypertrophy in resistance-trained older women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(2):545-53.
22. Bottaro M, Ernesto C, Celes R, Farinatti P, Brown L, Oliveira R. Effects of age and rest interval on strength recovery. *International journal of sports medicine*. 2010;31(01):22-5.
23. Da Silva JB, Lima VP, De Castro JBP, Paz GA, Novaes JDS, Nunes RDAM, et al. Analysis of myoelectric activity, blood lactate concentration and time under tension in repetitions maximum in the squat exercise. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018;18(4):2478-85.

Does isolated and combined acute supplementation of caffeine and carbohydrate feeding strategies modify 10-km running performance and pacing strategy? A randomized, crossover, double-blind, and placebo-controlled study

Francisco A. Manoel¹, Ana C. P. Kravchyn², Diego Hilgemberg Figueiredo³, Diogo Hilgemberg Figueiredo³, Fabiana A. Machado^{3,4}

¹Department of Physical Education, Cesumar University, Maringá - PR, Brazil. ²Federal University of São Paulo, UNIFESP, Brazil. ³Associate Post-Graduate Program in Physical Education UEM/UEL, Department of Physical Education, State University of Maringá, Maringá - PR, Brazil. ⁴Post-graduate Program of Physiological Sciences, Department of Physiological Sciences, State University of Maringá, Maringá - PR, Brazil.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00042

Recibido: 01/09/2020
Aceptado: 25/02/2021

Summary

Background: Long distance practice running are growing and nutritional ergogenic are commonly used as a potential aid in final training and competition performance. Caffeine (CAF) and carbohydrates (CHO) are among the most commonly used supplements due to their expected ergogenic properties that can optimize energetic systems. The objective of this study was to examine potential changes in 10-km running performance with acute isolated and combined CAF and CHO supplementation.

Material and method: Fifteen recreational endurance-trained runners performed four 10-km running performance on an official athletic track (400 m) under four supplementation conditions: placebo and placebo (PLA+PLA), placebo and caffeine (PLA+CAF), placebo and carbohydrates (PLA+CHO), caffeine and carbohydrates (CAF+CHO). CAF and CHO supplementation consisted of capsules of 6 mg·kg⁻¹ and 8% CHO solution (1 g·kg⁻¹) respectively, ingested 60 and 30 minutes before the performance tests. Placebo was obtained through empty capsules for CAF and juice for CHO without sugar (Clight®). During each trial running speed to calculate 10-km mean velocity (MV) and maximum heart rate (HR_{max}) were analyzed.

Results: There was a difference in the pacing strategy adopted by the runners with higher MV during the initial phase for PLA+CAF and CAF+CHO groups and in the final phase for PLA+CHO. However, there was no statistically significant difference in 10-km running performance between the conditions, as well as for HR_{max}.

Conclusions: The use of acute, isolated and combined CAF+CHO supplementation had influence in the pacing strategy, but no in 10-km final performance, of recreational runners.

Key words:

Ergogenic aid. Endurance. Runners. Physical endurance.

La suplementación aguda, aislada y combinada de cafeína y carbohidratos como estrategias de alimentación cambia el rendimiento y un ritmo de carrera de 10-km? Un estudio aleatorizado, cruzado, doble ciego, controlado con placebo

Resumen

Introducción: Las carreras de larga distancia están creciendo y los ergógenos nutricionales se usan comúnmente como una ayuda potencial en el entrenamiento final y el rendimiento en competición. La cafeína (CAF) y los carbohidratos (CHO) se encuentran entre los suplementos más utilizados debido a sus propiedades ergogénicas que pueden optimizar los sistemas energéticos. El objetivo de este estudio fue examinar posibles cambios en el rendimiento de carrera de 10-km con suplementación aislada aguda y combinada de CAF y CHO.

Material y método: Quince corredores recreativos realizaron cuatro carreras de 10-km en una pista deportiva oficial (400 m) bajo cuatro condiciones de suplementación: placebo y placebo (PLA + PLA), placebo y cafeína (PLA + CAF), placebo y carbohidratos (PLA + CHO), cafeína y carbohidratos (CAF + CHO). La suplementación con CAF y CHO consistió en cápsulas de 6 mg·kg⁻¹ y solución de CHO al 8% (1 g·kg⁻¹) respectivamente, ingeridas 60 y 30 minutos antes de las carreras. El placebo se obtuvo usando cápsulas de CAF vacías y jugo sin azúcar para CHO (Clight®). Durante cada carrera, se analizó la velocidad de carrera para calcular la velocidad promedio de 10-km (VP) y la frecuencia cardíaca máxima (FC_{max}).

Resultados: Hubo una diferencia en la estrategia de carrera adoptada por los corredores con la VP más alta durante la fase inicial para los grupos PLA + CAF y CAF + CHO y en la fase final para PLA + CHO. No hubo diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de carrera de 10-km entre las condiciones, así como en la FC_{max}.

Conclusiones: El uso de suplementos agudos, aislados y combinados de CAF + CHO influyó en la estrategia de carrera, pero no en el rendimiento final de 10-km en corredores recreativos.

Palabras clave:

Ayuda ergogénica. Resistencia. Corredores. Desempeño atlético.

Correspondencia: Fabiana A. Machado

E-mail: famachado_uem@hotmail.com, famachado@uem.br

Introduction

Scientific research's designed to assess physiological and performance parameters responses with the aim of improve professional and recreational running performance are growing due to the increase in long distance running practices^{1,2}. In this context, nutritional ergogenic are commonly used as potential aid in final training and competition performance. Among the possible nutritional supplements that are commonly used, the isolated and combined caffeine (CAF) and carbohydrates (CHO) feeding strategies are the most ergogenic resources used in endurance exercise^{2,4}. Previous studies have indicated that CHO ingestion has a positive effect on endurance performance^{5,6}. This effect have been attributed to the maintenance of plasma glucose concentrations and, high rates of CHO oxidation late in exercise when muscle and, liver glycogen level are low⁵.

Additionally, CAF has been widely used as an ergogenic aid to increase physical performance^{7,8}, and is the most frequently aid used by athletes for it influence in the central nervous system (CNS)⁹, optimize skeletal muscle function and reduce the perception of pain¹⁰. Cox *et al.*⁷ demonstrated an increased endurance performance (~ 3.1% in time trial) in twelve highly trained cyclists after the ingestion of 6 mg·kg⁻¹ of CAF, independent of the time it was ingested (i.e., pre-exercise, each 20 minutes during exercise and, between 100 and 120 minutes during exercise), which the authors hypothesized to be related to an increase in plasma free fat acids (FFA) concentration and to an increase in fat oxidation, both from blood-borne and intramuscular stores during the exercise. However, few studies have investigated the effects of CAF ingestion prior to exercise performance in runners, which still is restrict to shorter running distances^{11,12}.

Previous studies have also investigated the potential effect of the combination of these two supplements, which has demonstrated greater improvements in endurance performance when they are co-ingested than either independently¹³, possibly due to CAF increasing the rate at which CHO can be absorbed¹⁴. The absorption of glucose in the intestine regulates the amount that it is delivered into circulation, becoming saturated at higher glucose ingestion rates, which may further prevent absorption limiting CHO availability to circulation¹⁴. CAF consumption could then significantly increase intestinal glucose absorption increasing CHO availability and increase exogenous CHO oxidation during exercise¹⁴. However, some studies that have evaluated the potential effect of the ingestion of CAF combined with CHO on endurance performance than that of CHO alone have been equivocal⁷.

Nonetheless it is not well established whether their combination can produce different results from isolated use during physical exercise due to contradictory results reported by studies using different doses, types and time management in addition to exercise protocols with different energy requirements^{3,15}. Moreover, few studies have found isolated and combined effect of CAF and CHO in running¹⁶, however the researchers investigated the independent and synergistic ability of CHO and CAF mouth rinsing to improve intermittent running performance. However, it is currently unknown whether the acute isolated and combined supplementation of caffeine and carbohydrate feeding strategies influences endurance performance during running.

Therefore, the aim of this study was to verify potential changes in 10-km running performance with acute isolated and combined CAF and CHO supplementation, and in addition, to verify the effects of both supplementations on the pacing strategy and other associated physiological variables. Our hypothesis is that the combined and isolated use of these two supplements modifies 10-km running performance as well as the pacing strategy, but with larger changes observed when these supplementations are combined.

Material and method

The sample size was calculated with the software G*Power version 3.1.9.2 (Düsseldorf, Germany), considering an effect size of 0.25, power of 80% and alpha of 0.05 for the primary outcome performance. The *priori* power analysis revealed a minimal sample of 15 participants. Fifteen male, recreational, endurance-trained runners (age 25.2 ± 2.8 years old, height 180.0 ± 6.0 cm, body mass 79.9 ± 7.7 kg, body mass index (BMI) 24.6 ± 1.9 kg·m⁻², body fat 14.2 ± 2.9 % and basal metabolic rate (BMR) 2185.7 ± 232.0 kcal·day⁻¹) from regional and local standard level with a minimum of 2 years of training experience and a training volume of at least 20 km·wk⁻¹ (training experience 4.1 ± 3.5 years, frequency 2.7 ± 1.4 days·wk⁻¹ and distance between 60 and 70 km·wk⁻¹) volunteered to take part in this study. The 10-km running times of the participants were between 35 and 60 min, with a pace between 10 and 17 km h⁻¹ (≈ 44 and 75% of the World record). Prior to testing, all participants provided a proper written informed consent and The University Ethics Committee approved the experimental protocol (#41915/2012).

Experimental overview

In a randomized, crossover, double-blinded and placebo-controlled design, each participant performed four 10-km running performance under four supplementation conditions in alternate order: placebo and placebo (PLA+PLA), placebo and caffeine (PLA+CAF), placebo and carbohydrate (PLA+CHO), caffeine and carbohydrate (CAF+CHO). The interval between each performance was at least 72 to 96 h; participants were instructed to avoid eating 3 h before the tests, to abstain from CAF and alcohol, and to refrain from strenuous exercise also for 24 h before. All tests were performed on a 400 m official outdoor track at the same time of the day to minimize the influence of circadian variance. Participants received a dietary control that was made during all protocol for CAF and blood glucose levels control.

10-km performance

Participants undertook four 10-km running performance on the track field (400 m) outdoor without the presence of opponents or another competitor on the track being all preceded by a self-determined warm-up of 10 min. To determine 10-km running performance, participants were asked to complete the distance as quickly as possible on the track field. Participants freely choose their pacing strategy during the performance being then blinded for pacing through the test and the time was hand-timed every 400 m to the nearest second. The overall mean velocity (MV) for each trial was calculated by dividing the total

distance covered by the trial duration. Additionally, partial MV were calculated in three phases: (1) start (first 400 m), (2) middle (400-9.600 m) and (3) end (last 400 m), as previously reported^{1,17}. Mineral water was provided *ad libitum* in cups throughout performances, so that runners could hydrate themselves as they were used to do in long-distance races. Heart rate was recorded each trial (Polar® RS800sd, Kempele, Finland) to calculate submaximal heart rate (HR_{submax}) and maximal heart rate (HR_{max}) was defined as the highest HR value recorded during the test.

Supplementation protocol

The CAF capsules doses were administrated for each participant in the amount of 6 mg·kg⁻¹, 60 minutes before the test¹⁸. The 8% CHO solution was offered in maltodextrin powder form with 1 g·kg⁻¹, 30 minutes before the test. The PLA effect was obtained through empty capsules with the same characteristics of form, weight and color as CAF. The PLA for maltodextrin was juice by Clight® without sugar (0 g carbohydrates) and with the same flavor⁶.

Statistical analyses

The data were analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences 13.0 software (SPSS® Inc., Chicago, IL, USA). The Shapiro-Wilk test was used to verify the data distribution normality and the data are presented as mean ± standard deviation (SD). The variables were compared using a two-way analysis of variance (Anova) with repeated measures, with condition (PLA+PLA, PLA+CAF, PLA+CHO and

CAF+CHO) and distance (0 – 0.4 km, 0.4 – 9.6 km and 9.6 – 10-km) for MV and HR, as factors followed by the Bonferroni *post hoc* test. The sphericity assumption was verified through the Mauchly's test and, where violations occurred, degrees of freedom were corrected using Greenhouse-Geisser estimates of sphericity. Statistical significance was set at $P < 0.05$. Comparisons were confirmed through graphical error to avoid type I error. In addition, a Bayesian Anova was used to determine changes in MV and HR as dependent variables, condition and distance as fixed factors, using the software JASP® (University of Amsterdam, Department of Psychology & Psychological Methods unit), considering BF10 as Bayes Factor and Bayes Factor inclusion (BF_{incl}) to analyze the effects for it model.

Results

The variables time 10-km, MV 10-km and HRmax obtained during 10-km running performance in PLA +PLA, PLA+CAF, PLA+CHO and CAF+CHO supplement conditions are presented in Table 1. These variables did not differ between supplement conditions.

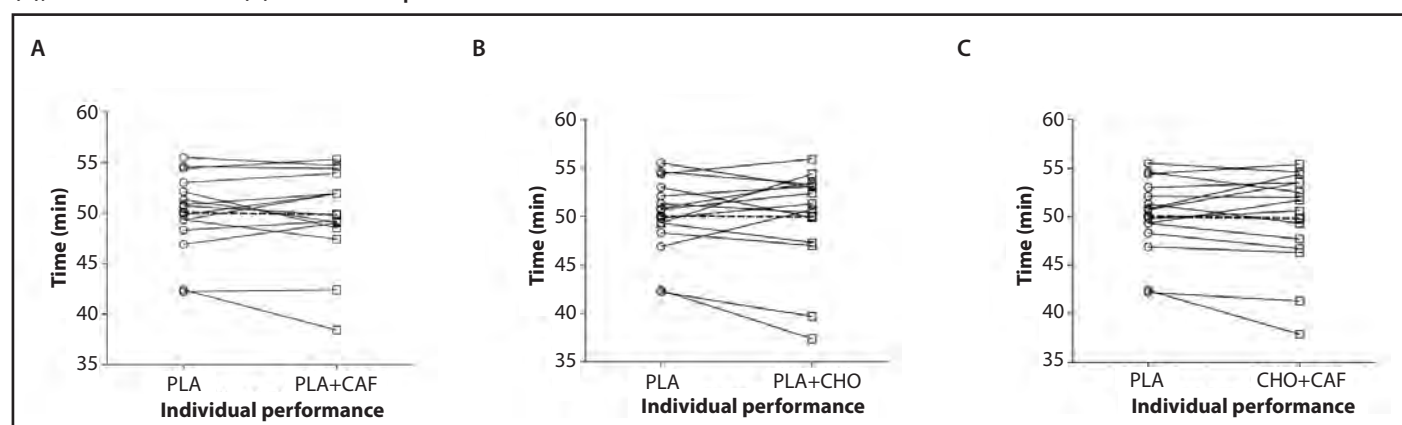
The individual results of the 10-km running performance in each of the conditions are presented in Figure 1. Although there was no statistical difference in 10-km performance between conditions ($P = 0.981$), individual analysis shown that of the 15 participants who completed the experimental protocol, 7 presented a shorter time in PLA+CAF condition (Figure 1 A); 8 in the PLA+CHO condition (Figure 1 B) and 9 in the CHO+CAF condition than in the PLA condition (Figure 1 C).

Table 1. Comparison of 10 km final time, MV and HR_{max} obtained in 10-km running performance between PLA, PLA+CAF, PLA+CHO and CAF+ CHO (n = 15).

Variables	PLA	PLA+CAF	PLA+CHO	CAF+CHO	F	P
Time 10 km (min)	50.0 ± 3.9	50.0 ± 4.7	50.0 ± 5.2	49.9 ± 5.0	0.05	0.981
MV 10 km (km·h ⁻¹)	12.1 ± 1.0	12.1 ± 1.3	12.2 ± 1.5	12.2 ± 1.4	0.21	0.882
HR_{max} (bpm)	186 ± 8.1	186 ± 8.8	185 ± 8.0	189 ± 9.4	1.27	0.297

Note: PLA placebo and placebo, PLA+CAF placebo and caffeine, PLA+CHO placebo and carbohydrate, CAF+CHO caffeine and carbohydrate, MV mean velocity, HR_{max} maximum heart rate. $P < 0.05$

Figure 1. Mean and individual results of the 10-km running performance in each of the conditions. PLA vs PLA+CAF (A), PLA vs PLA + CHO (B), PLA vs CHO + CAF (C). Dash line represents the mean values.



* $P < 0.05$ in relation placebo condition.

Figure 2. Running pacing strategy adopted by the participants of the present study for the PLA, PLA+CAF, PLA+CHO and CAF+CHO condition, during 10 km running performance.

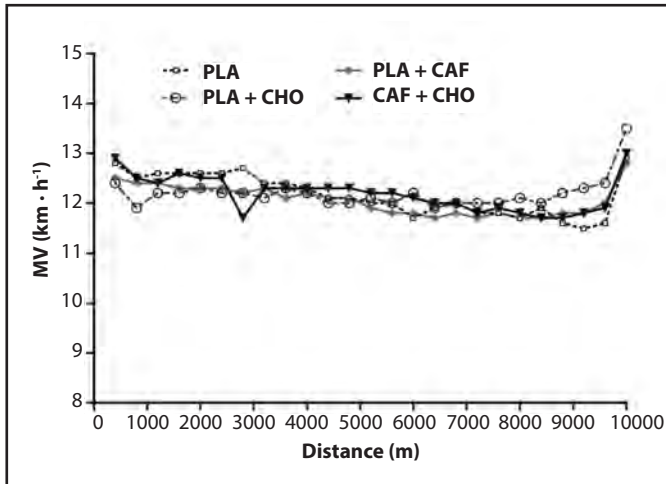


Figure 2 shows the variation of MV according to distance, which demonstrate that the participants used the “constant” running pace as a test strategy in PLA condition. In the conditions PLA+CAF and CAF+CHO a “negative” strategy was observed, and in PLA+CHO condition a “J” strategy was observed.

Figure 3A shows the MV in each phase (start, middle and end phase) of the 10-km running performance. There was no significant difference between conditions for MV during each phase of the 10-km running performance. In addition, there was a significant main effect for MV during each phase within group for the 10-km running performance. *Post-hoc* analysis showed that there was a significant difference between the start phase than that in the middle phase for the PLA-CAF group ($12.8 \pm 1.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ vs. $12.1 \pm 1.2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; $P = 0.017$). For the CAF+CHO group, the MV in the middle phase were lower than the initial phase ($12.8 \pm 1.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ vs. $12.1 \pm 1.2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; $P = 0.017$), with no significant difference between the end phase ($13.0 \pm 1.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) when compared

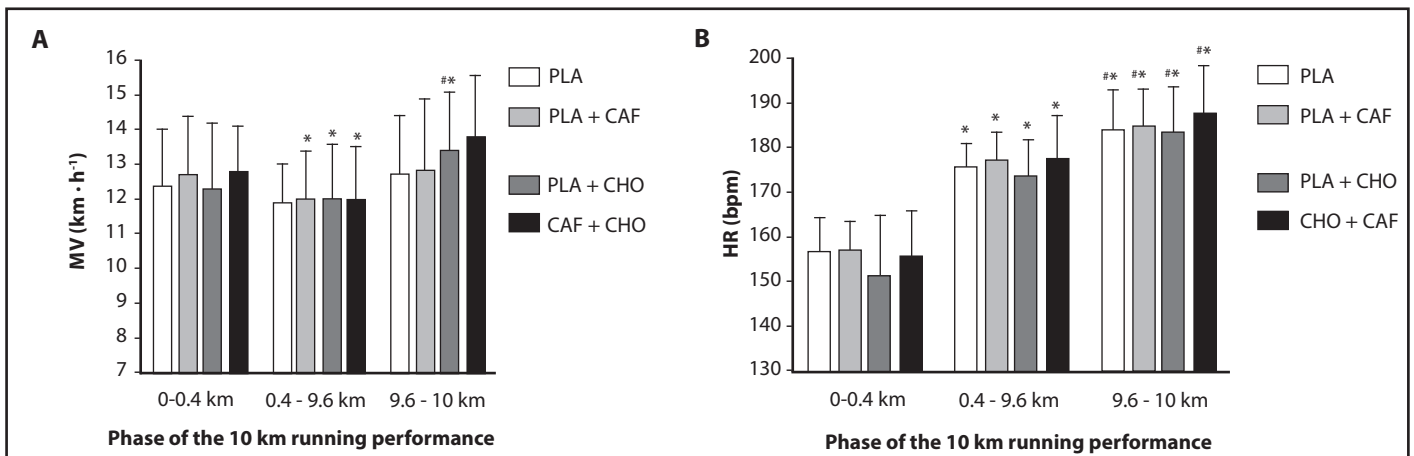
to the middle ($12.1 \pm 1.2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) and start phase ($12.8 \pm 1.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). For the PLA-CHO group, the MV in the start phase were lower than that in the end phase ($12.4 \pm 1.7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ vs. $13.5 \pm 1.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; $P = 0.03$), and the middle phase were lower than the end phase ($12.1 \pm 1.4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ vs. $13.5 \pm 1.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; $P = 0.001$). In addition, for the CAF-CHO group there was a significant difference for MV during the start phase compared to the middle phase ($12.9 \pm 1.2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ vs. $12.1 \pm 1.4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; $P = 0.019$). Nonetheless, there was no difference for MV during each phase of the 10-km running performance for PLA group. In addition, the Bayesian analysis demonstrated that when compared to the Null model, phase is a better model ($\text{BF}_{10} = 12.769$; $\text{BF}_{\text{incl}} = 8.531$), but when the condition and the interaction between condition and phases are analyzed the Null model was considered better ($\text{BF}_{10} = 0.010$; $\text{BF}_{\text{incl}} = 0.025$ for condition; $\text{BF}_{10} = 0.463$; $\text{BF}_{\text{incl}} = 0.006$ for interaction).

Figure 3B shows the $\text{HR}_{\text{submax}}$ during each phase of the 10-km running performance. There were no statistical differences between groups for each phase of the 10-km running performance. Within group analyses demonstrated that there were statistical differences between HR during each phase ($P < 0.001$). *Post hoc* analyses demonstrated that there was an increase in HR during each phase of the 10-km running performance for all groups ($P < 0.001$). The Bayesian analysis demonstrated that when compared to the Null model, phase ($\text{BF}_{10} < 0.001$; $\text{BF}_{\text{incl}} < 0.001$), condition ($\text{BF}_{10} < 0.001$; $\text{BF}_{\text{incl}} = 0.208$), and the interaction ($\text{BF}_{10} < 0.001$; $\text{BF}_{\text{incl}} = 0.034$) were not considered better models.

Discussion

The aim of this study was to verify potential changes in 10-km running performance with acute isolated and combined CAF and CHO supplementation, and in addition, to verify the effects of both supplementations on the pacing strategy and other associated physiological variables. The main finding was that acute isolated and combined CAF and CHO supplementation did not modify the final 10-km running performance, with differences only in pacing strategy, partially confirming our initial hypothesis.

Figure 3. Mean velocity (A), Heart rate (B) during the different phases adopted by the participants of the present study for the PLA, PLA+CAF, PLA+CHO and CAF+CHO condition.



* $P < 0.001$ in relation to initial phase (0-0.4 km); # * $P < 0.001$ in relation to middle phase (0.4-9.6 km).

The CAF is an ergogenic aid, widely used mainly in endurance events, which has demonstrated positive effects in the performance of most of the studies^{19,20}, however in the present study no difference was observed in performance of 10-km after ingestion of CAF. Similar results were found by Bell, McLellan, & Sabiston²¹ who evaluated CAF intake in 10-km on a treadmill showing that 4 mg·kg⁻¹ dosage did not affect performance (CAF: 46.0 ± 2.8 minutes; PLA: 46.8 ± 3.2 minutes). Although there was no statistical difference between PLA + CAF compared to PLA, 7 participants had a small improvement in performance (Figure 1A). This difference between the participants can be explained by individual factors, such as genetic factors that could explain this individual variability. Previous studies have suggested that inter-individual variations in polymorphisms of CYP1A2 and ADORA2A lead to different responses on running performance^{12,19}. The first gene is responsible for metabolizing the caffeine in paraxanthine, theobromine, and theophylline; the second gene regulates the adenosine receptors^{12,19}.

In addition, this small effect of supplementation on endurance performance is in agreement with the literature. In a recent systematic review and meta-analysis that verified the effect of acute caffeine ingestion on endurance performance, Southward *et al.*²⁰ concluded that caffeine can be used as an effective ergogenic on environment like sport settings, where small increases in performance could lead to greater results.

Nonetheless, the role of CHO feeding as an ergogenic strategy to increase endurance capacity were consistently demonstrated in previous studies^{22,23}. It has been demonstrated that during prolonged exercise the induced fatigue is often associated with muscle glycogen depletion and reduced blood glucose concentrations²⁴ and, therefore, an increased pre-exercise muscle and liver glycogen concentrations are believed to be essential for optimal endurance performance. Previous studies have shown that the improvements in performance during prolonged (*e.g.* > 2 h) and short (*e.g.* < 60 minutes) exercise durations cannot be explained by the same mechanisms^{22,25}.

However, during short exercise durations these ergogenic effect of CHO as a substrate point of view is unlikely to be influenced by the exogenous CHO, since muscle glycogen stores is generally not limiting to performance²², when exercise durations are less than ≈ 60 minutes²⁵. The finding of the present investigation further supports the notion that for exercises ranging for up to ≈ 60 minutes, the demands are adequately met by the endogenous CHO stores and rather than providing addition benefits, exogenous CHO intake may have any further effect on endurance performance, as no statistical difference was observed for the group after supplementation and a slight improvement in 8 of the 15 participants after supplementation (Figure 1B), which could perhaps be more pronounced if the activity had a longer duration.

Studies that have verified the effect of CAF and CHO combined supplementation yield controversial results^{2,26,27}. It is believed that one of the advantages of this combination would be the fact that during prolonged exercise, CAF could contribute to the final part of the performance due to its potential ergogenic effect of the stimulation of the central nervous system (CNS), reducing perceived exertion²⁸, as demonstrated in previous studies that found improvement in performance after evaluating the combination of CAF and CHO^{26,27}.

Despite the positive effects of the combination of CHO and CAF on performance, in the present study no improvement in 10-km performance was observed after the combined intake of CHO and CAF, a similar result of literature studies^{2,26}. The results of the present study reinforce the growing number of studies which found that combining multiple ingredient supplementation may not confer exactly greater benefit than isolated supplementation^{26,29}.

The ingestion of the supplement on this present study in the form of capsules may also have inhibited its potential ergogenic effect, as studies show benefits in performance only with the mouthwash of CHO and CAF due to initial activation of the mouth receptors that later activate the nervous system and the central nervous system (CNS)^{30,31}. Perhaps the most efficient way of supplementing these substances for performance improvement would be in liquid form or in gums³¹.

The pacing strategy can be influenced by several factors, among them are the inventories of intramuscular energy substrates and metabolic alterations³². In the present study, a difference between the conditions for the pacing strategy was observed (Figure 2). For the PLA condition the participants of the present study adopted a more conservative strategy during the performance of 10-km. Such a strategy is called "constant" and is characterized by the maintenance or by a small change of velocity during the test³³⁻³⁵. This strategy seems to be more common for athletes with this profile (recreational). Previous studies that compared the race strategy adopted during a 10-km race between runners of different levels^{1,36}, identified that lower-level athletes usually chosen the same "constant" strategy as observed in the present investigation for the PLA condition. The choice of this more conservative strategy can be explained by the fact that if the initial velocities are very high they can induce a large imbalance at the beginning of the exercise, which would harm the athlete for the rest of the race, which may induce a premature fatigue, making it impossible to maintain speed impairing the performance³⁴.

For the conditions of caffeine supplementation (PLA+CAF, CAF+CHO), a "negative" strategy was observed during the 10-km running performance. This strategy is characterized by a fast start and with a later reduction in speed until the end of the performance³³⁻³⁵. Caffeine appears to stimulate a faster onset of performance, which may be related to its potential ergogenic effects, mainly the effect of the stimulant on the central nervous system (CNS), thus increasing alertness and reducing perceived exertion³¹. Bertuzzi *et al.*¹⁷, concluded after evaluating the contribution of some physiological and muscular variables for the pacing strategy adopted during 10-km running performance running, that the rating of perceived exertion is the variables that best explain the performance in the start phase (0.4 km) of the 10-km running performance, and its reduction may have been responsible for making runners perceive a slower speed or effort than they actually are performing.

Different from caffeine, the carbohydrate appears to have an effect on the final outcome of the performance, since the pacing strategy adopted by participants in the PLA + CHO condition was a "J" strategy, characterized by a faster onset, then a reduction in the intermediate phase and with a greater increase of velocity at the end phase, being this one higher than the start phase³³⁻³⁵. This high increase in speed at the end of the performance for this condition could be related to the greater availability of CHO, which is the main energy substrate for high

intensity exercise^{5,37}. However future studies are needed to identify the associations of pacing strategy adopted and the availability of CHO during prolonged exercise durations like the 10-km running performance.

Although different running strategies were observed for each supplementation condition, at the end of the performance it was possible to observe an increase in velocity, a phenomenon known as "end spurt" or "final sprint"³⁷. In the present study, it was found that all the conditions were more pronounced in the PLA + CHO condition.

Regarding the HR no difference was observed between the conditions (Figure 3B), there was only difference between the three phases of the performance for the same condition. This increase in HR over the course of performance, even with no statistical difference in velocity in some conditions, can be attributed to the increased metabolic demand imposed by the intensity of the activity³⁸, as well as by extrinsic factors such as environmental temperature and hydration status of the participants³⁹. In the end phase, an increase in HR was observed in both conditions, reaching the maximum values. This increase is related to sprint performed by runners to obtain a better result at the end of the race^{33,35,40}.

Conclusion

In conclusion, the use of acute, isolated and combined CAF+CHO supplementation had no influence in the final 10-km running performance, HRmax, for the group. However, performance improvement was observed in most participants when analyzing the results individually. In addition, supplementation was responsible for causing changes in the pacing strategy for recreational runners. These findings provide important insight into the specific conditions in which the CAF and CHO condition supplementation could be used as an ergogenic substance for some individuals. Thus, isolated and combined CAF+CHO supplementation strategies can be used as an important tactical advantage (i.e. pacing strategy) in 10-km running performance depending on the strategy previously chosen by the athletes.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

- Lima-Silva AE, Bertuzzi RC, Pires FO, Barros RV, Gagliardi JF, Hammond J, et al. Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108:1045-53.
- Oberlin-Brown KT, Siegel R, Kilding AE, Laursen PB. Oral presence of carbohydrate and caffeine in chewing gum: independent and combined effects on endurance cycling performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016;11:164-71.
- Conger AS, Warren LG, Hardy AM, Mindy LMS. Does caffeine added to carbohydrate provide additional ergogenic benefit for endurance? *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2011;21:71-84.
- Schubert MM, Astorino TA. A systematic review of the efficacy of ergogenic aids for improving running performance. *J Strength Cond Res*. 2013;27:1699-707.
- Mata F, Valenzuela PL, Gimenez J, Tur C, Ferreria D, Domínguez, et al. Carbohydrate availability and physical performance: physiological overview and practical recommendations. *Nutrients*. 2019;11:1084.
- Rollo I, Williams C. Influence of ingesting a carbohydrate electrolyte solution before and during a 1-hr running performance test. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2009;19:645-58.
- Cox GR, Desbrow B, Montgomery PG, Anderson ME, Bruce CR, Macrides TA, et al. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *J Appl Physiol*. 2002;93:990-99.
- Wickham KA, Spriet LL. Administration of caffeine in alternate forms. *Sports Med*. 2018;48:79-91.
- Tarnopolsky MA, Safdar A. The potential benefits of creatine and conjugated linoleic acid as adjuncts to resistance training in older adults. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008;33:213-27.
- Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *J Int Soc Sports Nutr*. 2010;7:2-15.
- Clarke ND, Richardson DL, Thie J, Taylor R. Coffee ingestion enhances one-mile running race performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018;13:789-94.
- Marques AC, Jesus AA, Giglio BM, Marini AC, Lobo PCB, Mota JF, et al. Acute caffeinated coffee consumption does not improve time trial performance in an 800-m run: a randomized, double-blind, crossover, placebo-controlled study. *Nutrients*. 2018;10:657.
- Cureton KJ, Warren GL, Millard-Stafford ML, Wingo JE, Trilk J, Buyckx M. Caffeinated sports drink: ergogenic effects and possible mechanisms. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2007;17:35-55.
- Yeo SE, Jentjens RL, Wallis GA, Jeukendrup AE. Caffeine increases exogenous carbohydrate oxidation during exercise. *J Appl Physiol*. 2005;99:844-50.
- Acker-Hewitt TL, Shafer BM, Saunders MJ, Goh Q, Luden ND. Independent and combined effects of carbohydrate and caffeine ingestion on aerobic cycling performance in the fed state. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012;37:276-83.
- Dolan P, Witherbee KE, Peterson KM, Kerkick CM. Effect of carbohydrate, caffeine, and carbohydrate + caffeine mouth rinsing on intermittent running performance in collegiate male lacrosse athletes. *J Strength Cond Res*. 2017;31:2473-79.
- Bertuzzi R, Lima-Silva AE, Pires FO, Damasceno MV, Bueno S, Pasqua LA, et al. Pacing strategy determinants during a 10-km running time trial: contributions of perceived effort, physiological, and muscular parameters. *J Strength Cond Res*. 2014;28:1688-96.
- Lee C, Cheng C, Astorino TA, Lee CJ, Huang H, Chang W. Effects of carbohydrate combined with caffeine on repeated sprint cycling and agility performance in female athletes. *J Int Soc Sports Nutr*. 2014;11:2-12.
- Pickering C, Grgic J. Caffeine and exercise: what next? *Sports Med*. 2019;49(7):1007-30.
- Southward K, Rutherford-Markwick KJ, Ali A. The effect of acute caffeine ingestion on endurance performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2018;48:1913-28.
- Bell DG, McLellan TM, Sabiston CM. Effect of ingesting caffeine and ephedrine on 10-km run performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:344-9.
- Jeukendrup AE. Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010;13:452-57.
- McCarthy DG, Spriet LL. Performance effects of carbohydrate ingestion between bouts of intense aerobic interval training. *Int J Sports Physiol Perform*. Epub ahead of print 12 June 2019. Doi: 10.1123/ijspp.2019-0239.
- Jeukendrup AE. Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition*. 2004;20:669-77.
- Stellingwerff T, Cox GR. Systematic review: carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39:998-111.
- Germaine M, Collins K, Shortall M. The effect of caffeine ingestion and carbohydrate mouth rinse on high-intensity running performance. *Sports*. 2019;7:63.
- Miller B, O'Connor H, Orr R, Ruell P, Cheng HL, Chow CM. Combined caffeine and carbohydrate ingestion: effects on nocturnal sleep and exercise performance in athletes. *Eur J Appl Physiol*. 2014;114:2529-37.
- Stear SJ, Castell LM, Burke LM, Spriet LL. BRSM reviews: A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 6. *Br J Sports Med*. 2010;44:297-98.
- Naderi A, Earnest CP, Lowery RP, Wilson JM, Willems MET. Co-ingestion of nutritional ergogenic aids and high-intensity exercise performance. *Sport Med*. 2016;46:1407-18.
- Chambers ES, Bridge MW, Jones DA. Carbohydrate sensing in the human mouth: Effects on exercise performance and brain activity. *J Physiol*. 2009;587:1779-94.
- Devenney S, Mangan S, Shortall M, Collins K. Effects of carbohydrate mouth rinse and caffeine on high intensity interval running in a fed state. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2017;43:517-21.
- Jones AM, Wilkerson DP, DiMenna F, Fulford J, Poole DC. Muscle metabolic responses to exercise above and below the "critical power" assessed using 31P-MRS. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2008;294:585-93.
- Abbiss CR, Laursen PB. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Med*. 2008;38:239-52.

**Does isolated and combined acute supplementation of caffeine and carbohydrate feeding strategies modify 10-km running performance and pacing strategy?
A randomized, crossover, double-blind, and placebo-controlled study**

34. Do Carmo EC, Gil S, Bueno S, Pasque LA, Lima-silva AE, Bertuzzi RC. Risco de fadiga prematura, percepção subjetiva de esforço e estratégia de prova durante uma corrida de 10 km. *Rev Bras Educ Fis Esporte*. 2015;29:197-05.
35. Tucker R, Lambert MI, Noakes TD. An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. *Int J Sports Physiol Perform*. 2006;1:233-45.
36. Manoel FA, Kravchychn ACP, Alves JCC, Machado FA. Influência do nível de performance na estratégia de ritmo de corrida em prova de 10 km de corredores recreacionais. *Rev Bras Educ Fis Esporte*. 2015;29:355-60.
37. Noakes TD. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scand J Med Sci Sports*. 2000;10:123-45.
38. Petit MA, Nelson CM, Rhodes EC. Comparison of a mathematical model to predict 10-km performance from the Conconi Test and ventilatory threshold measurements. *Can J Appl Physiol*. 1997;22:562-72.
39. Bertuzzi RSM, Nakamura FY, Rossi LC, Kiss MAPD, Franchini E. Independência temporal das respostas do esforço percebido e da frequência cardíaca em relação à velocidade de corrida na simulação de uma prova de 10 km. *Rev Bras Med Esporte*. 2006;21:179-83.
40. Joseph T, Johnson B, Battista RA, Wright G, Dodge C, Porcari JP, et al. Perception of fatigue during simulated competition. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:381-6.

Postactivation potentiation improves jumps performance in children ages 6 to 8 years old

Camila Gerber¹, Paolo Sirieiro¹, Igor Nasser¹, Christopher Taber², Humberto Miranda¹

¹School of Physical Education and Sports, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil. ²Department of Physical Therapy and Human Movement Science, Sacred Heart University, Fairfield, Connecticut, USA.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00043

Recibido: 22/05/2020

Aceptado: 08/03/2021

Summary

Introduction: The aim of the present study was to investigate the effects of postactivation potentiation (PAP) in vertical and horizontal jump performance in pre-pubertal children.

Material and method: One hundred and nineteen children (65 girls and 54 boys; 6.8 ± 0.7 years old; 124.5 ± 6.4 cm; 25.2 ± 5.1 kg) participated in this study. This was a transversal cross-sectional study which incorporated a within-subjects repeated-measures design, where participants completed all protocols. The experimental procedure required four total testing, separated by one week, using a counterbalanced. This study investigated jumping performance associated with weighted jumps, low-load vertical jumps, and horizontal jumps. During two sessions the participants performed vertical jumps with and without PAP, the other two sessions the same procedures were performed for horizontal jumps. The PAP protocol consisted of one set of five weighted countermovement jumps with low-load (10% of body mass) and a rest interval of four minutes prior to the jump tests. Paired t-tests were used between conditions (PAP and control) in the vertical jump and horizontal jump test. In addition, Cohen's d effect size and 95% confidence interval was used.

Results: Significant jump height was observed in the vertical jump in the PAP condition compared to the control condition ($p = 0.007$). Similar results were observed for the horizontal jump tests, with significant longer distance observed in the PAP condition ($p = 0.036$).

Conclusions: Pre-pubertal children can benefit from the effects of PAP in vertical and horizontal jumping performance when preceded by low-load ballistic movements. A protocol implementing low-loads, determined by a relative percentage of body mass is effective to promote PAP for young children.

Key words:

Post-activation Potentiation. Youth. Jumps. Neuromuscular.

La potenciación postactivación mejora el rendimiento de saltos en niños de 6 a 8 años

Resumen

Introducción: El objetivo del presente artículo fue investigar los efectos de la potenciación postactivación (PAP) en el rendimiento del salto vertical y horizontal en niños prepuberal.

Material y método: Ciento diecinueve niños (65 niñas y 54 niños; $6,8 \pm 0,7$ años; $124,5 \pm 6,4$ cm; $25,2 \pm 5,1$ kg) participaron en este artículo. Este fue un estudio transversal que incorporó un diseño de medidas repetidas dentro de los sujetos, donde los participantes completaron todos los protocolos. El procedimiento experimental requirió cuatro pruebas totales, separadas por una semana, utilizando orden aleatorio. Este estudio analizó el rendimiento de salto asociado con saltos ponderados, saltos verticales de baja carga y saltos horizontales. Durante dos sesiones, los participantes realizaron saltos verticales con y sin PAP, en las otras dos sesiones se realizaron los mismos procedimientos para saltos horizontales. El protocolo PAP consistió en un conjunto de cinco saltos de contra movimiento ponderados con baja carga (10% de la masa corporal) y un intervalo de descanso de cuatro minutos antes de las pruebas de salto. Se utilizaron pruebas t pareadas entre condiciones (PAP y control) en la prueba de salto vertical y salto horizontal. Además, se utilizó el tamaño del efecto de Cohen y el intervalo de confianza del 95%.

Resultados: Se observó una altura de salto significativa en el salto vertical en la condición PAP en comparación con la condición de control ($p = 0,007$). Se observaron resultados similares para las pruebas de salto horizontal, con una distancia significativamente mayor observada en la condición PAP ($p = 0,036$).

Conclusiones: Los niños prepuberales pueden beneficiarse de los efectos de la PAP en el rendimiento de salto vertical y horizontal cuando están precedidos por movimientos balísticos de baja carga. Un protocolo que implementa cargas bajas, determinado por un porcentaje relativo de la masa corporal, es efectivo para promover la PAP en niños pequeños.

Palabras clave:

Potenciación Postactivación. Juventud. Saltos. Neuromuscular.

Correspondencia: Igor Nasser
E-mail: igor_nasser@hotmail.com

Introduction

Postactivation potentiation (PAP) is an acute phenomenon of enhanced force output and power development following a maximal or near maximal muscle contraction¹. One factor that contributes to the effects of PAP is attributed to neural activation in which the prior muscle contraction stimulus increases the capacity to recruitment higher threshold motor units during subsequent activity^{2,3}. Another factor is attributed to skeletal muscle alterations, regulated by the release of Ca²⁺ molecules during contraction and phosphorylation of myosin regulatory light chains, which alter the myosin structure and increase the rate of cross bridge cycling⁴. Additionally, alterations in muscle architecture may occur, with a decrease in pennation angle and enhancements in force transmission to the tendon, which may increase the effects of PAP, although these mechanisms have yet to be fully elucidated^{2,5}.

PAP has been studied extensively with various protocols, exercises implemented and different populations but less is known about these effects in children¹. Previous studies with youth subjects reported that both pre-pubertal and post-pubertal subjects can benefit from the effects PAP on performance^{6,7}. Paasuke *et al.*⁷ showed that although post-pubertal boys (16-years-old) showed higher maximal voluntary contraction (MVC) than pre-pubertal boys (11-years-old), both improved plantar flexor muscle twitch peak force during a PAP complex. However, PAP protocols generally use heavy loads, $\geq 80\%$ of 1 repetition maximum (RM), but when prescribing resistance exercise for children, it is not recommended to use heavy loading with this population^{1,8}.

Strategies to promote PAP in very young children are scarce and published meta-analyses have no specific suggestions to improve PAP effects for this population^{1,8}. Investigating PAP in young children can contribute to understanding the physiological mechanisms and which populations can successfully implement this type of training. Additionally, resistance training to improve strength and power is an increasingly popular training modality with children since several guidelines have been published over the years citing its efficacy⁹⁻¹¹ and additional methods to optimize prescription is necessary for strength

and conditioning. The addition of a stimulus of conditioning activity (CA) and subsequent power activity can contribute to neural development and basic motor skills for children. Therefore, based on this previous information, the purpose of this study was to investigate the effects of a PAP protocol on vertical and horizontal jumps in pre-pubertal children.

Material and method

Experimental approach to the problem

This was a transversal cross-sectional study which incorporated a within-subjects repeated-measures design, where participants completed all protocols in random order. The experimental procedure required a total of four visits, each separated by one week. All subjects performed the visits during afternoon, at the same time, between midday to 4:00 pm. During two visits, participants performed a vertical jump test and a horizontal jump test. The other two visits the same tests were used, however, a PAP protocol was performed before them. Before each protocol, a dynamic warm-up was used, consisting of one minute of slow running, 30 seconds high knees, 30 seconds raising heels, 30 seconds with low jumps, and 30 seconds of jumping jacks. Two minutes of passive rest was provided before PAP protocol or jump tests. At the day without PAP, children performed jump tests following the same warm-up procedure and rest interval. Detail of the methods is displayed in Figure 1.

Subjects

One hundred and nineteen children (65 girls and 54 boys) aged between 6 to 8 years old participated in this study. Sample characteristics can be found in Table 1. A priori sample size was estimated by the software G*Power (version 3.1.9.2. Dusseldorf, DEU) previously recommended by Beck¹². Considering an effect size of 0.5, an α error of 0.01 and the power (1 - β) of 0.99, the total sample calculation was 100 subjects. A larger sample was recruited to account for subject dropout which could

Figure 1. Study design and experimental protocols.

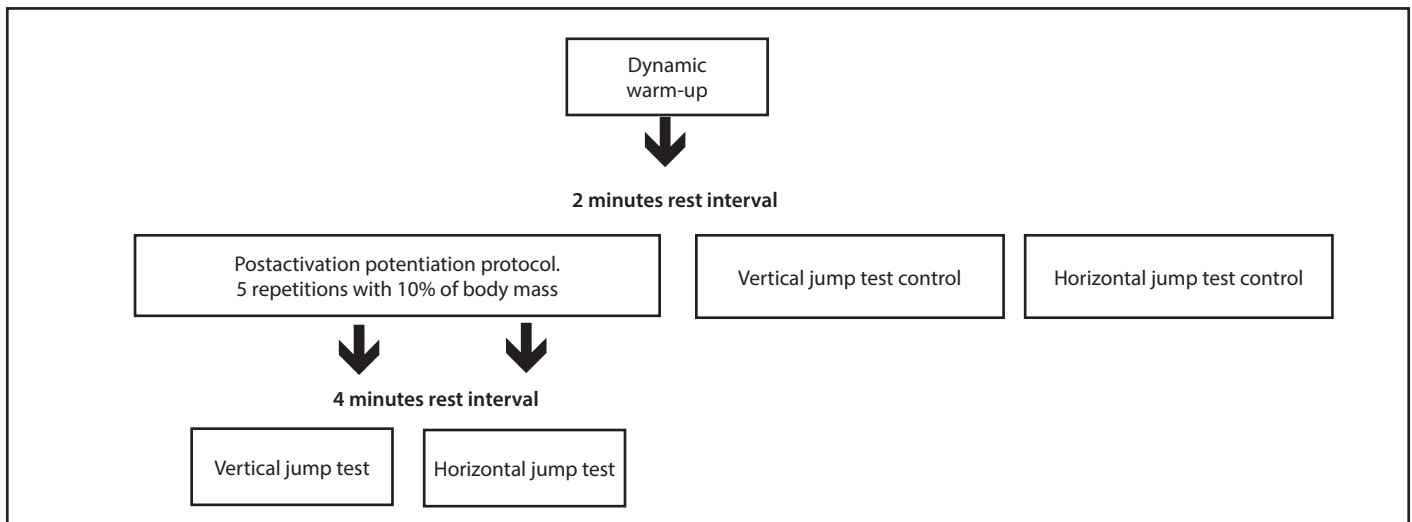


Table 1. Sample characterization (mean and standard deviation).

	Group (n = 119)	Girls (n = 65)	Boys (n = 54)
Age (years)	6.8 ± 0.7	6.8 ± 0.7	6.9 ± 0.7
Height (cm)	124.5 ± 6.4	124.4 ± 6.3	125.3 ± 6.5
Weight (kg)	25.2 ± 5.1	24.4 ± 4.6	26.2 ± 5.7
BMI	16.17 ± 2.34	15.76 ± 2.48	16.66 ± 3.46

BMI: body mass index.

confound the results. Participants were healthy and not engaged in any kind of high-performance sports or strength and conditioning training. All subjects were considered in the infancy phase, without complete maturation¹⁰. On the first visit to the laboratory, participants had height and body mass measured using a measuring tape attached on the wall and a digital scale (Worker, São Paulo, Brazil) and were familiarized with the jump tests. Body mass were measured in kilograms and height were determined with 0.5 cm intervals. In the familiarization session, subjects were instructed of the procedures of the jump tests, position of the arms and the exercise that was used. During experimental sessions, the researchers observed carefully all procedures. Subjects were excluded for any injuries on knee, ankle and foot that would compromise the jumping exercise execution and/or jump tests. This study followed the ethical procedures for experimental research with humans, according to the resolution 466/2012 of National Health Council and was approved by the ethics committee in research at University under the number: 68385017.8.0000.5257. An informed parental consent which all procedures adopted in this study were read and signed by parents prior to the participation of the children in this study.

Postactivation potentiation protocol

On the day of vertical jump test, vertical countermovement jumps were used. On the day of horizontal jump test, horizontal countermovement jumps were performed. Two minutes after the dynamic warm-up, participants performed a PAP protocol, previously reported by Burkett *et al.*¹³ that compared four warm-up protocols consisting of: weighted jumps with 10% of body mass; submaximal jump warm-up with 75% of the participants' maximum vertical jump; stretching protocol with 14 position; and a no warm-up control protocol. Significantly higher vertical jump performance was observed in the protocol of five repetitions with 10% of body mass. Based on it, the PAP protocol consisted of one set of five jumps with the load corresponding to 10% of body mass. However, in the study of Burkett *et al.*¹³, young adults jumped over a box with the height of 63.5 centimeters. In this study, participants performed free jumps on the floor, with instructions to jump as high as possible, since these children were not able to jump over the previously mentioned box height. During the PAP jumps, subjects held weight plates in their hands and the values were rounded when necessary. Four minutes of passive was provided between the PAP protocol and jump tests. Generally, greater rest interval is used between CA and jump test, however, this recommendation is made for high-load protocols¹.

Jump tests

In the vertical jump test, initial measurement of standing reach height was obtained. Then, the participants were positioned near the tape measure and instructed to jump as high as possible and touch the tape measure with the fingertips which were marked with chalk. During all testing, strong verbal encouragement was provided for each subject. Subjects were allowed to use arm swing and self-selected depth in the countermovement jump. Three maximal attempts were provided and the best of these jumps was used for analysis. Jump height was determined as the distance between the outstretched standing reach and the mark made at the apex of the vertical jump.

For the horizontal jump test, the participants were positioned on the 0-cm marked point, with feet shoulder width apart. During test, the subjects were instructed to jump as far as possible. Verbal encouragement was provided during each jump and subjects were allowed to arm swing and self-selected countermovement depth. Three maximal attempts were given and the best of these jumps was used for analysis. Jump distance was determined as the distance from the starting line to the back of the heel upon landing marked with a tape measure¹⁴. During landing, subjects should not move the foot due to unbalance. When this happened, an additional attempt was made.

Statistical analyses

The statistical analyses were initially performed using the Shapiro-Wilk normality test and homoscedasticity test (Bartlett's criterion). Descriptive and parametric statistics were used for all analyses, with the results presented as means and standard deviations. Paired t-tests were used between conditions (PAP and control) in the vertical jump and horizontal jump test. Statistical analyses were performed using the software SPSS (version 20, Chicago, IL, USA), using $p \leq 0.05$ as a standard of statistical significance. In addition, Cohen's d effect size (ES) and 95% confidence interval (CI) was used, consisted of the difference between two means divided by pooled standard deviation, and rated according to the magnitude of < 0.20 trivial; 0.20-0.49 small; 0.50-0.79 moderate; and > 0.80 large¹⁵.

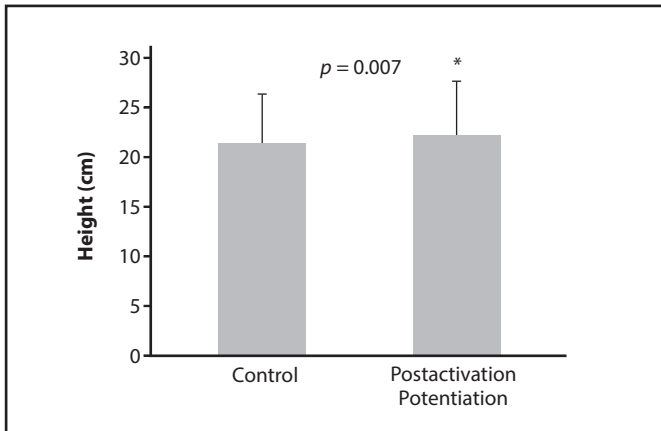
Results

Significant differences were observed between conditions for both tests ($p < 0.05$). The PAP improved the vertical jump test when compared to control (Figure 2; 22.29 ± 5.13 vs. 21.57 ± 4.68 cm, respectively; $p = 0.007$). Cohen's d revealed a trivial magnitude of the difference of 0.15 (95% CI = 0.13-0.16). Similar results were observed for the horizontal jump test, with significantly longer distances in the PAP protocol when compared to control (Figure 3; 107.05 ± 17.35 vs. 104.97 ± 18.76 cm, respectively; $p = 0.036$). Cohen's d revealed a trivial magnitude of the difference of 0.11 (95% CI = 0.10-0.13).

Discussion

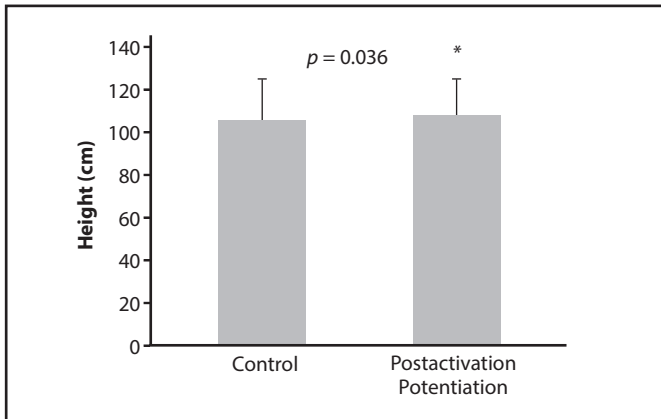
The present study revealed that children ages 6 to 8 years old can improve performance of vertical and horizontal jumps following a PAP

Figure 2. Vertical jump test comparing the postactivation potentiation (PAP) protocol and control condition.



*Significant higher jump height for PAP.

Figure 3. Horizontal jump test comparing the postactivation potentiation (PAP) protocol and control condition.



*Significant greater jump distance for PAP.

protocol. However, this improvement is clinically relevant, based on a trivial magnitude of this difference. Pre-pubertal children generally have lower twitch force production when compared to post-pubertal and young adults⁷. An incomplete maturation process, with lower muscle activation and reduced intra- and intermuscular coordination may compromise the force production and motor skills in young children⁹. Seitz *et al.*¹⁶ found a large correlation between PAP responses during an isokinetic protocol related to maximal knee extensor torque ($r = 0.62$), quadriceps cross sectional area ($r = 0.68$) and muscle volume ($r = 0.63$). This finding suggests that training status, with greater strength and muscle volume, will influence the PAP response. The participants of the present study were very young, without previous experience in resistance training to improve power and strength and still achieved a positive PAP effect with low-load jumping movements.

The findings of this study are different from Arabatzi *et al.*⁶ that did not observe PAP benefit for both pre-pubertal boys when during squat jump (SJ) test. This is probably attributed to CA applied in the children previous SJ, which consisted of an isometric stimulus. The present study

used a protocol based on an earlier study¹³ that showed higher vertical jump performance following the protocol of five repetitions with 10% of body mass in the collegiate football players, suggesting a specific low-load warm-up before jump training may be beneficial. These findings suggest that the CA should simulate the movement specificity that will be performed in the main activity. Another important consideration is that not only higher loads should be used in a PAP protocols, but further studies should consider low-load protocols combined with explosive movements, especially for those who are untrained and pre-pubertal.

Considering the rest interval between the PAP protocol and the jump testing, this study corroborates with the previous meta-analyses of Dobbs *et al.*¹⁷ which concluded that three to seven minutes are appropriate to recover from acute fatigue generated during the preceding movement and the main activity. This study used a four minutes passive rest interval, although the recommendation for longer rest intervals generally are made for higher loads PAP protocols¹⁸. The rest interval is an important consideration since an optimal time between conditioning activity and main activity should be used to overcome the acute fatigue while still maintaining the potentiation effect, thus, improving performance¹⁸. Previous studies indicate that a short-rest interval can be detrimental to performance due to excessive fatigue, and longer-rest periods may dissipate the potentiation effect^{19,20}. However, these recommendations are generally made when high-load PAP protocols are used in adults, differing from this study. Hatzikotoulas *et al.*²¹ showed that pre-pubertal boys are more fatigue resistant than men after a protocol performed to exhaustion. This suggest that the rest interval between CA and main activity for children may be shorter than adults, especially when low-loads are used during the CA.

The major limitation in this study was the inclusion of untrained subjects without previous experience in resistance training. However, due to the age of the children, it is difficult to recruit trained young athletes. Additionally, this study provides evidence of the effects of PAP in young children, independent of training status. It is important to highlight that the development of the maturation process is more important than sports performance for very young children recruited in this study. However, this study brings novel for literature of PAP that can be used and even prior a RT session as warm-up or in physical education classes for motor development. Future studies should consider investigating potential mechanisms of PAP in very young children, which may differ from adolescents and adults.

In conclusion, this study demonstrated that PAP can improve vertical and horizontal jumps performance in very young children, between the ages of 6 to 8 years old. As practical application of the results of this study, strength and conditioning coaches should consider incorporating this specific low-load training strategy as warm-up to acutely improve power in youth athletes. A protocol implementing low-loads, determined by a relative percentage of body mass is effective to promote PAP for young children, thus being an efficient and safe strategy.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

1. Seitz LB, Haff GG. Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper body ballistic performances: a systematic review with meta-analysis. *Sports Med.* 2015;46:231-40.
2. Tillin NA, Bishop D. Factors modulating post-activation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Med.* 2009;39:147-166.
3. Xenofontos A, Dimitrios P, Christos K. On the mechanisms of postactivation potentiation: the contribution of neural factors. *Journal of Physical Education and Sports.* 2014;14:134-7.
4. MacIntosh BR. Role of calcium sensitivity modulation in skeletal muscle performance. *News Physiol Sci.* 2003;18:222-25.
5. Reardon D, Hoffman JR, Mangine GT, Wells AJ, Gonzalez AM, Jajtner AR, et al. Do changes in muscle architecture affect post-activation potentiation? *J Sports Sci Med.* 2014;13:483-92.
6. Arabatzi F, Patikas D, Zafeiridis A, Giavroudis K, Kannas T, Gourgoulis V, et al. The post-activation potentiation effect on squat jump performance: age and sex effect. *Pediatr Exerc Sci.* 2014;26:187-94.
7. Paasuke M, Ereline J, Gapeyeva H. Twitch contraction properties of plantar flexors muscles in pre- and post-pubertal boys and men. *Eur J Appl Physiol.* 2000;82:459-64.
8. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SMC, et al. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J of Strength and Cond Res.* 2013;27:854-9.
9. Lloyd RS, Faigenbaum AD, Stone MH, Oliver JL, Jeffreys I, Moody JA, et al. Position statement on youth resistance training: the 2014 international consensus. *Br J Sports Med.* 2014;48:498-05.
10. Myers AM, Beam NW, Fakhoury JD. Resistance training for children and adolescents. *Transl Pediatr.* 2017;6:137-43.
11. Beck TW. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *J of Strength and Cond Res.* 2013;27:2323-37.
12. Burkett LN, Wayne PT, Ziuraitis J. The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *J of Strength and Cond Res.* 2005;19:673-9.
13. Seitz LB, Mina MA, Haff GG. Postactivation potentiation of horizontal jump performance across multiple sets of a contrast protocol. *J of Strength and Cond Res.* 2016a;30:2733-40.
14. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:3-13.
15. Faigenbaum AD, Lloyd RS, Myer GD. Youth resistance training: past practices, news perspectives, and future directions. *Pediatr Exerc Sci.* 2013;25:592-04.
16. Seitz LB, Trajano GS, Haff GG, Dumke GG, Tufano JJ, Blazeovich AJ. Relationships between maximal strength, muscle size, and myosin heavy chain isoform composition and postactivation potentiation. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016b;41:491-7.
17. Dobbs WC, Toluoso DV, Fedewan MV, Esco MR. Effects of postactivation potentiation on explosive vertical jump: a systematic review and meta-analysis. *J of Strength and Cond Res.* 2018;33:2009-18.
18. Gouvêa AL, Fernandes IL, César EP, Silva WAB, Gomes PSC. The effects of rest intervals on jumping performance: a meta-analysis on post-activation potentiation studies. *J Sports Sci.* 2012;31:459-67.
19. Crewther BT, Kilduff LP, Cook CJ, Middleton MK, Bunce PJ, Yang G. The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *J of Strength and Cond Res.* 2011;25:3319-25.
20. Turner AP, Bellhouse S, Kilduff LP, Russel M. Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *J of Strength and Cond Res.* 2015;29:343-50.
21. Hatzikotoulas K, Patikas D, Ratel S, Bassa E, Kotzamanidis C. Central and peripheral fatigability in boys and men during maximal contraction. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46:1326-33.

Espíritu **UCAM** Espíritu Universitario

Miguel Ángel López

Campeón del Mundo en 20 km. marcha (Pekín, 2015)
Estudiante y deportista de la UCAM



- **Actividad Física Terapéutica** ⁽²⁾
- **Alto Rendimiento Deportivo:**
 - **Fuerza y Acondicionamiento Físico** ⁽²⁾
- **Performance Sport:**
 - **Strength and Conditioning** ⁽¹⁾
- **Audiología** ⁽²⁾
- **Balneoterapia e Hidroterapia** ⁽¹⁾
- **Desarrollos Avanzados**
 - **de Oncología Personalizada Multidisciplinar** ⁽¹⁾
- **Enfermería de Salud Laboral** ⁽²⁾
- **Enfermería de Urgencias,**
 - **Emergencias y Cuidados Especiales** ⁽¹⁾
- **Fisioterapia en el Deporte** ⁽¹⁾
- **Geriatría y Gerontología:**
 - **Atención a la dependencia** ⁽²⁾
- **Gestión y Planificación de Servicios Sanitarios** ⁽²⁾
- **Gestión Integral del Riesgo Cardiovascular** ⁽²⁾
- **Ingeniería Biomédica** ⁽¹⁾
- **Investigación en Ciencias Sociosanitarias** ⁽²⁾
- **Investigación en Educación Física y Salud** ⁽²⁾
- **Neuro-Rehabilitación** ⁽¹⁾
- **Nutrición Clínica** ⁽¹⁾
- **Nutrición y Seguridad Alimentaria** ⁽²⁾
- **Nutrición en la Actividad Física y Deporte** ⁽¹⁾
- **Osteopatía y Terapia Manual** ⁽²⁾
- **Patología Molecular Humana** ⁽²⁾
- **Psicología General Sanitaria** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Presencial ⁽²⁾ Semipresencial

Efectos terapéuticos de la hipoterapia para personas mayores: revisión de la literatura

Luisa Gámez-Calvo¹, José M. Gamonales¹, Kiko León¹, Jesús Muñoz-Jiménez^{1,2}

¹Universidad de Extremadura. Cáceres. España. ²Universidad Autónoma de Chile. Chile.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00044

Recibido: 16/11/2020

Aceptado: 28/01/2021

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo realizar una revisión bibliográfica y estructurada basada en los resultados encontrados en torno a los términos *Hipoterapia* y *Personas mayores*. Para la búsqueda de referencias, se utilizó como descriptores las siguientes palabras clave en inglés, *Hippotherapy* y *Elderly*, siendo estas palabras clave siempre introducidas en las bases de datos del mismo idioma. Se utilizaron las bases de datos informatizadas *SCOPUS*, *WOS*, *SPORTDiscus*, *PubMed* y *Cochrane*. Para limitar la búsqueda de documentos, se introdujeron cuatro criterios de inclusión: i) Mencionar al menos alguna de las características de la Hipoterapia para personas mayores (mínimo 20 palabras que mencionen la temática), ii) Seleccionar solamente documentos científicos (Artículos de revistas), pudiendo tener estos manuscritos un diseño experimental o ser estudio de revisión, iii) Ser accesible y estar disponible a texto completo o con acceso al resumen, y iiiii) Estar escrito en el idioma español, inglés o portugués. Los resultados muestran que los documentos sobre Hipoterapia en personas mayores abordan tópicos de investigación diferentes, y muestran que las terapias ecuestres tienen efectos terapéuticos beneficiosos en la población de edad avanzada. Las intervenciones con Hipoterapia mejoran el equilibrio estático y el equilibrio dinámico, el equilibrio postural, la movilidad funcional, la flexibilidad, la fuerza muscular, el modo de andar y la cadencia de pasos. Disminuyen la espasticidad, provocando una disminución del riesgo de caída y una mejora de la calidad de vida de las personas de edad avanzada. Además, provocan beneficios a nivel psicológico, reduciendo los niveles de estrés y depresión, lo que produce una mejora en la calidad del sueño e influye positivamente en el estado de ánimo.

Palabras clave:

Hipoterapia. Personas mayores.
Beneficios.

Therapeutic effects of hippotherapy in elderly people: scoping review

Summary

The present work aims to carry out a structured and bibliographic review based on the results found regarding the terms Hippotherapy and Elderly people. For the reference search, the following keywords in English, Hippotherapy and Elderly, were used as descriptors, these keywords being always entered in databases of the same language. The computerized databases *SCOPUS*, *WOS*, *SPORTDiscus* were used. *PubMed* and *Cochrane*. To limit the search for documents, four inclusion criteria were introduced: i) Mention at least some of the characteristics of Hippotherapy for the elderly (minimum 20 words that mention the subject), ii) Select only scientific documents (journal articles) These articles may have an experimental design or be review articles, iii) Be accessible and be available in full text or with access to the abstract, and iiiii) Be written in Spanish, English or Portuguese. The results show that the papers on Hippotherapy in the elderly address different research topics and show that equestrian therapies have beneficial therapeutic effects in the elderly population. Hippotherapy interventions improve static balance and dynamic balance, postural balance, functional mobility, flexibility, muscular strength, gait and cadence of steps. They reduce spasticity, causing a decrease in the risk of falls and an improvement in the quality of life of the elderly. In addition, they cause benefits on a psychological level, reducing levels of stress and depression, which produces an improvement in the quality of sleep and positively influences mood.

Key words:

Hippotherapy. Elderly people.
Benefits.

Correspondencia: Luisa Gámez-Calvo
E-mail: lgamezna@alumnos.unex.es

Introducción

Las terapias asistidas con animales, en concreto con caballos, son practicadas de forma regularizada en casi todo el mundo¹, como una alternativa terapéutica dentro de la rehabilitación y la reeducación. Se compone de una metodología de trabajo especializada², que ha mostrado mejoras en la calidad de vida y el estado de salud general de las personas³, aportando beneficios psicológicos, sociales y educativos que favorecen el desempeño de las actividades cotidianas^{4,5}. Para llevar a cabo esta técnica, se requiere realizar un entrenamiento previo del caballo, además de que este sea un animal manso, que permita el acercamiento y el contacto con personas que pueden presentar conductas alteradas, movimientos involuntarios o que usan algún dispositivo (bastón o silla de ruedas), condiciones, que pueden asustar a un caballo no entrenado⁶. Por tanto, es una intervención directa, y con objetivos prediseñados, con la finalidad de desarrollar beneficios físicos, sociales, emocionales y cognitivos, de manera individual o en grupo de personas con diferentes capacidades, aprovechando las características de los animales.

Además, existen evidencias de la eficacia y beneficios que aporta la Hipoterapia en diferentes colectivos de personas con discapacidad, como la parálisis cerebral^{7,8}, retraso psicomotor⁹, en personas con esclerosis múltiple¹⁰, síndrome de Down¹¹, o en personas mayores^{4,12,13}, entre otros. La Hipoterapia es un tratamiento multidisciplinario e integral de base neurológica, que utiliza como elemento principal al caballo y sus cualidades (movimiento, ritmo o calor), las cuales estimulan múltiples áreas psicomotrices y sensoriales^{9,14}. Por ello, se ha convertido en una intervención eficaz, y cada vez con más evidencia científica sobre sus beneficios, actuando de manera global en la esfera social, física e intelectual de los participantes¹⁵.

Por otro lado, el envejecimiento es un proceso natural e ineludible¹⁶. El crecimiento de la población junto al aumento de la esperanza de vida está provocando que las personas ancianas aumenten de manera considerable en los países en desarrollo¹⁷, provocando un incremento de enfermedades crónicas asociadas al envejecimiento¹⁸. Por ello, el proceso de envejecimiento conlleva cambios biológicos, cognitivos y sociales, con la presencia progresiva de daños moleculares y celulares¹⁹, así como la pérdida de fuerza y potencia muscular²⁰. Esto puede provocar la alteración de funciones físicas que interfieren en las habilidades funcionales de la vida diaria y suele ir acompañadas de una preocupación por el cambio cognitivo producido²¹, así como del estado de ánimo²².

Ante la escasez de documentos de revisión sobre esta temática, y analizando las distintas bases de datos, se muestra útil realizar una nueva revisión de la literatura que complete el estado del arte en torno a la investigación en Hipoterapia, en relación con las personas mayores, que aporten conclusiones sobre los beneficios de las terapias ecuestres para personas de edad avanzada.

Material y método

Diseño

Esta investigación se encuentra dentro de los estudios teóricos. Para ello, se efectuó una búsqueda y recopilación de documentos científicos

mediante un modelo de "Acumulación de datos y selección de estudios"²³, con el objetivo de examinar los artículos publicados con relación a los beneficios de la Hipoterapia en personas mayores.

Muestra

La muestra estuvo formada por artículos de revistas científicas. Del total de 1292, en la primera fase de búsqueda, realizada en octubre de 2020, entre las tres bases de datos, con el primer término seleccionado *Hippotherapy*, tras incluir el segundo *Elderly*, se rechazaron 1.243, y se seleccionaron 15 documentos, que se ajustaban a los criterios de inclusión establecidos previamente por los investigadores.

Criterios para la selección de los estudios

Para la búsqueda y selección de documentos, se emplearon las palabras clave: *Hippotherapy* y *Elderly*. Además, los documentos seleccionados para constituir la muestra debían cumplir una serie de criterios de inclusión (Tabla 1). Las bases de datos utilizadas fueron las plataformas informatizadas que recogen las principales publicaciones científicas de cualquier campo de conocimiento: *SCOPUS*, *WOS*, *SPORTDiscus*, *PubMed* y *Cochrane*.

Codificación de las variables

Los documentos seleccionados se clasificaron atendiendo a los siguientes criterios: *Título*, *Autor/es*, *Año*, *Palabras Clave*, *Base de datos*, *Resumen*, *Tipo de estudio*, *Muestra*, *Beneficios* y *Calidad de los documentos seleccionados* (Tabla 2).

Procedimiento de registro para los estudios y análisis de datos

El procedimiento utilizado en este trabajo es similar a los existentes en la literatura científica^{4,24,25}. Una adecuada planificación de la búsqueda literaria favorece su éxito²⁶, y permite extraer conclusiones relevantes²⁴.

Tabla 1. Criterios para la inclusión y exclusión de documentos.

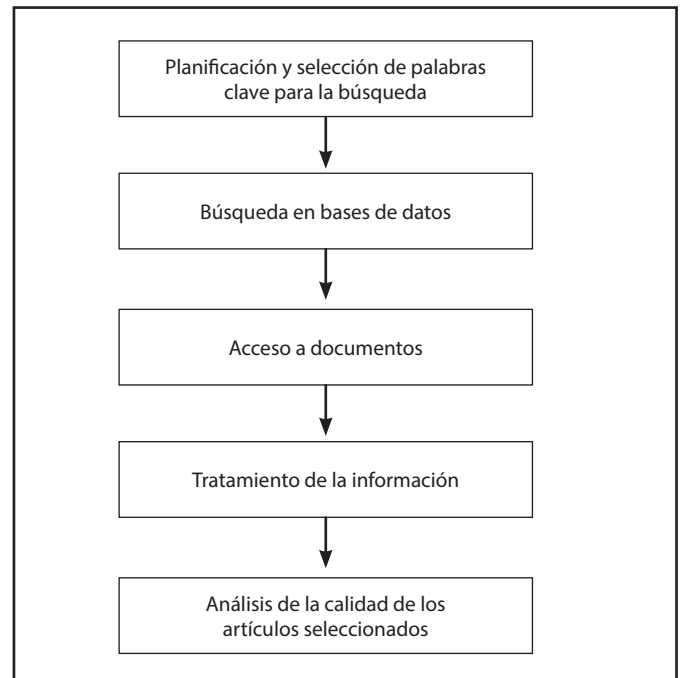
Nº	Criterios de inclusión
1	Mencionar al menos alguna de las características de la Hipoterapia para personas mayores (mínimo 20 palabras).
2	Seleccionar solamente documentos científicos (artículos de revistas).
3	Estar a texto completo o con disponibilidad del resumen.
4	Estar escrito en español, inglés o portugués.
Criterios de exclusión	
5	Eliminar los documentos en los que solamente se mencionen la/s palabra/s clave/s introducida/s en la base de datos.
6	Excluir los manuscritos realizados íntegramente sobre el simulador de marcha del caballo.
7	Descartar los documentos que no se pueden referenciar.
8	Excluir los manuscritos que hacen referencia solamente a las personas mayores.

Tabla 2. Características de las variables del estudio de revisión literaria.

Variable	Descripción
Título	Título en inglés del manuscrito seleccionado.
Autor/es	Nombre científico de cada autor del documento seleccionado.
Año	Año de publicación oficial del artículo seleccionado.
Palabras Clave	Palabras clave empleadas en el manuscrito.
Base de datos	Plataforma de datos en la que se encuentra el artículo seleccionado.
Resumen	Breve redacción de las ideas principales y objetivo/s del documento seleccionado.
Tipo de estudio	Clasificación de los manuscritos seleccionados en función del tipo de estudio según Montero & León (2007): Estudios teóricos, Estudios empíricos con metodología cuantitativa y Estudios empíricos cualitativos.
Muestra	Conjunto de personas o datos elegidos al azar, que se consideren representativos del grupo al que pertenece y que se toman para estudiar.
Beneficios	Redacción de los efectos beneficios de la Hipoterapia en personas mayores.
Calidad de los documentos	Porcentaje relacionado con la calidad de los documentos seleccionados por observadores externos a la investigación.

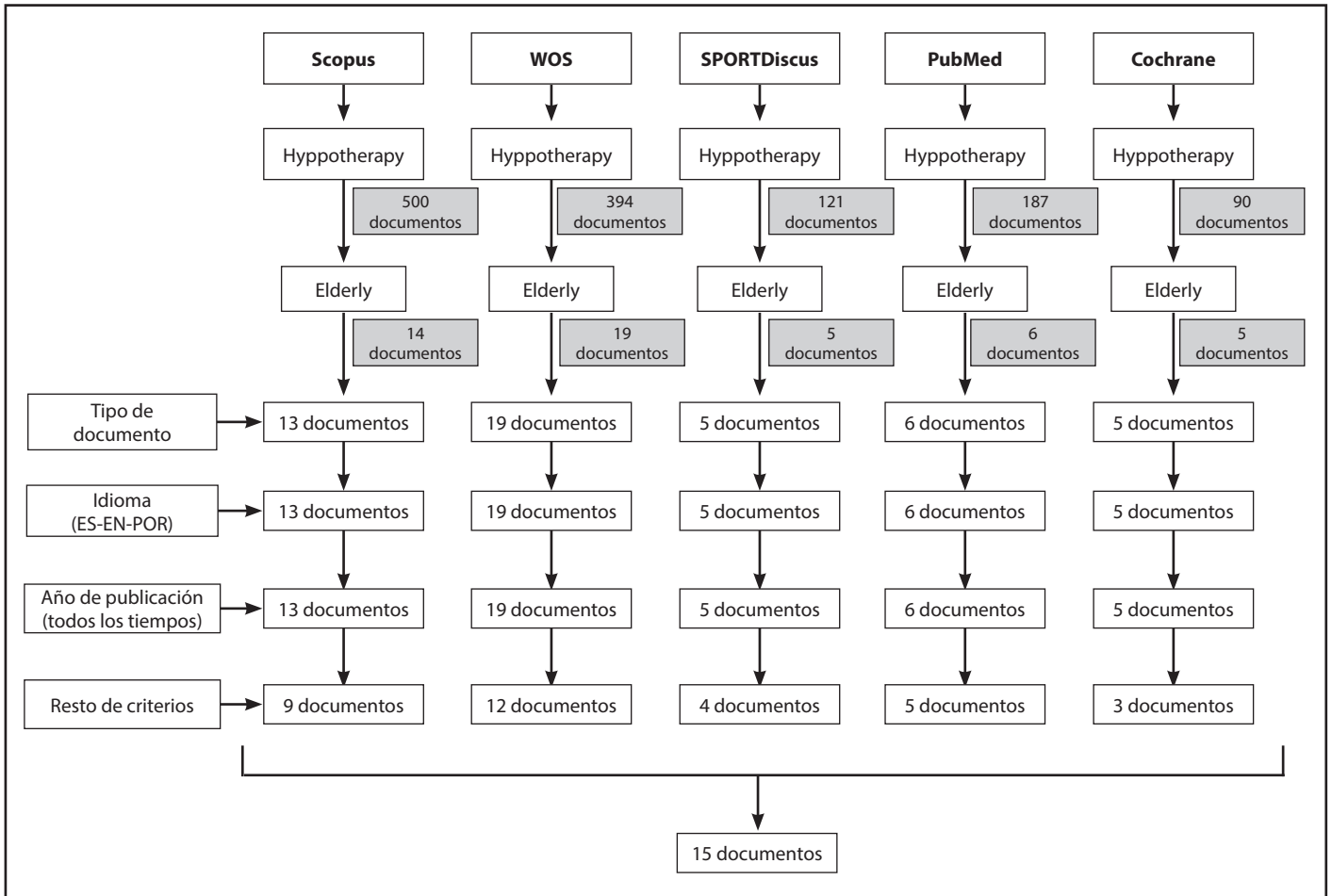
Todos los documentos seleccionados para el estudio cumplían con los criterios de inclusión establecidos. En la Figura 1, se expone el proceso de búsqueda llevado a cabo para el desarrollo de este trabajo.

- *Fase 1. Planificación y selección de palabras clave para la búsqueda.* Para seleccionar las palabras clave, se tuvo en cuenta los objetivos de la revisión literaria relacionada con los beneficios de la Hipoterapia para las personas mayores. Para localizar la mayor cantidad de documentos científicos (artículos de revistas) relacionados, se realizó la búsqueda de palabras clave en inglés, utilizando "Hippotherapy" y "Elderly". Se establecieron los criterios de inclusión mencionados anteriormente (Tabla 1). En todas las bases de datos consultadas se emplearon las mismas palabras clave, y mismo orden.
- *Fase 2. Búsqueda en bases de datos.* Se realizaron cinco búsquedas bibliográficas en las siguientes bases de datos informatizadas SCOPUS, WOS, SPORTDiscus, PubMed y Cochrane. Para ello, se empleó el mismo procedimiento booleano (And) de búsqueda en las diferentes bases de datos, con el propósito de encontrar la mayor cantidad posible de documentos relacionados. La frase de búsqueda final fue: Hippotherapy - And - Elderly. Los documentos elegidos para el estudio cumplían con los criterios de inclusión establecidos. La estructura de búsqueda de documentos en las distintas bases de datos se muestra en la Figura 2. Según se iban añadiendo las palabras clave en el buscador, los resultados disminuían considerablemente. Posteriormente, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión de documentos.

Figura 1. Esquema representativo del proceso de búsqueda bibliográfica.

- *Fase 3. Acceso a documentos.* Algunas de las bases de datos utilizadas para la búsqueda de referencias no permiten acceso a documentos a texto completo. Por tanto, para poder consultar la mayor cantidad de trabajos originales a texto completo, se empleó el portal web de la biblioteca electrónica de la Universidad de Extremadura, así como a distintas plataformas y buscadores web de contacto con los autores²⁵. La muestra quedó reducida a 15 artículos, que fueron revisados en profundidad. El número de documentos elegidos no debe ser muy numeroso, puesto que, el tratamiento de la información podría ser contaminado por el investigador²⁷.
- *Fase 4. Tratamiento de la información.* En cada trabajo, se analizó el Título, Autor/es, Año, Palabras Clave, Base de datos, Resumen, Tipo de estudio, Muestra, Beneficios y Calidad. Por esto, es importante la organización y categorización de toda la información obtenida⁷. Además, se realizó una síntesis de cada documento, mediante la elaboración de una tabla con la toda información que permitiera su revisión de manera óptima y eficaz. Igualmente, se realizó un análisis descriptivo de las variables Año, Palabras clave y Base de datos en los diferentes artículos para conocer su vinculación con la temática del estudio, como hicieron los autores⁵. Respecto a las Palabras clave, los textos que no tenían términos, fueron los propios investigadores quienes determinaron una serie de vocablos atendiendo a la temática del estudio. Por último, de los manuscritos seleccionados, se extrajeron los principales beneficios de la Hipoterapia para personas mayores. En la Figura 3, se muestran las principales Palabras clave utilizadas en los artículos de revistas seleccionados. Además, en la Figura 4 se muestra el número de artículos seleccionados en función del Año de publicación, y en la Figura 5, el número de

Figura 2. Esquema de documentos encontrados en las distintas bases de datos.



artículos seleccionados en función de la *Base de datos*. Estos análisis estadísticos facilitan la relación con el objetivo de este estudio, así como permite identificar mayor cantidad de información relevante relacionada con los documentos seleccionados.

- *Fase 5. Análisis de la calidad de los artículos seleccionados.* Para el análisis de la calidad de cada trabajo se realizó un cuestionario de calidad similar al propuesto por los autores²⁸. Este cuestionario estuvo compuesto por 16 preguntas de respuesta Sí o No (Tabla 3). Además, el proceso de evaluación fue llevado a cabo por 3 observadores externos (con titulación de Licenciado/Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte), y con amplio conocimiento sobre el tema de estudio (Tabla 4). Los trabajos analizados fueron evaluados según el propósito (Q1), los antecedentes (Q2), el diseño (Q3), la muestra (Q4 y Q5), la utilización de consentimiento informado (Q6), las medidas y el resultado (Q7 y Q8), el método y descripción (Q9), la importancia de los resultados (Q10), los métodos de análisis (Q11), la información de la importancia práctica (Q12), los abandonos de los sujetos (Q13), las conclusiones (Q14), las implicaciones prácticas (Q15), y las limitaciones del estudio (Q16). Los 16 criterios de calidad de los documentos fueron puntuados en una escala binaria (Sí=1/ No=0). Cada uno de los artículos fue clasificado como (A) *Excelente*

calidad metodológica, con puntuación >75%, (B) *Buena calidad metodológica*, con puntuación entre 51% y 75%, y (C) *Baja calidad metodológica*, con puntuación <50%. Para los artículos de revisión, las preguntas que no podían ser respondidas por la metodología utilizada, fueron asumidas como 1=Si.

Resultados

Los resultados se muestran en el mismo orden en el que se desarrolló la revisión bibliográfica. En la Tabla 5, aparecen los distintos artículos y sus principales características entorno a los beneficios de la Hipoterapia en personas mayores, siguiendo los criterios definidos en el método. Además, se muestran en orden cronológico con la finalidad de facilitar su lectura.

Discusión

El presente estudio actualiza el estado de conocimiento sobre los beneficios de la Hipoterapia para personas mayores, empleando procedimientos metodológicos similares a los existentes en la literatura

Figura 3. Principales palabras claves relacionadas con los beneficios de la Hipoterapia en personas mayores.

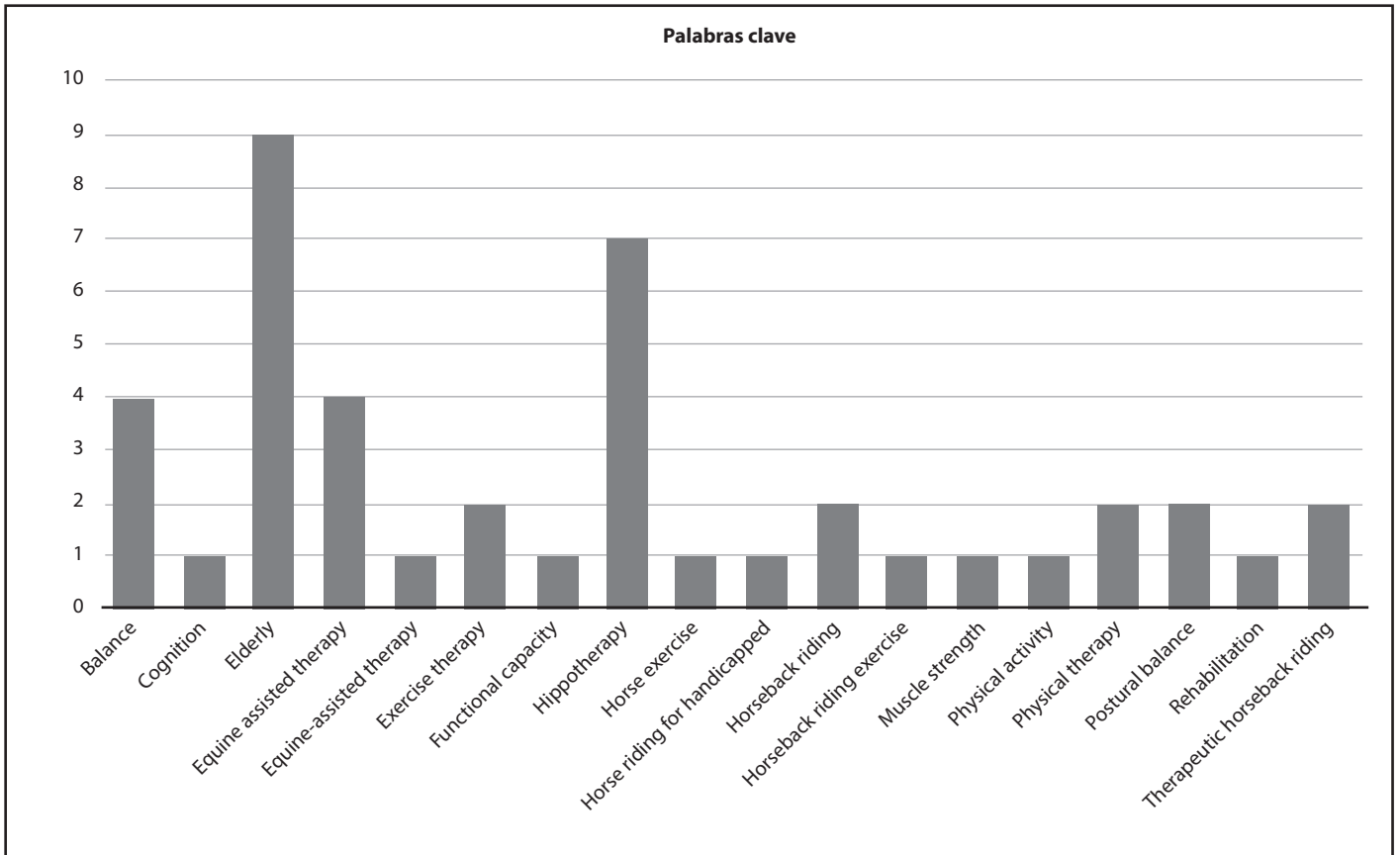


Figura 4. N3mero de documentos seleccionados en funci3n del a3o de publicaci3n.

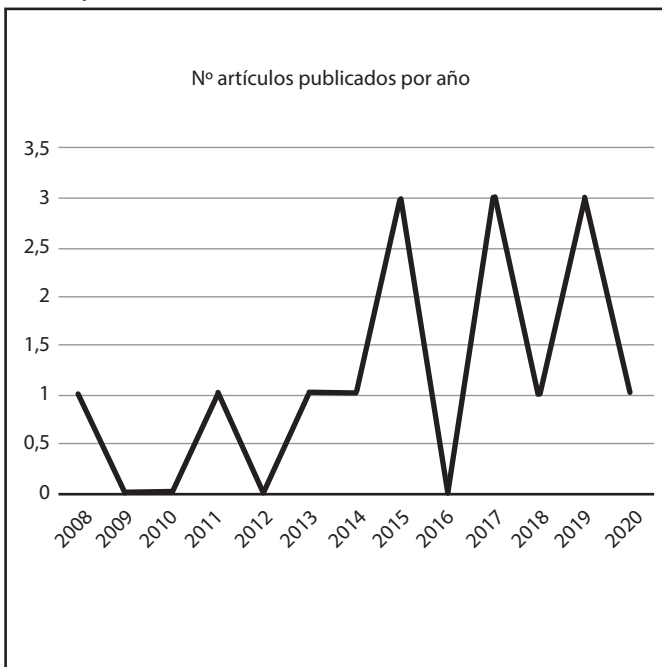


Figura 5. N3mero de documentos seleccionados en funci3n de la base de datos.

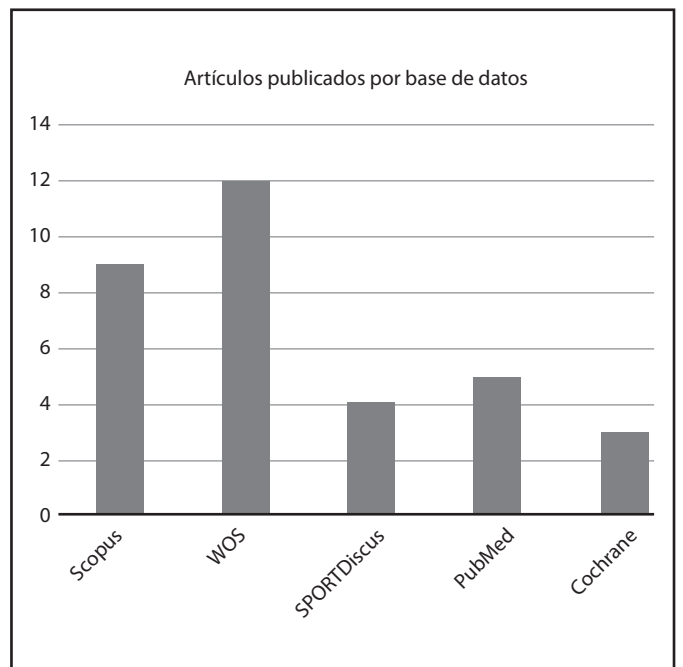


Tabla 3. Criterios de la calidad de los artículos.

Q1	¿El propósito del estudio se indicó claramente?	1=Si	0=No
Q2	¿Se revisó la literatura de fondo relevante?	1=Si	0=No
Q3	¿Fue el diseño apropiado para la pregunta de investigación?	1=Si	0=No
Q4	¿Se describió la muestra en detalle?	1=Si	0=No
Q5	¿Se justificó el tamaño de la muestra?	1=Si	0=No
Q6	¿Se obtuvo el consentimiento informado? (Si no se describe, suponga que no)	1=Si	0=No
Q7	¿Fueron confiables las medidas de resultado? (Si no se describe, suponga que no)	1=Si	0=No
Q8	¿Fueron válidas las medidas de resultado? (Si no se describe, suponga que no)	1=Si	0=No
Q9	¿Se describió el método en detalle?	1=Si	0=No
Q10	¿Se informaron los resultados en términos de significación estadística?	1=Si	0=No
Q11	¿Fueron apropiados los métodos de análisis?	1=Si	0=No
Q12	¿Se informó la importancia de la práctica?	1=Si	0=No
Q13	¿Se informaron abandonos?	1=Si	0=No
Q14	¿Fueron apropiadas las conclusiones dados los métodos de estudio?	1=Si	0=No
Q15	¿Hay alguna implicación para la práctica dados los resultados del estudio?	1=Si	0=No
Q16	¿Las limitaciones del estudio son reconocidas y descritas por los autores?	1=Si	0=No

Tabla 4. Análisis de calidad de los artículos.

Documentos	Observador 1	Observador 2	Observador 3	Media	Calidad
1	62,5	62,5	68,75	64,583	C
2	81,25	87,5	75	81,250	A
3	75	75	87,5	79,167	A
4	87,5	87,5	87,5	87,500	A
5	75	81,25	81,25	79,167	A
6	81,25	75	75	77,083	A
7	100	100	100	100,000	A
8	100	100	100	100,000	A
9	100	100	100	100,000	A
10	81,25	81,25	81,25	81,250	A
11	87,5	87,5	87,5	87,500	A
12	93,75	87,5	87,5	89,583	A
13	87,5	87,5	87,5	87,500	A
14	87,5	93,75	93,75	91,667	A
15	87,5	87,5	87,5	87,500	A

A: Excelente calidad metodológica; B: Buena calidad metodológica; C: Baja calidad metodológica.

científica²³⁻²⁵, identificando y clasificando la información más relevante. Además, sirve de base para futuras revisiones al tiempo que permite extraer conclusiones relevantes. Por otro lado, ha permitido analizar los principales componentes de la Hipoterapia, y conocer sus beneficios, identificando como se deben plantear las sesiones para lograr un efecto positivo en las personas mayores. Para ello, se emplearon diferentes técnicas de acceso a la información, desarrollando una revisión bibliográfica de los documentos seleccionados. Tras el proceso de revisión se encontró una gran variedad de Tipos de estudios, desde *teóricos* hasta *cuantitativos*. Todos ellos, coinciden en que los principales problemas causados por el envejecimiento son la pérdida de equilibrio, fuerza y

masa muscular, así como el riesgo de caídas. Por otro lado, se debe tener en cuenta las características individuales de cada participante, puesto que cada persona es diferente y tendrá una respuesta distinta, atendiendo también al planteamiento de "envejecimiento activo y saludable"²⁹, que considera que cada sujeto tendrá un ritmo diferente de senescencia.

Los *Estudios teóricos* realizados^{13,30,31} concluyen que la Hipoterapia o la equitación terapéutica provocan beneficios en las personas mayores. Todos ellos, destacan la mejora del equilibrio y el control postural, con la consecuente disminución del riesgo de caídas. Sin embargo, una revisión más reciente³², sugiere que los estudios actuales realizados

Tabla 5. Principales investigaciones y características en torno a los beneficios de la Hipoterapia en personas mayores.

Título	Autor	A	Palabras clave	B	Resumen	Tipo	Muestra	Beneficios	Calidad
The use of hippotherapy as therapeutic resource to improve the static balance in elderly individuals	Toigo, Júnior, Pinto & Ávila	2008	Physical Therapy Musculoskeletal, Equilibrium, Exercise movement, Epidemiology experimental, Women, Middle aged, Aged	WOS	Hipoterapia como medio para mejorar el equilibrio estático en personas mayores. Estudio experimental, realizando un pre y post-test. Las personas sanas de edad avanzada presentan alteraciones en el equilibrio, y con la Hipoterapia se consigue mejorar el equilibrio.	Estudio cuantitativo	10 mujeres de entre 60 y 74 años	Mejora el equilibrio estático y disminuye el riesgo de caída.	64,583
Effect of equine-assisted therapy on the postural balance of the elderly	Araujo, Silva, Costa, Pereira & Safons	2011	Equine-assisted therapy, Postural balance, Elderly, Physical therapy, Rehabilitation	WOS/ Scopus/ PubMed/ SPORT Discus	Determina si la Hipoterapia produce alteraciones en el equilibrio de las personas mayores. La vejez tiende a normalizar las mediciones estabilométricas, sin embargo, con las intervenciones asistidas a caballo, aparece una mejora significativa del equilibrio, así como reducción del riesgo de caída	Estudio cuantitativo	17 personas mayores.	Reduce el riesgo de caídas en ancianos.	81,250
Effects of hippotherapy on mobility, strength and balance in elderly	Araújo, De Oliveira, Martins, De Moura-Pereira, Copetti & Safons	2013	Hippotherapy, Muscle strength, Postural balance, Gait, Elderly.	WOS/ Scopus/ PubMed/ Cochrane	Evalúa los efectos crónicos de la Hipoterapia en la movilidad funcional, fuerza muscular y equilibrio en personas mayores.	Estudio cuantitativo	28 personas de entre 60 y 84 años, hombres y mujeres.	Mejora la fuerza de las extremidades inferiores y el equilibrio en personas mayores.	79,167
The Effects of Hippotherapy on Elderly Persons' Static Balance and Gait	Kim & Lee	2014	Elderly, Balance, Hippotherapy	WOS/ Scopus/ PubMed/ Cochrane	Examina los efectos de la Hipoterapia sobre el equilibrio estático y la marcha de las personas mayores.	Estudio cuantitativo	30 personas mayores.	Mejora el equilibrio estático y dinámico de personas mayores.	87,500
Effects of horseback riding exercise therapy on hormone levels in elderly persons	Sung-Hyoun, Jin-Woo, Seon-Rye & Byung-Jun	2015	Hormone, Exercise therapy, Horseback riding	WOS	Determina el efecto de montar a caballo sobre los niveles normales de hormonas en personas mayores. La terapia a caballo produce un aumento significativo de la serotonina y el cortisol.	Estudio cuantitativo	20 personas mayores.	Aumento de los niveles de serotonina y cortisol.	79,167
Effects of horseback riding exercise therapy on background electroencephalograms of elderly people	Kim, Cho, Kim, Lee, Brienens & Cho	2015	Exercise therapy, Electroencephalogram, Horseback riding	WOS	Analiza el efecto que produce la terapia a caballo sobre el electroencefalograma en personas mayores. Sugiere que la realización de terapia a caballo lo mejora.	Estudio cuantitativo	20 personas mayores.	El índice de potencia alfa aumentó significativamente después de montar a caballo, lo que sugiere que el ejercicio mejoró el electroencefalograma	77,083

(continúa)

Título	Autor	A	Palabras clave	B	Resumen	Tipo	Muestra	Beneficios	Calidad
Comparative Effects of Horse Exercise Versus Traditional Exercise Programs on Gait, Muscle Strength, and Body Balance in Healthy Older Adults	Aranda-García, Iricibar, Planas, Prat-Subirana, & Angulo-Barroso	2015	Elderly, Physical Activity, Horse Exercise, Follow-Up Study, Rural Community	WOS	Evalúa y compara el efecto de 2 programas de ejercicio físico, un programa tradicional y un programa de ejercicio a caballo, en la capacidad física y funcional de personas mayores sanas. La realización de ejercicio a caballo puede ser una alternativa al ejercicio físico tradicional en personas mayores.	Estudio cuantitativo	38 personas mayores de 60 años sanas (ET= 17, EC=10, GC=11)	El ejercicio a caballo es una actividad viable para mantener o mejorar las funciones físicas de personas mayores. Produce mejoras en la velocidad de la marcha, fuerza máxima isométrica de los músculos extensores de rodilla.	100,000
Equine-assisted therapy intervention studies targeting physical symptoms in adults: A systematic review	White-Lewis, Russell, Johnson, Cheng & McClain	2017	Equine assisted therapy, Therapeutic horse riding, Therapeutic horseback riding, Hippotherapy, Equine psychotherapy, Equine facilitated therapy, Horse riding for handicapped, Equus.	Scopus	Revisión sistemática que analiza la evidencia y calidad de los estudios de Hipoterapia.	Estudio teórico		Mejora en el equilibrio, la espasticidad, la fuerza muscular, el modo de andar y la cadencia, así como en la calidad de vida. Hay mejoras a nivel biológico, psicológico y social.	100,000
Therapeutic Effects of Horseback Riding Interventions: A Systematic Review and Meta-analysis	Stergiou, Tzoufi, Ntzani, Varvarousis, Beris & Ploumis	2017	Therapeutic Horseback Riding, Hippotherapy, Cerebral Palsy, Multiple Sclerosis, Neuromuscular Disease, Elderly, Stroke, Neuro-motor; Physical Disabilities.	Scopus/ SPORT Discus	Estudia los posibles efectos positivos de las IAC, estos se pueden dar tanto a nivel físico como mentalmente. Las IAC son intervenciones viables para pacientes con problemas de equilibrio, marcha y psicomotores.	Estudio teórico		Mejora el equilibrio, el modo de andar y produce una mejora en los desórdenes psicomotores.	100,000
Effects of horseback riding exercise on the relative alpha power spectrum in the elderly	Sung-Hyoun Cho	2017	Horseback riding exercise Relative a-power spectrum Elderly Slow alpha power Fast alpha power	Scopus/ WOS/ Cochrane	Identificación de los efectos de montar a caballo y del simulador de caballo en el espectro alpha de potencia relativa en personas mayores. Ambas intervenciones tienen un efecto positivo en la estabilidad psicológica de las personas mayores.	Estudio cuantitativo	31 personas mayores de 65 años (GC=15; GS=16)	Mejoras en el encefalograma de potencia alfa, activación de todas las áreas del encefalograma, mejorando la concentración y el descanso. Beneficios en la estabilidad psicológica.	81,250
Effect of hippotherapy on older balance: a systematic review with methanalysis	Araújo, Martins, Blasczyk, Feng, Oliveira, Copetti & Safons	2018	Hippotherapy, Elderly, Balance	WOS/ SPORT Discus	Estudia los indicios existentes de la Hipoterapia en relación con el equilibrio de las personas mayores, y concluye que tiene un efecto significativo en la mejora del equilibrio postural de las personas mayores.	Estudio teórico		Mejora en el equilibrio postural de las personas mayores.	87,500

(continúa)

T3tulo	Autor	A	Palabras clave	B	Resumen	Tipo	Muestra	Beneficios	Calidad
Impact of hippotherapy for balance improvement and flexibility in elderly people	Diniz, De Mello, Ribeiro, Lage, J3nior, Ferreira, Da Fonseca, Rosa, Teixeira, & Espindula	2019	Balance, Flexibility, Elderly, Horse-assisted therapy.	WOS/ Scopus/ PubMed/ SPORT Discus	Conocimiento sobre el impacto de la Hipoterapia en las personas mayores. El envejecimiento provoca una disminuci3n de la habilidad funcional, fuerza, equilibrio, flexibilidad agilidad y coordinaci3n, debido a cambios neurol3gicos y musculares. La Hipoterapia mejora la movilidad funcional de las personas mayores, el equilibrio dinámico y la flexibilidad.	Estudio cuantitativo	30 personas mayores.	Mejora la movilidad funcional, el equilibrio dinámico y la flexibilidad en las personas mayores.	89,583
An umbrella review of the evidence for equine-assisted interventions	Stern & Chur-Hansen.	2019	Animal-assisted interventions; Equine-assisted interventions; Hippotherapy; Systematic reviews; Umbrella review.	WOS	Revisi3n de la documentaci3n actual de las IAC. La evidencia de las IAC puede ser equivocada. La base de la evidencia actual tiene debilidades metodol3gicas, por lo tanto, las intervenciones terapéuticas a caballo no pueden ser recomendadas como la mejor practica hoy en día, siendo necesarios estudios de mayor calidad.	Estudio teórico		Existen diferentes beneficios. Sin embargo, falta evidencias científicas.	87,500
An Exploration of Equine-Assisted Therapy to Improve Balance, Functional Capacity, and Cognition in Older Adults with Alzheimer Disease	Borges, Martins, Freitas, Camargos, Mota & Safons	2019	Alzheimer disease, balance, cognition, equineassisted therapy, unctional capacity	Scopus	Estudia la utilidad de las IAC en personas mayores con Alzheimer, ya que involucran aspectos físicos y cognitivos. Los objetivos son describir los efectos de las IAC en el equilibrio, la capacidad funcional y a nivel cognitivo en personas mayores diagnosticadas con Alzheimer. Los resultados muestran mejoras significantes en el test de Wilcoxon.	Estudio cuantitativo	9 personas mayores (79.7 ± 7.8 años) con Alzheimer	Mejoras en el equilibrio y la capacidad funcional. No se produce un empeoramiento en la capacidad cognitiva.	91,667
Electromyographic analysis of stomatognathic muscles in elderly after hippotherapy	De Mello Regalo, Diniz, Lage, Ribeiro, Bevilacqua Junior <i>et al.</i> ,	2020	Hippotherapy, elderly, Electromyographic analysis, stomatognathic muscles.	WOS/ Scopus/ PubMed	Utiliza la electromiografía para evaluar los músculos del sistema estomatognático (maseteros y temporales) en personas mayores antes y después de la participaci3n en hipoterapia. La hipoterapia promueve una reducci3n de la actividad mioeléctrica de los músculos de masticaci3n de personas mayores.	Estudio cuantitativo	17 personas mayores (66.5 ± 7 años)	Disminuci3n de la activaci3n mioeléctrica de los músculos implicados en la masticaci3n. (En sujetos sanos hay una menor reclutaci3n de fibras para realizar el mismo proceso de masticaci3n, comparado con personas con cambios morfofuncionales que generan estrés y fatiga)	87,500

A: Año de publicaci3n; B: Base de datos; IAC: Intervenciones asistidas a caballo.

sobre Intervenciones Asistidas con Caballos (en adelante, IAC) son metodológicamente débiles, con un diseño pobre, muestra escasa y careciendo, muchos de ellos, de grupos de comparación y detalles sobre la intervención realizada. Por ello, sería recomendable realizar estudios longitudinales con la finalidad de comprobar la durabilidad de los beneficios de esta técnica en personas mayores.

Por otro lado, los *Estudios cuantitativos* incluidos en esta revisión cuentan con una muestra reducida, siendo el más numeroso el trabajo³³, con 38 sujetos, y que, además, cuenta con grupo control, y la muestra más reducida la del trabajo desarrollado por³⁴, que tan sólo cuenta con una muestra de 9 personas mayores con Alzheimer. La mayor parte de los *Estudio cuantitativos* incluidos en esta revisión^{12,33,35}, se centran en los efectos beneficiosos que produce la Hipoterapia en relación con el equilibrio, la marcha y el riesgo de caída en personas mayores. Por tanto, sería recomendable analizar otros beneficios, así como utilizar otro instrumental para registrar los datos de las investigaciones, como los dispositivos inerciales. Estas herramientas permiten cuantificar la carga interna y externa de los usuarios.

Los estudios^{36,37} que cuentan con una muestra de 20 participantes, 10 en grupo control y 10 en grupo experimental, así como el trabajo³⁸, con una muestra de 31 participantes, 15 en el grupo control y 16 en el grupo experimental, detallan el procedimiento utilizado durante las terapias ecuestres, con la finalidad de identificar los cambios neurológicos y hormonales. Los estudios^{37,39}, concluyen que durante la práctica de la equitación terapéutica aumenta el índice de las ondas alfa, oscilaciones electromagnéticas que indican estabilidad y relajación, favoreciendo una mejor función cerebral, útil para la prevención de enfermedades neurodegenerativas asociadas al envejecimiento. Además, el trabajo³⁸, analiza los efectos de la equitación terapéutica en los niveles de hormonas, que provocan beneficios a nivel psicológico, reduciendo los niveles de depresión, estrés y problemas de comportamiento. Esto afecta positivamente al estado de ánimo, el sueño y la excitación, como consecuencia del aumento en los niveles de serotonina y cortisol. Por ello, el uso de diversos animales con fines terapéuticos para personas mayores es fundamental con la finalidad de estudiar los posibles beneficios físicos, psicológicos y sociales.

Debido a la utilidad de las IAC a nivel físico y cognitivo, el estudio³⁴, se centra en los beneficios de la Hipoterapia en personas mayores con Alzheimer, siendo este el único estudio analizado que cuenta con una muestra de personas con una enfermedad crónica y degenerativa. Muestra los beneficios que las IAC pueden suponer para este colectivo. Por ello, los investigadores en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, deberían desarrollar estudios relacionados con la Hipoterapia como alternativa de actividad física beneficiosa en diferentes usuarios con o sin discapacidad o patologías previas. Respecto al estudio⁴⁰, ha sido el único trabajo analizado que utiliza electromiografía para evaluar la activación de los músculos estomatognáticos (Maseteros y temporales), en personas mayores, antes y después de la participación en sesiones de Hipoterapia. Estos músculos, implicados en la masticación, aumentan su tensión y activación (reclutamiento de fibras musculares) con los cambios morfofuncionales asociados a la edad y que generan estrés y fatiga. El estudio demuestra que tras la sesión de Hipoterapia se produce una disminución de la activación mioeléctrica de estos músculos, siendo esto beneficioso. Este tipo de trabajos ponen de manifiesto que aún

queda un largo camino que recorrer en las investigaciones relacionadas con la Hipoterapia.

En cuanto a la duración de las sesiones realizadas durante las intervenciones en los estudios experimentales, estas son de aproximadamente 30 minutos^{12,30,36}. Sin embargo, en otros trabajos de Hipoterapia vinculados con las personas con parálisis cerebral, las sesiones son llevadas a cabo una vez por semana y con una duración de 45 minutos cada sesión⁷. Por ello, sería recomendable realizar estudios en profundidad comparando los beneficios aportados según la duración de las sesiones y de su mantenimiento en el tiempo. Por último, es necesario desarrollar nuevas investigaciones en torno a los beneficios de la Hipoterapia y la equitación terapéutica en personas mayores, con muestras más numerosas, un mayor nivel de detalle sobre las intervenciones llevadas a cabo, más duraderas en el tiempo y que contengan evaluaciones cuantificables y contrastables, con el fin de dotar de una mayor evidencia que permita reconocer a la Hipoterapia como tratamiento eficaz.

Conclusiones

Tras la revisión de la literatura, se concluye que las Terapias Asistidas a Caballo y la Hipoterapia tienen efectos terapéuticos beneficiosos para las personas mayores si se realizan de manera progresiva y adecuada. Siendo, fundamental que sean llevadas a cabo por un equipo profesional y multidisciplinar adecuadamente formado.

Las intervenciones con Hipoterapia mejoran el equilibrio estático y dinámico, el equilibrio postural, la movilidad funcional, la flexibilidad, la fuerza muscular, el modo de andar, la cadencia y disminuyen la espasticidad. Estos efectos beneficiosos tienen como consecuencia una disminución del riesgo de caída, mejorando la calidad de vida de las personas mayores. Además, provocan una mejora en la función cerebral y un aumento de los niveles de hormonas como la serotonina y el cortisol, provocando beneficios a nivel psicológico, reduciendo los niveles de estrés, depresión y problemas de comportamiento, produciendo también una mejora de la calidad del sueño e influyendo positivamente en el estado de ánimo.

A pesar de que los estudios actuales entorno a las IAC son escasos y presentan debilidades metodológicas, se recomienda este tipo de terapia con la finalidad de mejorar a nivel biológico, psicológico y social.

Por último, la principal limitación de los Estudios cuantitativos es su reducida muestra, la falta de grupo control y el no seguimiento de los participantes, así como la corta duración de las sesiones, que no permite generalizar los resultados. En otro sentido, sería interesante conocer en profundidad los hábitos diarios de los sujetos, puesto que pueden afectar a los resultados de las investigaciones.

Financiación

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Ayuda a los Grupos de Investigación (GR18170) de la Junta de Extremadura (Consejería de Empleo e Infraestructuras); con la aportación de la Unión Europea a través de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER).

Conflicto de intereses

Trabajo desarrollado dentro del Grupo de Optimizaci3n del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo (GOERD) de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Extremadura. Todos los autores hemos contribuido en la realizaci3n del manuscrito y certificamos que no ha sido publicado ni est3 en v3as de consideraci3n para su publicaci3n en otra revista.

Bibliograf3a

- Del Rosario-Montejo O, Molina-Rueda F, Mu1oz-Lasa S, Alguacil-Diego IM. Efectividad de la terapia ecuestre en ni1os con retraso psicomotor. *Neurolog3a*. 2014;30:425-32. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2013.12.023>
- Uribe AM, Restrepo TF, Yajaira D. 3C3mo beneficia la Equinoterapia a las personas con s3ndrome de Down? *R CES Salud P3blica*. 2012;3:4-10.
- Arias V, Arias B, Moretin R. Terapia asistida por caballos: nueva propuesta de clasificaci3n, programas para personas con discapacidad intelectual y buenas pr3cticas. *Revista Espa1ola sobre Discapacidad Intelectual*. 2008;39:18-30.
- G3mez-Calvo L, Gamonales JM, Silva-Ortiz A, Mu1oz-Jim3nez J. Benefits of hippo-therapy in elderly people: scoping review. *J of Human Sport and Exercise*, in press. 2020 <https://doi.org/10.14198/jhse.2022.172.06>
- G3mez-Calvo L, Silva-Ortiz A, Gamonales JM, Mu1oz-Jim3nez J. Influencia de la Hipoterapia en la calidad de vida de los ni1os con s3ndrome de Down: Revisi3n literaria. I Congreso Nacional Mujer y Deporte Paral3mpico. Universidad de Huelva, Huelva (Espa1a). 2019.
- Villasis-Keever M3, Pineda-Leguizamo R. Utilidad de hipoterapia en la par3lisis cerebral infantil. *R Mexicana de Pediatr3a*. 2017;84:131-3.
- Fern3ndez-Guti3rrez C, Apolo-Arenas MD, Mart3nez-Garc3a Y, Ca1a-Pino A. Efectos de la Hipoterapia en la estabilidad postural en par3lisis cerebral infantil: a prop3sito de un caso cl3nico. *Fisioterapia*. 2014;37:135-9. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2014.10.002>
- Vargas J, Patricio L, Sol3s-Cartas U, Mart3nez-Larrarte JP, Serrano-Espinosa I. Aplicaci3n de la Hipoterapia en los ni1os con par3lisis cerebral. *R Archivo M3dico de Camag3ey*. 2016;20:496-506.
- L3pez-Roa LM. Efectos de la hipoterapia en posici3n sedente hacia adelante en un paciente con retraso psicomotor e hipoton3a. *Memorias*. 2011;9:130-7.
- Mu1oz-Lasa S, L3pez De Silanes C, At3n-Arratibel M3, Bravo-Llatas C, Pastor-Jimeno S, M3ximo-Bocanegra N. Efecto de la Hipoterapia en esclerosis m3ltiples: estudio piloto en calidad de vida, espasticidad, marcha, suelo p3lvico, depresi3n y fatiga. *Medicina Cl3nica*. 2019;152:55-58. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2018.02.015>
- De Miguel A, De Miguel MD, Lucena-Ant3n D, Rubio MD. Efectos de la Hipoterapia sobre la funci3n motora en personas con s3ndrome de Down: revisi3n sistem3tica. *R de Neurolog3a*. 2018;67:233-41. <https://dx.doi.org/10.33588/rn.6707.2018117>
- Ara1ujo TB, Martins WR, Blasczyk JC, Feng YH, Oliveira RJ, Copetti F, Safons MP. Efeito da equoterapia no equil3brio de idosos: uma revis3o sistem3tica com metan3lise. *R Brasileira de Ci3ncia e Movimento*. 2018;26:178-184. <https://doi.org/10.31501/rbcm.v26i3.6972>
- White-Lewis S, Russell C, Johnson R, Cheng AL, McClain N. Equine-assisted therapy intervention studies targeting physical symptoms in adults: A systematic review. *Applied Nursing Research*. 2017;38:9-21. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2017.08.002>
- Shurtleff T, Engelsberg J. Long-term effects of hippo-therapy on one child with cerebral palsy: A research case study. *British J of Occupational Therapy*. 2012;75:359-366. <https://doi.org/10.4276/030802212X13433105374279>
- Jim3nez A. Efectos de las terapias ecuestres en personas con par3lisis cerebral. *R Espa1ola de Discapacidad*. 2017;5:171-184. <https://doi.org/10.5569/2340-5104.05.02.09>
- Berbes L, Coronados Y, Semino L, Andrade JA. Desaf3os sociales del envejecimiento de la poblaci3n. *R Cubana de Medicina F3sica y Rehabilitaci3n*. 2018;10:1-3.
- L3pez-G3mez MP, Mar3n-Baena RA. Revisi3n te3rica desde la psicolog3a sobre representaciones sociales del envejecimiento y la vejez en Latinoam3rica y Espa1a 2009-2013. *R Cient3fica General Jos3 Mar3a C3rdova*. 2016;14:155-202.
- McCarthy LH, Bigal ME, Katz M, Derby C, Lipton RB. Chronic pain and obesity in elderly people: results from the Einstein aging study. *J of the American Geriatrics Society*. 2009;57:115-119. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02089.x>
- Steves CJ, Spector TD, Jackson SH. Ageing, genes, environment, and epigenetics: what twin studies tell us now, and in the future. *Age and Ageing*. 2012;41:581-586. <http://dx.doi.org/10.1093/ageing/afs097>
- Carville SF, Perry MC, Rutherford OM, Smith IC, Newham DJ. Steadiness of quadriceps contractions in young and older adults with and without a history of falling. *European J of Applied Physiology*. 2007;100:527-533. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0245-2>
- Mora GS, Garc3a R, Perea M, Ladera V, Unzueta J, Patino M, Rodr3guez, E. Deterioro cognitivo leve: detecci3n temprana y nuevas perspectivas. *R Neurol3gica*. 2012;54:303-10.
- Ayalas-Rojas R, & Soto-A1ari M. Indicadores de envejecimiento patol3gico y lugar de residencia en adultos mayores. *R de Psicolog3a*. 2017;7:13-24.
- Ato M, L3pez JJ, & Benavente A. Un sistema de clasificaci3n de los dise1os de investigaci3n en psicolog3a. *Anales de Psicolog3a*. 2013;29:1038-59. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Gamonales JM, Gil-S3nchez O, Porro-Cerrato C, G3mez-Carmona CD, Mancha-Triguero D, Gamonales FJ. Psicomotricidad en el aula de Educaci3n Infantil: alumnos con Trastorno de D3ficit de Atenci3n e Hiperactividad. *R Profesional de Investigaci3n, Docencia y Recursos Did3cticos*. 2018;100:440-54.
- Gamonales JM, Mu1oz-Jim3nez J, Le3n-Guzm3n K, Ib3n3ez SJ. Football 5-a-side for individuals with visual impairments: a review of the literature. *European J of Adapted Physical Activity*. 2018;11:1-19. <https://doi.org/10.5507/euj.2018.004>
- Thomas JR, Silverman SJ, Nelson JK. Research Methods in Physical Activity 7ª Ed. Campaign: *Human Kinetics*. 2015.
- Benito PJ, D3az V, Calder3n MJ, Peinado AB, Mart3n C, 3lvarez M, Morencos E, P3rez J. La revisi3n bibliogr3fica sistem3tica en fisiolog3a del ej3rcicio: recomendaciones pr3cticas. *R Internacional de Ciencias del Deporte*. 2007;3:1-11.
- Law M, Stewart D, Pollock N, Letts L, Bosch J, Westmoreland M. Guidelines for Critical Review form- Quantitative Studies. *Quantitative Review Form-Guidelines*. 1998;1-11.
- O.M.S. - Organizaci3n Mundial de la Salud. Informe de la Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento. Madrid, 8-12 de abril 2012. Extra3do de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/CONF.197/9>. pp. 85
- Ara1ujo TB, Silva NA, Costa JN, Pereira MM, Safons MP. Effect of equine-assisted therapy on the postural balance of the elderly. *Brazilian J of Physical Therapy*. 2011;15:414-9. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552011005000027>
- Stergiou A, Tzoufi M, Ntzani E, Varvarousis D, Beris A, Ploumis A. Therapeutic effects of horseback riding interventions: a systematic review and meta-analysis. *American J of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2017;96:717-25.
- Stern C, Chur-Hansen A. An umbrella review of the evidence for equine-assisted interventions. *Australian J of Psychology*. 2019;71:361-74. <https://doi.org/10.1111/ajpy.12246>
- Aranda-Garc3a S, Iricibar A, Planas A, Prat-Subirana JA, Angulo-Barroso RM. Comparative effects of horse exercise versus traditional exercise programs on gait, muscle strength, and body balance in healthy older adults. *J of Aging and Physical Activity*. 2015;23:78-89. <https://doi.org/10.1123/JAPA.2012-0326>
- Borges T, Martins WR, Freitas MP, Camargos E, Mota J, Safons MP. An Exploration of Equine-Assisted Therapy to Improve Balance, Functional Capacity, and Cognition in Older Adults with Alzheimer Disease. *J of Geriatric Physical Therapy*. 2019;42:E155-E160. <https://doi.org/10.1519/JPT.000000000000167>
- Ara1ujo TB, De Oliveira RJ, Martins WR, De Moura-Pereira M, Copetti F, Safons MP. Effects of hippo-therapy on mobility, strength and balance in elderly. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2013;56:478-81; <https://doi.org/10.1016/j.archger.2012.12.007>
- Kim SG, Lee CW. The effects of hippo-therapy on elderly persons' static balance and gait. *J of physical therapy science*. 2014;26:25-7. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.25>
- Sung-Hyon C. Effects of horseback riding exercise on the relative alpha power spectrum in the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2017;70:141-7. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.01.011>
- Sung-Hyoun S, Jin-Woo K, Seon-Rye K, Byung-Jun C. Effects of horseback riding exercise therapy on hormone levels in elderly persons. *J of physical therapy science*. 2015;27:2271-3. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2271>
- Kim SR, Cho SH, Kim JW, Lee HC, Brien M, Cho BJ. Effects of horseback riding exercise therapy on background electroencephalograms of elderly people. *Journal of physical therapy science*. 2015;27:2373-6. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2373>
- De Mello EC, Regalo SC, Diniz LH, Lage JB, Ribeiro MF, Bevilacqua DE, et al. Electromyographic analysis of stomatognathic muscles in elderly after hippo-therapy. *PLoS ONE*. 2020;15:e0238036. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238036>

Fatiga relativa al cáncer: factores desencadenantes y función del ejercicio físico

Aida Tórtola-Navarro¹, Alfredo Santalla²

¹Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Isabel I. ²Universidad Pablo de Olavide. Departamento de Deportes e Informática.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00045

Recibido: 19/06/2020

Aceptado: 25/02/2021

Resumen

Introducción: Diversas publicaciones han teorizado sobre los desencadenantes de la fatiga relativa al cáncer, uno de los efectos secundarios de la enfermedad y sus tratamientos que más estresa a los supervivientes de esa enfermedad. Por otro lado, el ejercicio físico ha sido analizado como terapia para reducir el impacto de esta secuela, y diversas instituciones apoyan su inclusión dentro de los programas de cuidado para población oncológica. No obstante, la fatiga en cáncer y el papel que el entrenamiento tiene para su control, se ha expuesto sin realizar una valoración global que muestre su complejidad y por qué el ejercicio físico resulta de tanto valor para reducirla.

Objetivos: El objetivo de este trabajo fue revisar la evidencia existente sobre los desencadenantes de fatiga en cáncer, para exponer en qué modo el ejercicio físico actúa sobre cada uno de ellos para controlar su sintomatología y conseguir un efecto terapéutico integral.

Material y método: Se realizaron diversas búsquedas bibliográficas que permitieran conocer cuáles eran los desencadenantes de fatiga propuestos por la investigación, cómo se desarrollan y afectan al paciente oncológico y, por último, en qué grado el ejercicio físico sería una herramienta viable para controlar sus efectos.

Resultados: Expuestos más de una veintena de desencadenantes y agravantes de la fatiga relativa al cáncer, encontramos que la mayoría de ellos podrían ser prevenidos o al menos controlados a través del ejercicio físico.

Conclusiones: Resulta imposible aislar unos desencadenantes de otros, existiendo, además, algunos de ellos que son inevitables al ser parte del tratamiento médico de la enfermedad. Entender las relaciones que se producen entre desencadenantes y conocer los efectos positivos del ejercicio físico sobre cada uno de ellos, es claramente útil para controlar este efecto secundario.

Palabras clave:

Fatiga relativa al cáncer. Cansancio. Astenia. Ejercicio terapéutico.

Cancer-related fatigue: trigger factors and physical exercise role

Summary

Introduction: Several publications have theorized about the triggers of cancer-related fatigue, one of the side effects of the disease and its treatments that most stress cancer survivors. On the other hand, physical exercise has been analyzed as a therapy to reduce the impact of this sequel, and several institutions support its inclusion within care programs for the oncological population. However, cancer fatigue and the role that exercise plays in its control has been exposed without an overall assessment that shows its complexity and why physical exercise is so valuable to reducing it.

Objectives: The objective of this work was to review the existing evidence about triggers of fatigue in cancer, to expose how physical exercise acts on each of them to control their symptoms and achieve a comprehensive therapeutic effect.

Material and method: Several bibliographic searches were carried out to find out which were the triggers of fatigue proposed by the research, how they develop and affect the oncological patient and, finally, to what extent physical exercise would be a viable tool to control its effects.

Results: Exposed to more than twenty triggers and aggravating factors of cancer-related fatigue, we found that most of them could be prevented or at least controlled through physical exercise.

Conclusions: It is impossible to isolate some triggers from others, and some of them are inevitable as they are part of the medical treatment of the disease. Understanding the relationships between triggers and knowing the positive effects of physical exercise on each one of them is clearly useful to control this side effect.

Key words:

Cancer-related fatigue. Exhaustion. Tiredness. Therapeutic exercise.

Correspondencia: Aida Tórtola-Navarro

E-mail: aida.tortola@ui1.es

Introducción

Definida como una estresante, constante y subjetiva sensación de cansancio físico, emocional y/o cognitivo¹, la fatiga relativa al cáncer (FRC) es una de las consecuencias de la enfermedad y sus tratamientos que más estresa a los supervivientes¹⁻³. Su fisiopatología es multifactorial, encontrando, entre otros factores desencadenantes propuestos: alteraciones psicológicas, disfunciones endocrinas y del metabolismo energético, dolor, producción de citoquinas inflamatorias y complicaciones reumáticas²⁻⁵.

Los tratamientos para reducir la FRC incluyen intervenciones farmacológicas y no farmacológicas¹. Entre estas últimas, el ejercicio físico (EF) ha demostrado ser efectivo para la reducción de la FRC⁴⁻⁶, siendo, en comparación con las terapias psicosociales, el tipo de intervención no farmacológica que mayor mejora produce durante el tratamiento oncológico, que es, precisamente, cuando la FRC es más intensa⁷. Para algunos autores, el efecto del EF sobre la fatiga se debe a que mejora alguno de sus desencadenantes, reduciendo así la intensidad global de ésta⁸. De ese modo, muchos de los estudios realizados, han analizado el nivel de FRC en relación a variables como el nivel de fuerza muscular⁶, los marcadores de inflamación⁹, la anemia¹⁰ o la capacidad cardiovascular¹¹.

El objetivo de esta revisión narrativa, fue revisar la evidencia sobre reducción de FRC por medio del EF analizando cada desencadenante, su influencia individual sobre el resto de factores y el efecto terapéutico del EF sobre cada uno de ellos.

Material y método

Se realizaron tres búsquedas bibliográficas independientes en las bases de datos *PubMed*, *Google Scholar*, *Springer Link*, *SciELO* y *Dialnet*. En la primera se utilizaron el término *Cancer-Related Fatigue* y similares (*fatigue cancer, oncologic fatigue*) seleccionándose aquellas publicaciones que contenían información sobre su fisiopatología, síntomas y/o desencadenantes.

En segundo lugar, se buscaron y seleccionaron las publicaciones que describieran cada desencadenante de la FRC y su sintomatología en población oncológica. Adicionalmente, se analizaron investigaciones desarrolladas en población sana para profundizar en el estudio sobre algunos desencadenantes, poco estudiados en relación con el cáncer. Se excluyeron aquellas fuentes que no aportaban información respecto a desarrollo, procesos fisiológicos y síntomas de los desencadenantes propuestos.

Por último, se revisaron aquellas publicaciones en que el ejercicio físico había sido analizado como herramienta para atenuar la FRC o mejorar cualquiera de sus desencadenantes, seleccionándose aquellas investigaciones y artículos de revisión en los que se exponían resultados sobre el nivel de fatiga de los pacientes o supervivientes de cáncer.

Resultados

La Figura 1A, muestra los desencadenantes de FRC descritos en la literatura y las relaciones directas que se producen entre ellos. En el eje Y aparecen ordenados de más a menos influyentes sobre otros desen-

cadantes; y en el eje X, de menos a más afectados por otros factores de FRC. Así, por ejemplo, la quimioterapia es el primer desencadenante del eje Y, por ser el que produce alteraciones en más factores, pero en el eje X se encuentra en octava posición, ya que sólo tres desencadenantes pueden influir sobre este tratamiento. Se puede observar que, de media, cada desencadenante se relaciona directamente con otros siete, ya sea porque influye sobre ellos o porque se ve influido. Aquellos desencadenantes cuyo nivel de relación es superior a esa media, se encuentran resaltados en la Figura 1A.

De igual modo, además de las relaciones directas entre desencadenantes, también puede haber efectos indirectos. Así, por ejemplo, tal y como muestra la Figura 1B, se observa la relación entre quimioterapia y problemas nutricionales (directa), pero también, cómo las complicaciones psicoemocionales podrían llegar a afectar al tratamiento, al empeorar el estado nutricional del paciente (indirecta).

Entre los desencadenantes con mayor nivel de impacto, encontramos algunos que son inevitables, como los tratamientos y otros, difíciles de atajar. De ese modo, conocer los efectos del EF sobre cada uno de los desencadenantes, aporta una visual respecto al potencial terapéutico del entrenamiento sobre la FRC.

Disminución de la actividad y desacondicionamiento físico

La disminución de la actividad, y la consecuente reducción de condición física, se han sugerido como precursores de FRC al ser también factores clave en el desarrollo de fatiga crónica⁸. Se ha observado, que la disminución de la actividad en supervivientes de cáncer de mama (SCM), contribuye al desarrollo de osteoporosis¹², pérdida de estado cardiovascular¹³ y pérdida de masa muscular y fuerza^{12,14}, agravando así la FRC³.

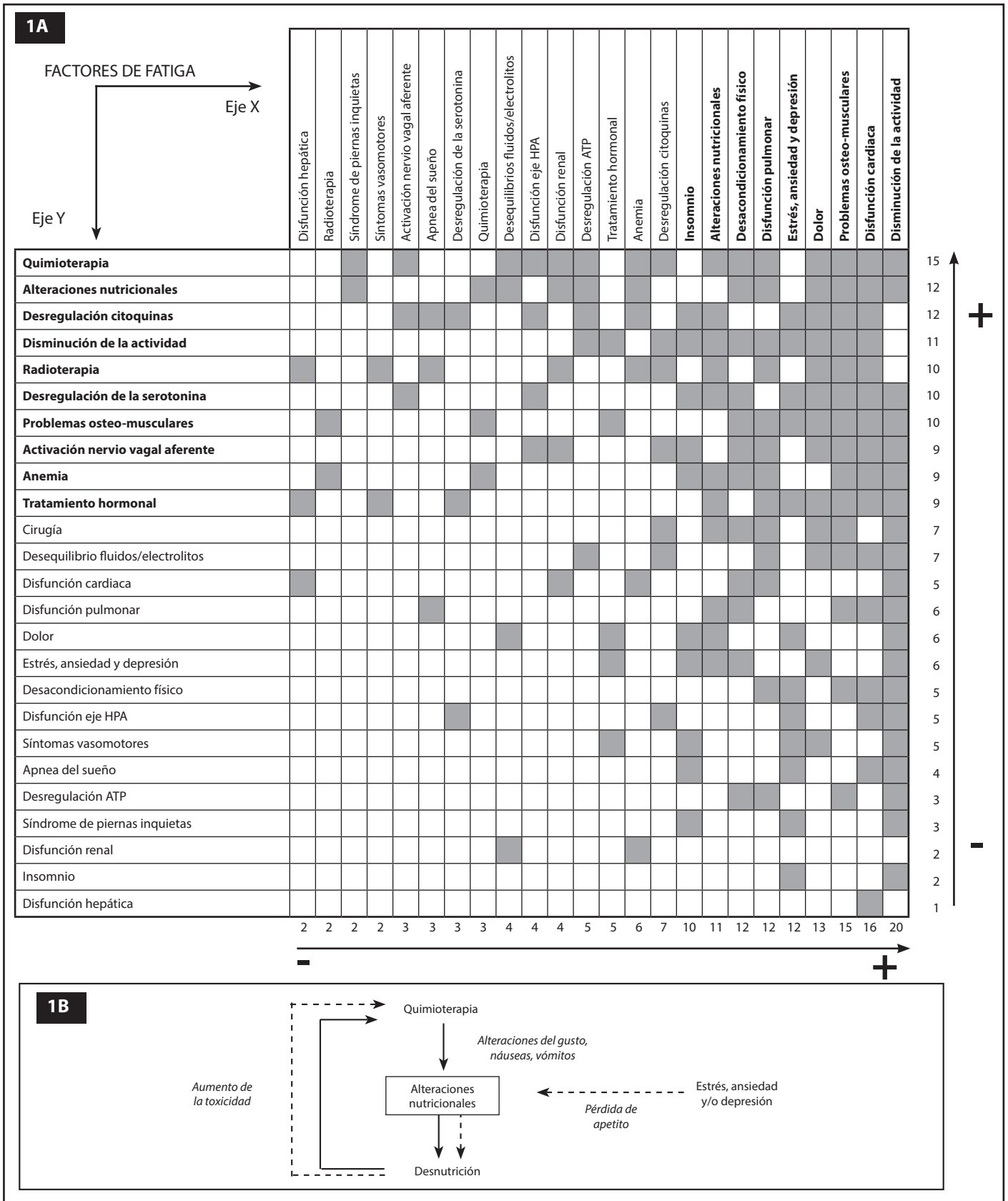
Las investigaciones realizadas sobre el efecto del ejercicio físico respecto a estos desencadenantes, han expuesto que el entrenamiento se asocia con un mayor nivel de actividad no deportiva, tanto durante como después de los tratamientos¹⁵, pudiendo inducir, además, mejoras adicionales hasta en una decena de desencadenantes de FRC. A pesar de esto, aún existen barreras que dificultan que los supervivientes de cáncer (SC) adquieran el hábito deportivo^{16,17}. Por un lado, encontramos limitaciones externas al paciente, como la falta de información y la falta de asesoramiento sobre qué ejercicio y a qué intensidad debe practicarse¹⁶. Por el otro, encontramos también limitaciones del propio paciente como el dolor muscular y articular, la propia fatiga, efectos secundarios específicos del tipo de cáncer¹⁶ y la falta de tiempo¹⁷.

Disfunciones orgánicas

Las principales disfunciones orgánicas que se presentan en relación al cáncer son cardíacas, pulmonares, renales y hepáticas, relacionadas en distinto grado con otros desencadenantes de FRC.

- *Afecciones cardíacas*: El sistema cardiovascular puede verse afectado por el desacondicionamiento físico¹⁸, la ganancia de peso¹⁹, las disfunciones en otros órganos²⁰ y los tratamientos^{18,19}. En SC, este tipo de afección es un importante riesgo y, de hecho, la principal causa de su fallecimiento a partir de los 65 años²¹.

Figura 1. Interacciones entre desencadenantes de fatiga relativa al cáncer.



- *Afecciones pulmonares*: La radioterapia en el tórax influye en el desarrollo de complicaciones a nivel pulmonar, con riesgo aumentado de padecer fibrosis pulmonar, neumonitis, o alteración de la función ventilatoria²². En el caso de la quimioterapia, las manifestaciones de toxicidad suelen ser tardías y se presentan con tos, fiebre y fatiga²³.
- *Afecciones renales y hepáticas*: El riñón, clave en la eliminación de medicamentos aplicados en la quimioterapia, tiene riesgo de sufrir fracaso renal, síndrome nefrótico o tubulopatías²³. De modo similar, la radioterapia puede producir efectos agudos de hipertensión hiperreninémica o de nefropatía²². A nivel hepático, la quimioterapia en este órgano no se considera problemática, a no ser que el paciente tuviera diagnosticada patologías previas²³. Sin embargo, la radioterapia sí puede alterar los valores de las transaminasas y marcadores de enfermedad hepática como la gamma-glutamil transpeptidasa²².

Aunque el EF forma parte de las terapias de rehabilitación en distintas patologías cardiopulmonares, en cáncer aún no se ha estandarizado su uso¹¹. No obstante, el consenso general es que la práctica de EF es segura y tolerable para SC^{11,19}, y de hecho, se ha observado que programas de EF en SCM producen mejoras en la eficiencia cardiovascular^{9,11} y la circulación sanguínea, reducción de los niveles de colesterol y tensión arterial²⁴, menor sintomatología de efectos secundarios (incluida FRC) y menor riesgo de mortalidad por todas las causas¹¹.

Del mismo modo, el EF se ha mostrado eficaz en el aumento del Consumo máximo de Oxígeno (VO_{2max}), tanto durante como tras el tratamiento de quimioterapia en pacientes de linfoma de Hodgkins²⁵, SCM²⁶ y en tumores sólidos, incluso bajo tratamiento por anemia²⁷. No obstante, aún no se ha constatado que el EF actúe sobre otros marcadores de salud cardiovascular^{11,19}, como el gasto cardíaco, las diferencias en concentración de oxígeno entre arterias y venas o defectos en las vías de oxígeno¹¹.

Problemas osteomusculares

- *Caquexia tumoral*: Aunque para algunos autores, en la caquexia tumoral no se produce necesariamente reducción del tejido adiposo, sí existe pérdida de tejido muscular, asociada a una menor tolerancia al tratamiento, menor efectividad de éste y pérdida de calidad de vida (CV)²⁸. El estado caquético es una situación especialmente grave teniendo en cuenta que es difícilmente reversible a través de un soporte nutricional convencional^{28,29}. La caquexia se acompaña normalmente de anemia, fatiga y malnutrición³⁰, afectando al metabolismo proteico^{30,31} y por tanto a la posibilidad de regeneración del ATP³¹. De igual modo, se relaciona con el desarrollo de osteoporosis³² y puede inducir atrofia y disfunción del corazón³³.
- *Pérdida de masa ósea*: Para SCM y supervivientes de cáncer de próstata (SCP), la salud ósea es especialmente importante³⁴, porque suelen necesitar tratamiento de privación androgénica. Éste, afecta indirectamente al proceso de formación y resorción de hueso y puede aumentar el riesgo de fractura hasta cinco veces en SCP en comparación con hombres sanos³⁴. Para SCM, además, las consecuencias de los tratamientos sobre la densidad mineral ósea (DMO) pueden aparecer desde el tratamiento quimioterapéutico³⁴.

La presencia de osteoporosis, supone una pérdida de independencia para sujetos mayores, y por supuesto un incremento del riesgo de fractura y peor CV³².

Se ha confirmado que el ejercicio regular reduce el riesgo de problemas óseos en SCP³⁴. Se sabe también que el incremento de fuerza en los miembros inferiores, previene la pérdida de masa muscular, reduce el aumento de porcentaje graso durante los tratamientos²⁹, y disminuye el nivel de FRC en SCM³⁵. El entrenamiento de fuerza (EFz) puede ser, por tanto, una herramienta efectiva para SCP con privación androgénica, gracias a sus efectos sobre la función muscular, la masa magra y la DMO¹⁵. De igual modo, se ha demostrado la eficacia de programas que incluyen ejercicios de impacto y de fuerza para la salud ósea de SCM³⁶.

Dolor

El dolor en pacientes de cáncer puede ser basal³⁷, producirse de manera repentina, o estar provocado por problemas neuropáticos³⁷⁻⁴⁰ debidos a la compresión de los nervios por infiltración del tumor o por la toxicidad de los tratamientos³⁹. Se considera factor contributivo al desarrollo de FRC³ porque afecta al apetito, calidad del sueño, adherencia al tratamiento, estado de ánimo³⁸ y nivel de actividad del paciente, hasta el punto de que pueda llegar a desarrollarse *kinesofobia*⁴¹.

Aunque el dolor dificulta la adherencia al EF⁴², se sabe que la actividad física regular ayuda a aliviarlo en distintas enfermedades, incluidas aquellas que suponen dolor crónico^{42,43}. Aunque hay distintas vías de analgesia asociadas al ejercicio⁴³, se considera que los efectos conseguidos se relacionan proporcionalmente con la duración e intensidad de los entrenamientos, y con las contracciones isométricas⁴³, asociadas a la modulación del sistema nervioso con respecto al dolor⁴².

En SCM, se ha observado que protocolos de EF combinados (aeróbico, fuerza y flexibilidad)⁴⁴, la práctica de Pilates⁴⁵, Qigong⁴⁶, ejercicios específicos de movilización del brazo del lado afectado⁴⁷, o simplemente un mayor nivel de actividad física (aun estando bajo tratamiento)⁴⁸, reducen la intensidad del dolor y su impacto en la vida diaria. De modo similar, ejercicios de estabilización de la musculatura lumbo-espinal en supervivientes de cáncer de colon, puede inducir mejoras en la percepción de dolor, la FRC y el estado de ánimo⁴⁹.

Alteraciones nutricionales

- *Desnutrición*: La presencia de un tumor aumenta el catabolismo proteico, la lipólisis, la resistencia a la insulina y el gasto energético del SC²⁸. Se sabe, además, que cuando hay afectación del sistema digestivo o cuando los pacientes están bajo tratamiento, se reduce la ingesta calórica^{2,28}. Si se produce malnutrición, la competencia entre tumor y células sanas por los nutrientes, desencadena hipermetabolismo, perdiéndose eficiencia en la reposición de ATP y reduciéndose el nivel de proteínas completas en sangre³⁰. La desnutrición deriva en consecuencias relacionadas con la FRC: disfunción del patrón respiratorio por atrofia de la musculatura respiratoria, inactividad por reducción de la capacidad funcional, alteraciones del músculo cardíaco, reducción del filtrado glomerular, depresión, mayor toxicidad de los tratamientos²⁸ y daños en el sistema nervioso periférico⁵⁰. Adicionalmente pueden desarrollarse anemia^{31,51},

caquexia^{2,28,30,31} o desequilibrios electrolíticos²⁸. Por último, la deficiencia en vitamina D, influye en la intensidad del dolor muscular y las artralgias, propias del tratamiento hormonal con inhibidores de la aromatasa en SCM⁵², mientras que la deficiencia de hierro, se asocia al síndrome de piernas inquietas⁵³, relacionado con la FRC³.

- *Desequilibrios electrolíticos*: Las alteraciones más habituales en SC, son descensos de magnesio y sodio, y aumentos de potasio, fosfatos y calcio⁵⁴. No obstante, el tratamiento de quimioterapia, especialmente con cisplatino, podría reducir los niveles de todos los minerales citados⁵⁵. Algunas de las consecuencias derivadas de estos desequilibrios influyen sobre la FRC. Así, La hipomagnesemia tiene un efecto negativo sobre la fatiga, la excitabilidad neuromuscular⁵⁵, la salud cardiovascular, la producción de energía en la célula y el control de la inflamación⁵⁶. La hiponatremia provoca fatiga, deterioro cognitivo y, en casos graves, edema pulmonar y aumento del riesgo de fractura ósea⁵⁴. Finalmente, la hipercalcemia, incrementa la reabsorción de hueso y afecta a la salud ósea⁵⁵.

Sobre este aspecto, se ha constatado el efecto positivo de protocolos combinados de ejercicio y nutrición para la mejora de la FRC en SCP⁵⁷ y el mantenimiento de la masa muscular en SCM⁵⁸. Sin embargo, no se tiene evidencia respecto a que el EF pudiera influir en el apetito de SC⁵⁹.

Estrés, ansiedad y depresión

Algunos autores sugieren que la depresión, predispone a padecer fatiga crónica y que su etiología, tiene elementos comunes con la FCR². Siendo muy variable entre pacientes, el estado de ánimo influye en el nivel de fatiga^{1,60}, tanto, que existen estudios que afirman que las intervenciones dirigidas a tratar las alteraciones psico-emocionales, podrían reducir su intensidad⁶⁰. Adicionalmente, el estado depresivo afecta a la adherencia al tratamiento médico, sobre todo al hormonal en SCM, con las consecuencias que ello pudiera acarrear sobre el pronóstico de la persona⁶¹.

El valor del EF para la mejora del estado emocional de los SC está reconocido por la *National Comprehensive Cancer Network* (NCCN), por su efecto reductor de la ansiedad, la percepción del estrés y la liberación de cortisol⁶². Además, las mejoras sobre el estado de ánimo durante el tratamiento de quimioterapia en SCM, son mayores cuando se combinan intervenciones físicas y psicológicas, especialmente cuando las intervenciones físicas están supervisadas⁶³. Concretamente, intervenciones de ejercicio aeróbico (EA)¹² y yoga⁶⁴, reducen la sintomatología emocional en SCM, aunque a través del yoga no se observen mejoras significativas en parámetros fisiológicos⁶⁴.

Problemas de sueño

Comúnmente asociados a cuestiones emocionales⁴, el insomnio, la somnolencia diurna y los despertares durante la noche, se relacionan directamente con la fatiga en SC^{1,9}. Se producen en parte por la ruptura del ciclo circadiano natural, lo que conduce, precisamente, a mayor susceptibilidad de padecer desórdenes emocionales². También por la desregulación de la serotonina y la disfunción del eje HPA, por el aumento de cortisol que influye negativamente en las fases no-REM del sueño². Finalmente, el nivel incrementado de citoquinas por inflamación

crónica en SC⁶⁵, también influye en la FRC, dado el efecto de éstas sobre la somnolencia diurna, narcolepsia e insomnio idiopático². Así, en el caso de SC de cabeza o cuello, la radioterapia favorece la aparición de apnea del sueño, aunque la relación entre esta secuela y la FRC podría deberse a un nivel incrementado de citoquinas⁶⁵.

Los problemas de sueño, junto al dolor y la FRC, predicen significativamente la reducción funcional de los SC^{66,67}, y aunque no todas las investigaciones realizadas encuentran una correlación entre EF y mejora de la calidad del sueño, en SCM sí se han confirmado beneficios, sobre todo tras el tratamiento⁶⁸. De ese modo, aunque sea necesaria más investigación, los protocolos ensayados en SC de EA moderado^{69,70} o el EFz durante la radioterapia en SCM, han mostrado claros beneficios sobre este problema en comparación con protocolos de relajación⁷¹.

Desregulación de citoquinas

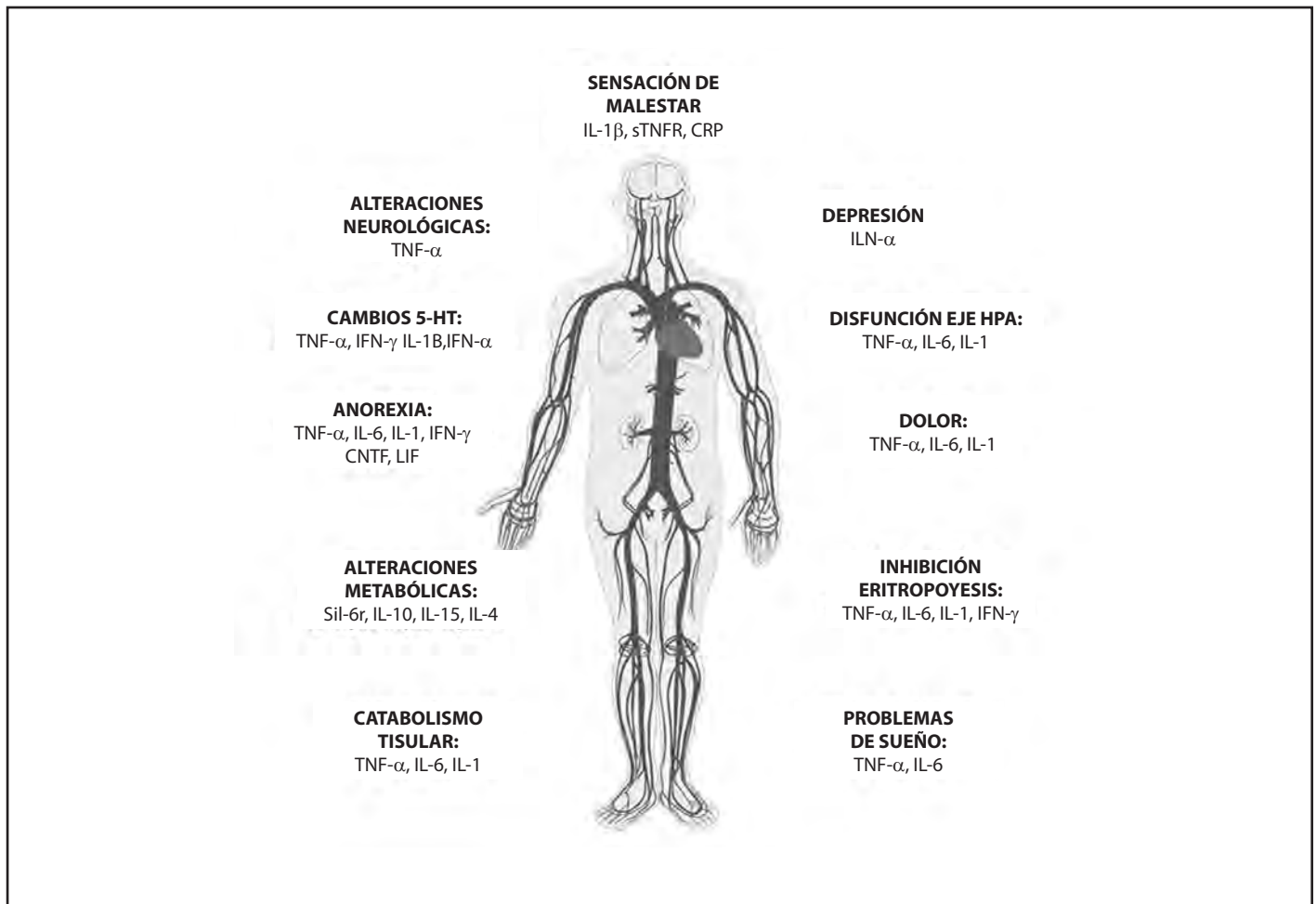
La inflamación crónica causa diferentes síntomas relacionados con la FRC^{2,72} como anemia, depresión o caquexia⁵¹. La relación más directa entre citoquinas y fatiga, se produce por las cantidades de receptor 1 del factor de necrosis tumoral (TNF) (sTNF-r1), proteína C reactiva (CRP) e interleukina IL-6, siendo esta última la que mayor importancia tiene en síntomas como los problemas de sueño y la depresión en SCM^{5,72}. La proteína AIS (*Anemia-Inducing Factor*), secretada por los tejidos cancerosos, deprime la producción de eritrocitos y la capacidad inmune de las células sanas, produce daño endotelial e incrementa la permeabilidad de los vasos y la fuga de factores de coagulación¹⁸, incentivando del desarrollo de anemia; adicionalmente, la AIS estimula la actividad lipolítica, participando en el desarrollo de anorexia y caquexia³⁰.

El desarrollo de caquexia, depende tanto de citoquinas catabólicas y proinflamatorias (IL-1, TNF- α , IL-6), como de citoquinas antiinflamatorias (IL-4, IL-10 e IL-12) y su capacidad de parar o revertir el proceso caquético³⁰. Durante el ejercicio, el tejido muscular es la mayor fuente de producción de citoquinas, sin embargo, la contracción regular de la musculatura produce mioquinas (antiinflamatorias), tanto en el tejido muscular como en ubicaciones más distantes, que podrían suprimir la actividad proinflamatoria, de manera que el entrenamiento habitual reduciría su nivel plasmático⁹. De hecho, las personas más activas, con o sin histórico de cáncer, tienen menores niveles de marcadores de inflamación (especialmente TNF- α , IL-6 y CPR)^{6,9}.

Se sabe que el EF continuado provoca cambios en la producción de mioquinas. Por un lado, la reducción de la miostatina permite una menor inhibición de la diana de rampamicina de mamífero (mTor), por lo que permite aumentar la síntesis tisular, una menor resistencia a la insulina y un descenso de la sarcopenia⁷³. Por otro lado, el aumento de secreción de IL-6 por el mayor reclutamiento de masa muscular, intensidad y duración del ejercicio, induce una mejor respuesta de citoquinas anti-inflamatorias como la IL-1Ra, IL-10, sTNF-R, e inhibe los efectos de la TNF- α ⁷³.

De esta manera, la liberación de citoquinas proinflamatorias durante el ejercicio se balancearía por la producción de citoquinas antiinflamatorias y sustancias inhibitoras de la respuesta inflamatoria⁹. Aunque se desconocen los mecanismos exactos por los que el ejercicio reduce la inflamación sistémica, se han considerado otros factores coadyuvantes como la reducción del peso corporal, el aumento de la sensibilidad a

Figura 2. Efectos de las citocinas en el organismo.



la insulina y la mejora de la función endotelial⁹, no sólo a nivel general, sino también en relación a la FRC^{72,74}.

Anemia

La anemia, según la NCCN, es uno de los factores de la FRC que podría ser tratable^{2,75,76}. Aunque depende del tipo de cáncer y su estadio, su prevalencia es muy alta, alcanzando al 30-80% de los pacientes⁷⁷. Puede producirse debido a problemas nutricionales, inhibición de la eritropoyesis², por el avance de la enfermedad o por los tratamientos aplicados⁷⁸. Aunque en algunos casos puede causar disnea del esfuerzo, dolor torácico, taquicardia, depresión, anorexia y alteraciones del sueño⁷⁸, la anemia se manifiesta, sobre todo, con fatiga^{76,78}. Adicionalmente, es importante considerar que, en algunos casos de SC, altera la CV y se asocia a un peor pronóstico y a una menor efectividad los tratamientos⁷⁸.

El tratamiento mediante transfusiones de agentes estimulantes de la eritropoyesis^{51,76,77} o de concentrados de hematíes⁷⁶, da resultados positivos respecto al nivel de energía de los pacientes⁷⁵, concentración de hemoglobina, CV y pronóstico⁷⁸, aunque por supuesto entraña ciertos

riesgos⁷⁶. Hay evidencia, por tanto, de que la CV mejora cuando lo hace el valor de hemoglobina⁷⁸.

De ese modo, el EF en caso de anemia sería efectivo, ya que estimula la producción de eritrocitos⁹. Concretamente el EA de intensidad moderada, como ocurre en población sana, aumenta el volumen sanguíneo por un aumento temprano del volumen plasmático, y uno posterior en el volumen eritrocitario, normalizando el hematocrito^{10,79}. Esto no solo mejora el transporte de oxígeno (al aumentar la masa total de hemoglobina), sino que también mejora el gasto cardíaco por aumento de la precarga en diástole¹⁰, ambos fundamentales en la reducción de la FRC. No obstante, si la anemia es severa (Hb <6 g/dL), se aconseja que la actividad deportiva se aplase hasta su mejora⁵⁰, aunque se mantengan las actividades de la vida diaria.

Alteraciones metabólicas en el músculo

Existen diversas teorías sobre la relación entre metabolismo muscular y FRC que podrían explicar, al menos en parte, la sensación de cansancio que describen los pacientes². Una de ellas es la desregula-

ción del ATP, provocada por el daño que el cáncer o sus tratamientos producen en el retículo sarcoplasmático celular, y que incrementa los niveles de calcio intracelular. Este fenómeno tiene distintas consecuencias posibles: una menor síntesis proteica; alteraciones en la liberación del calcio y una reducción de la sensibilidad al calcio de la actina y la miosina³¹. Unido a esto, la mayoría de los tumores degeneran el tejido muscular, desarrollándose una pérdida del mismo (caquexia) y distintas alteraciones en el metabolismo de sus nutrientes³⁰.

En este caso, se ha observado que los SC tienen menos resistencia muscular que los sujetos sanos y, que aquellos que tienen mayores niveles de fuerza muscular, son los que tienen menor nivel de FRC⁶. Por esto, parece que el EFz, al mejorar la sincronización de las unidades motoras, la actividad del sistema nervioso central y la excitabilidad de las neuronas motoras⁴⁴, podría mejorar la fuerza y funcionalidad muscular en SC⁶. El EA, por otra parte, produce un incremento del volumen, densidad y actividad enzimática mitocondrial, lo que varía la morfología muscular hacia un fenotipo más oxidativo y, por tanto, con mayor capacidad para sintetizar ATP¹⁰.

Tratamientos

Cada tratamiento aplicado, puede influir en la aparición de síntomas relacionados con la FRC (Tabla 1). De hecho, se sabe que la prevalencia y duración de la FRC es superior en pacientes que han sido sometidos a quimioterapia, en comparación con los que no⁸⁰; están ampliamente descritos los efectos de la radioterapia sobre los órganos vitales, trastornos del sueño, así como sobre los sofocos; y, por último, las artralgias son propias de los tratamientos hormonales.

Se considera que uno de los factores más determinantes para que se presente la FRC a causa de los tratamientos, es el incremento de citoquinas^{2,9}. Adicionalmente, medicamentos analgésicos o dirigidos a comorbilidades, como los β-bloqueantes, antidepresivos o antieméticos, pueden contribuir a aumentar la percepción de fatiga¹.

Entre los efectos de los tratamientos, directamente relacionados con la FRC, encontramos que:

- La cirugía puede comprometer el estado nutricional del paciente²⁸ y dañar los nervios periféricos o musculares, favoreciendo la aparición de dolor^{23,81}.
- La quimioterapia, incrementa el riesgo de desarrollar cardiopatías^{12,19,82}, toxicidad pulmonar⁸³; fallo ovárico, que acelera la pérdida de hueso en SCM²⁴ y reduce el efecto protector de los estrógenos sobre las citoquinas⁵². También puede producir alteraciones nerviosas sobre la capacidad muscular para generar fuerza, iniciando su atrofia y pérdida de función¹². Por último, afectar al sistema digestivo, con consecuencias a nivel nutricional²³.
- La radioterapia se relaciona igualmente con cardiopatías^{13,18}, daño pulmonar²², daños nerviosos por sus efectos sobre los vasos sanguíneos y a la fibrosis de los tejidos⁸¹, anemia⁷⁸ y alteraciones a nivel nutricional²⁸.
- Por último, el tratamiento hormonal con tamoxifeno, aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares¹³, toxicidad pulmonar y sofocos^{84,85}. En caso de usarse inhibidores de la aromatasa, hay mayor incidencia de hipercolesterolemia¹³ (y por tanto riesgo incrementado de infarto de miocardio⁸⁶), dolor articular e incremento de pérdida ósea y del riesgo de fractura⁵².

Tomando ciertas consideraciones previas al planteamiento del programa de entrenamiento¹⁴, el EF durante la quimioterapia, incluso el que se realiza en alta intensidad^{35,87}, ha probado ser seguro y beneficioso para pacientes de cáncer^{14,24,88}. Se sabe igualmente que el ejercicio promueve la liberación de citoquinas antiinflamatorias⁹ y en distintos estudios se han observado mejoras en el nivel cardiorrespiratorio^{13,14}, funcionalidad^{14,89}, fuerza muscular, fatiga¹⁴, composición corporal y CV⁸⁹.

Durante la radioterapia, el efecto del ejercicio sobre la FRC tiene un valor igualmente significativo, así, intervenciones exclusivamente de fuerza en SCM⁹⁰ y SCP⁹¹, permitieron una reducción en el nivel de fatiga o evitaron el deterioro que sufrieron los sujetos de los grupos control^{90,91}.

Tabla 1. Efectos secundarios de los tratamientos relacionados con la fatiga relativa al cáncer.

	T. Oncológicos	T. Analgésicos	Otros
Afección cardíaca	QT, RT, TX e IA		Antidepresivos
Afección pulmonar	QT, RT y TX	Buprenorfina, morfina y oxycodona	
Alteraciones nutricionales	C, QT, RT	Oxycodona	
Anemia	QT, RT		
Cambios de humor		Tramadol	
Daño hepático	QT, RT		
Daño nervioso	C, QT, RT		
Daño renal	QT, RT		
Fatiga	QT	Oxycodona y tramadol	Anticonvulsivantes
Insomnio	QT	Corticoides y oxycodona	
Insuficiencia renal		Morfina y paracetamol	
Pérdida de contractilidad muscular	QT		
Pérdida ósea	QT, IA		
Síntomas vasomotores	TX		
Somnolencia		Codeína, oxycodona y tramadol	Anticonvulsivantes

C: cirugía; QT: quimioterapia; RT: radioterapia; TX: tamoxifeno (tratamiento hormonal); IA: inhibidores de la aromatasa (tratamiento hormonal).

Disfunción del eje hipotalámico-pituitario-adrenal (HPA)

El cáncer y/o sus tratamientos ejercen un efecto directo sobre el eje HPA, alterando la liberación de cortisol² y de andrógenos⁵¹. Por ejemplo, se ha observado menor disminución de los niveles de cortisol durante el día, y concentraciones elevadas por la noche⁶ en SCM y SC de ovario, aquejadas de FRC; así como bajos niveles de testosterona, que se relacionan con la fatiga en SC varones⁷⁵. Adicionalmente, el cortisol, se libera en situaciones de estrés psicológico o físico², pero cuando el estrés se cronifica, aumenta la producción de citoquinas proinflamatorias y se interrumpe el funcionamiento del eje HPA, reduciéndose la liberación de cortisol y apareciendo síntomas compatibles con la FRC³¹.

En base a las investigaciones realizadas, la liberación hormonal que se produce en sujetos sanos durante el EA, podría estar alterada en SCM⁹², observándose que el efecto reductor del EF sobre el cortisol tras una sola sesión de EA de intensidad moderada, es menos acentuado en SCM en comparación con mujeres sanas⁹². Además, se sabe que no existe diferencia significativa en los niveles de cortisol entre SCM activas y no activas⁹³. Sin embargo, las interferencias que medicación, alteración del sueño, estrés psicológico y otros factores tienen sobre el sistema endocrino, no han permitido describir claramente la relación entre EF y cortisol, haciendo necesaria aún más investigación al respecto⁹³.

Desregulación de la serotonina

La serotonina (5-HT) regula procesos como el ciclo circadiano, el humor, el dolor, el apetito, y las funciones cardiovascular y muscular², procesos que influyen en la intensidad de la FRC³. Se ha descrito que, en pacientes de cáncer el incremento de serotonina en el cerebro parece disminuir el impulso nervioso a las fibras musculares²³ e influye en la activación del nervio vago aferente, reduciendo la capacidad de desarrollar EF². Además, el eje HPA también se ve directamente afectado por la serotonina, al aumentarse la liberación de la hormona liberadora de corticotropina (CRH), hormona diurética (ADH) y hormona adeno-corticotropa (ACTH)².

Cuando sujetos sanos realizan EF, dos mecanismos influyen en el aumento de la concentración de serotonina en el cerebro y, como consecuencia, en el incremento agudo de la fatiga⁹⁴. Por un lado, por el agotamiento de las reservas de glucógeno (si llegara a producirse), y por otro, por el incremento en el cerebro de la concentración de triptófano, precursor de la síntesis de 5-HT⁹⁴. Sin embargo, se han descrito descensos de cortisol y serotonina en mujeres mayores SCM tras 12 semanas de EA (cuatro sesiones semanales de caminata), con una consecuente mejora de la calidad del sueño, aunque no del nivel de FRC⁹⁵. Aun así, se desconoce si a largo plazo, el ejercicio podría normalizar el metabolismo de la serotonina en SC⁶.

Activación del nervio vago aferente

Se ha estudiado que un nervio vago sano podría inhibir la inflamación producida por el cáncer, y que su actividad, reflejada en el ritmo cardíaco basal, se asocia al pronóstico de diferentes tipos de cáncer⁹⁶. Así, por ejemplo, un ritmo cardíaco basal y una frecuencia cardíaca de recuperación (FC_{rec}) elevados, se asocian a un peor pronóstico para personas operadas de cáncer de pulmón⁹⁷. Cuando existe inflamación,

por la enfermedad y sus tratamientos, se produce una liberación de citoquinas a nivel periférico que activan las señales aferentes del nervio vago. Esto causa, entre otras manifestaciones, supresión de la actividad somática muscular, malestar^{2,31} y cambios en el hipotálamo³¹.

Se sabe que el EA mejora la capacidad aeróbica de los pacientes de cáncer, su FC_{rec} y la regulación autónoma del músculo cardíaco tanto durante como después de los tratamientos, especialmente en aquellos pacientes con peor capacidad cardiovascular⁹⁸. Aunque dichos resultados no se reflejen en el nivel de FRC, la mejora del tono vagal también puede reducir el riesgo de sufrir arritmias cardíacas, lo que podría incidir positivamente en la supervivencia de los SC⁹⁸.

Síntomas vasomotores: sofocos

Propios de la menopausia, afectan principalmente a supervivientes tratados con terapia hormonal como SCM⁹⁹ y SCP¹⁰⁰. Se consideran desencadenantes de fatiga por ser un síntoma molesto que interfiere en las actividades diarias⁸⁴, la CV^{84,101}, la adherencia al tratamiento¹⁰¹ y el descanso^{84,101,102}, pudiendo aumentar la percepción de dolor y la fatiga⁸⁴.

A pesar de que en mujeres sanas el EF es beneficioso para controlar los sofocos¹⁰³, el consejo general para SCM sugiere evitar los aumentos de temperatura corporal⁹⁹. En estas mujeres, los ejercicios respiratorios y la relajación progresiva sí parecen ser formas efectivas para reducir la frecuencia de este evento^{100,104}.

Conclusiones

Revisados los desencadenantes de FRC, puede valorarse no sólo la complejidad de este efecto secundario, sino que presenta un número importante de alteraciones fisiológicas que, además, producen efectos en otros procesos y aumentan el riesgo de desarrollar comorbilidades. De igual modo, se observa que existen desencadenantes de fatiga inherentes a la enfermedad y a su continuo, desencadenantes inevitables, y otros factores que podrían atajarse. En este sentido, cabría valorar la conveniencia de aplicar terapias preventivas para la FRC, como es el ejercicio físico.

Una de las conclusiones de este trabajo es que la disminución de la actividad y el desacondicionamiento físico, no sólo son desencadenantes de FRC en sí mismos, sino que, además, se ven muy agravados por una gran parte de los factores relacionados con este efecto secundario (Figura 1A). La conclusión quizá más importante de este trabajo es que el ejercicio físico no sólo puede revertir estos dos factores (al estar directamente relacionados con ellos), sino que además tiene efectos positivos sobre otros muchos factores desencadenantes de la FRC.

Esta revisión también concluye qué factores desencadenantes de FRC podrían mejorarse a través del ejercicio físico, ya sea durante el tratamiento o tras éste. Así, de forma directa con la FRC como outcome principal, hay evidencia de que el ejercicio físico mejora la FRC por sus efectos positivos sobre las disfunciones orgánicas, los problemas osteomusculares, el dolor y los efectos del tratamiento (Tabla 2). Adicionalmente, también encontramos evidencia de que el ejercicio físico tiene efectos positivos sobre otros desencadenantes como las altera-

Tabla 2. Efectos del ejercicio físico sobre los desencadenantes de fatiga relativa al cáncer.

Disminución AF y desacondicionamiento físico.	SC: ↑ nivel de AF autónoma ¹⁵
Disfunciones orgánicas	SCM: ↓ tensión arterial y colesterol; → circulación sanguínea ²⁴ , ↓ sintomatología FRC y mortalidad ¹¹ ; ↑ eficiencia cardiovascular, $VO_{2m\acute{a}x}^{10}$ SLH: ↑ eficiencia cardiovascular, $VO_{2m\acute{a}x}^{10}$
Problemas osteomusculares	SCP: ↓ problemas óseos ³⁴ ; → masa muscular y DMO ¹⁵ SCM: EFz → masa muscular y ↓ porcentaje graso durante tratamientos ²⁹ ; ↓ FRC ³⁵ ; ↑ DMO lumbar ³⁶ .
Dolor	SCM: ↓ reducen la intensidad del dolor y su impacto ⁴⁴⁻⁴⁸ SCC: ↓ reducen la intensidad del dolor y FCR; ↑ estado de ánimo ⁴⁹
Alteraciones nutricionales	SC: SE sobre aumento del apetito ⁵⁹ SCP: EF + dieta ↓ FRC ⁵⁷ SCM: EF + dieta → masa muscular ⁵⁸
Estrés, ansiedad y depresión.	SC: ↓ ansiedad, estrés y liberación de cortisol ⁶² SCM: ↓ sintomatología emocional ^{12,64} ; ≈ parámetros fisiológicos ⁶⁴
Problemas de sueño	SC: EA ↑ calidad de sueño ^{59,70} SCM: EFz ↑ calidad de sueño ⁷¹
Desregulación citoquinas	SC: ↑ citoquinas antiinflamatorias y mioquinas ⁹
Anemia	SC: ↑ producción de eritrocitos ⁹ , → normalización del hematocrito ^{10,79}
Alteraciones metabólicas en el músculo	SC: EFz → sincronización de unidades motoras, actividad SNS ⁴⁴ , ↑ fuerza y funcionalidad ⁶ . EA ↑ capacidad de síntesis ATP mitocondrial ¹⁰
Tratamientos	SC: ↑ nivel cardiorrespiratorio ^{13,14} , funcionalidad ^{14,89} , fuerza muscular ¹⁴ y CV ⁸⁹ ; ↓ inflamación ⁹ , FRC ¹⁴ ; → composición corporal ⁸⁹ SCM y SCP: EFz ↓ FRC ^{90,91}
Disfunción eje HPA	SC: SE SCM: → cortisol ⁹²
Desregulación de la serotonina	SC: SE SCM: ↓ 5-HT, ↑ calidad de sueño, ≈ FRC ⁹⁵
Activación del nervio vago aferente	SC: ↑ capacidad aeróbica, → tono vagal, ↓ riesgo arritmias cardíacas, ≈ FRC ⁹⁸
Síntomas vasomotores	SC: SE

5-HT: serotonina; AF: actividad física; CV: calidad de vida; DMO: densidad mineral ósea; EA: entrenamiento aeróbico; EF: ejercicio físico; EFz: entrenamiento de fuerza; HPA: hipotálamo-pituitario-adrenal; SC: supervivientes de cáncer; SCC: supervivientes de cáncer de colon; SCM: supervivientes de cáncer de mama; SCP: supervivientes de cáncer de próstata; SLH: supervivientes Linfoma de Hodking; SNS: sistema nervioso central.
→: efecto sobre; ↑: aumenta; ↓: disminuye; ≈: no varía; SE: sin evidencia

ciones psico-emocionales, los problemas de sueño, la desregulación de citoquinas, las alteraciones metabólicas musculares, la desregulación del sueño y la activación del nervio vago afrente. De este modo, la acción del ejercicio físico sobre la FRC en estos casos, sería indirecta pero igualmente efectiva para reducir su intensidad global. Sólo en tres de los quince desencadenantes de FRC no hay evidencia de un efecto positivo del ejercicio físico.

En conjunto, las conclusiones de esta revisión describen claramente el valor terapéutico, al menos coadyuvante, del ejercicio físico sobre los diferentes tipos de efectos secundarios del cáncer, haciendo muy recomendable la inclusión de los programas de ejercicio físico como una de las terapias preventivas para la FRC.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. Berger A, Mooney K, Alvarez-Perez A, Breitbart W, Carpenter K, Cella D, et al. Cancer-Related Fatigue, Version 2.2015. *J Natl Compr Canc Netw*. 2015;13:1012-39.

2. Ryan J, Carroll J, Ryan E, Mustian K, Fiscella K, Morrow G. Mechanisms of Cancer-Related Fatigue. *Oncologist*. 2007;12:22-34.

3. Ebede C, Jang Y, Escalante C. Cancer-Related Fatigue in Cancer Survivorship. *Med Clin North Am*. 2017;101:1085-97.

4. Servaes P, Verhagen C, Bleijenberg G. Fatigue in cancer patients during and after treatment: prevalence, correlates and interventions. *Eur J Cancer*. 2002;38:27-43.

5. Ji Y, Bo C, Xue X, Weng E, Gao G, Dai B, et al. Association of Inflammatory Cytokines With the Symptom Cluster of Pain, Fatigue, Depression, and Sleep Disturbance in Chinese Patients With Cancer. *J Pain Symptom Manage*. 2017;54:843-52.

6. Serdà i Ferrer B, Van Roekel E, Lynch B. The Role of Physical Activity in Managing Fatigue in Cancer Survivors. *Curr Nutr Rep*. 2018;7:59-69.

7. Kangas M, Bovbjerg D, Montgomery G. Cancer-related fatigue: A systematic and meta-analytic review of non-pharmacological therapies for cancer patients. *Psychol Bull*. 2008;134:700-41.

8. Alexander S, Minton O, Andrews P, Stone P. A comparison of the characteristics of disease-free breast cancer survivors with or without cancer-related fatigue syndrome. *Eur J Cancer*. 2009;45:384-92.

9. Mills R. Breast Cancer Survivors, Common Markers of Inflammation, and Exercise: A Narrative Review. *Breast Cancer (Auckl)*. 2017;11:117822341774397.

10. Jones L, Eves N, Haykowsky M, Freedland S, Mackey J. Exercise intolerance in cancer and the role of exercise therapy to reverse dysfunction. *Lancet Oncol*. 2009;10:598-605.

11. Scott J, Nilsen T, Gupta D, Jones L. Exercise Therapy and Cardiovascular Toxicity in Cancer. *Circulation*. 2018;137:1176-91.

12. Visovsky C. Muscle Strength, Body Composition, and Physical Activity in Women Receiving Chemotherapy for Breast Cancer. *Integr Cancer Ther*. 2006;5:183-91.

13. Mehta L, Watson K, Barac A, Beckie T, Bittner V, Cruz-Flores S, et al. Cardiovascular Disease and Breast Cancer: Where These Entities Intersect: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2018;137.
14. Adamsen L, Quist M, Andersen C, Moller T, Herrstedt J, Kronborg D, et al. Effect of a multimodal high intensity exercise intervention in cancer patients undergoing chemotherapy: randomised controlled trial. *BMJ*. 2009;339:b3410-b3410.
15. Galvão D, Newton R. Review of Exercise Intervention Studies in Cancer Patients. *J Clin Oncol*. 2005;23:899-909.
16. Clifford B, Mizrahi D, Sandler C, Barry B, Simar D, Wakefield C, et al. Barriers and facilitators of exercise experienced by cancer survivors: a mixed methods systematic review. *Support Care Cancer*. 2017;26:685-700.
17. Yang D, Hausien O, Aqeel M, Klonis A, Foster J, Renshaw D, et al. Physical activity levels and barriers to exercise referral among patients with cancer. *Patient Educ Couns*. 2017;100:1402-7.
18. Giza D, Iliescu G, Hassan S, Marmagkiolis K, Iliescu C. Cancer as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. *Curr Oncol Rep*. 2017;19.
19. Yu A, Jones L. Breast cancer treatment-associated cardiovascular toxicity and effects of exercise countermeasures. *Cardiooncology*. 2016;2.
20. Ponikowski P, Jankowska E. Patogenia y presentación clínica de la insuficiencia cardiaca aguda. *Rev Esp Cardiol*. 2015;68:331-7.
21. Howlader N, Noone A, Krapcho M, Miller D, Brest A, Yu M, et al. SEER Cancer Statistics Review, 1975-2017 (Internet). SEER. 2020. Disponible en https://seer.cancer.gov/csr/1975_2017/
22. Verdú Rotellar J, Algara López M, Foro Arnalot P, Domínguez Tarragona M, Blanch Mon A. Atención a los efectos secundarios de la radioterapia. *Medifam*. 2002;12.
23. Vega M, De Juan A, García A, López J, López C, López A, et al. Aspectos Psicológicos de la Toxicidad por Quimioterapia. *Psicooncología*. 2004;1:137-50.
24. Adraskela K, Veisaki E, Koutsilieris M, Philippou A. Physical Exercise Positively Influences Breast Cancer Evolution. *Clin Breast Cancer*. 2017;17:408-17.
25. Courneya KS, Sellar CM, Stevinson C, McNeely ML, Peddle CJ, Friedenreich CM, et al. Randomized controlled trial of the effects of aerobic exercise on physical functioning and quality of life in lymphoma patients. *J Clin Oncol*. 2009;27:4605-12.
26. Jones LW, Fels DR, West M, Allen JD, Broadwater G, Barry WT, et al. Modulation of circulating angiogenic factors and tumor biology by aerobic training in breast cancer patients receiving neoadjuvant chemotherapy. *Cancer Prev Res (Phila)*. 2013;6:925-37.
27. Courneya KS, Jones LW, Peddle CJ, Sellar CM, Reiman T, Joy AA, et al. Effects of aerobic exercise training in anemic cancer patients receiving darbepoetin alfa: a randomized controlled trial. *Oncologist*. 2008;13:1012-20.
28. García-Luna P, Parejo Campos J, Aliaga Verdugo A, Pachón Ibáñez J, Serrano Aguayo P, Pereira Cunill J. Nutrición y cáncer. *Nutr Hosp Suplementos*. 2012;5:17-32.
29. Padilha C, Marinello P, Galvão D, Newton R, Borges F, Frajacomo F, et al. Evaluation of resistance training to improve muscular strength and body composition in cancer patients undergoing neoadjuvant and adjuvant therapy: a meta-analysis. *J Cancer Surviv*. 2017;11:339-49.
30. Argiles J, Busquets S, López-Soriano F. Cytokines as mediators and targets for cancer cachexia. *Cancer Treat Res*. 2006;130:199-217.
31. O'Higgins C, Brady B, O'Connor B, Walsh D, Reilly R. The pathophysiology of cancer-related fatigue: current controversies. *Support Care Cancer*. 2018;26:3353-64.
32. Miller C, Jones R, Piantadosi S, Abeloff M, Spivak J. Decreased erythropoietin response in patients with the anemia of cancer. *N Engl J Med*. 1990;322:1689-92.
33. Schmidt S, Rohm M, Herzig S, Berriel Diaz M. Cancer Cachexia: More Than Skeletal Muscle Wasting. *Trends Cancer*. 2018;4:849-60.
34. Handforth C, D'Oronzo S, Coleman R, Brown J. Cancer Treatment and Bone Health. *Calcif Tissue Int*. 2018;102:251-64.
35. Mijwel S, Backman M, Bolam K, Olofsson E, Norrbohm J, Bergh J, et al. Highly favorable physiological responses to concurrent resistance and high-intensity interval training during chemotherapy: the OptiTrain breast cancer trial. *Breast Cancer Res Treat*. 2018;169:93-103.
36. Winters-Stone K, Dobek J, Nail L, Bennett J, Leo M, Naik A, et al. Strength training stops bone loss and builds muscle in postmenopausal breast cancer survivors: a randomized, controlled trial. *Breast Cancer Res Treat*. 2011;127:447-56.
37. Araujo A, Gómez M, Pascual J, Castañeda M, Pezonaga L, Borque J. Tratamiento del dolor en el paciente oncológico. *Anales Sis San Navarra [Internet]*. 2004;27(3):63-75. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272004000600007&lng=es&nrm=iso%3E
38. Neufeld N, Elnahal S, Alvarez R. Cancer pain: a review of epidemiology, clinical quality and value impact. *Future Oncol*. 2017;13:833-41.
39. Jara C, del Barco S, Grávalos C, Hoyos S, Hernández B, Muñoz M, et al. SEOM clinical guideline for treatment of cancer pain (2017). *Clin Trans Oncol*. 2017;20:97-107.
40. Nahman-Averbuch H, Granovsky Y, Sprecher E, Steiner M, Tzuk-Shina T, Pud D, et al. Associations between autonomic dysfunction and pain in chemotherapy-induced polyneuropathy. *Eur J Pain*. 2013;18:47-55.
41. Van der Gucht E, Dams L, Meeus M, Devoogdt N, Beintema A, Penen F, et al. Kinesophobia contributes to pain-related disability in breast cancer survivors: a cross-sectional study. *Support Care Cancer*. 2020 Jan.
42. Lima L, Abner T, Sluka K. Does exercise increase or decrease pain? Central mechanisms underlying these two phenomena. *J Physiol*. 2017;595:4141-50.
43. Da Silva Santos R, Galdino G. Endogenous systems involved in exercise-induced analgesia. *J Physiol Pharmacol*. 2018;69:3-13.
44. Reis A, Pereira P, Diniz R, de Castro Filha J, dos Santos A, Ramallo B, et al. Effect of exercise on pain and functional capacity in breast cancer patients. *Health Qual Life Outcomes*. 2018;16.
45. Espindula R, Nadas G, Rosa M, Foster C, Araújo F, Grande A. Pilates for breast cancer: A systematic review and meta-analysis. *Rev Assoc Med Bras*. 2017;63:1006-12.
46. Osypiuk K, Ligibel J, Giobbie-Hurder A, Vergara-Díaz G, Bonato P, Quinn R, et al. Qigong Mind-Body Exercise as a Biopsychosocial Therapy for Persistent Post-Surgical Pain in Breast Cancer: A Pilot Study. *Integr Cancer Ther*. 2020;19:1534735419893766.
47. De Groef A, Penen F, Dams L, Van der Gucht E, Nijs J, Meeus M. Best-Evidence Rehabilitation for Chronic Pain Part 2: Pain during and after Cancer Treatment. *J Clin Med*. 2019;8:E979
48. Maridaki M, Papadopetraki A, Karagianni H, Koutsilieris M, Philippou A. The assessment and relationship between quality of life and physical activity levels in Greek breast cancer female patients under chemotherapy. *Sports*. 2020;8:32.
49. Cantarero-Villanueva I, Cuesta-Vargas A, Lozano-Lozano M, Fernández-Lao C, Fernández-Pérez A, Galiano-Castillo N. Changes in Pain and Muscle Architecture in Colon Cancer Survivors After a Lumbopelvic Exercise Program: A Secondary Analysis of a Randomized Controlled Trial. *Pain Med*. 2017;18:1366-76.
50. Rock C, Doyle C, Demark-Wahnefried W, Meyerhardt J, Courneya K, Schwartz A, et al. Nutrition and physical activity guidelines for cancer survivors. *CA Cancer J Clin*. 2012;62:242-74.
51. Neeffes E, van der Vorst M, Blauwhoff-Buskermolen S, Verheul H. Aiming for a Better Understanding and Management of Cancer-Related Fatigue. *Oncologist*. 2013;18:1135-43.
52. Niravath P. Aromatase inhibitor-induced arthralgia: a review. *Ann Oncol*. 2013;24:1443-9.
53. Venkateshiah S, Ioachimescu O. Restless Legs Syndrome. *Crit Care Clin*. 2015;31:459-72.
54. Pérez Romano N, Poch E. Hiponatremia en oncología. *Nefrología Sup Ext*. 2011;2:61-6.
55. Oronsky B, Caroen S, Oronsky A, Dobalian V, Oronsky N, Lybeck M, et al. Electrolyte disorders with platinum-based chemotherapy: mechanisms, manifestations and management. *Cancer Chemother Pharmacol*. 2017;80:895-907.
56. Severino P, Netti L, Mariani M, Maraone A, D'Amato A, Scarpati R, et al. Prevention of Cardiovascular Disease: Screening for Magnesium Deficiency. *Cardiol Res Pract*. 2019;2019:1-10.
57. Baguley B, Bolam K, Wright O, Skinner T. The Effect of Nutrition Therapy and Exercise on Cancer-Related Fatigue and Quality of Life in Men with Prostate Cancer: A Systematic Review. *Nutrients*. 2017;9:1003.
58. McDonald C, Bauer J, Capra S, Coll J. The muscle mass, omega-3, diet, exercise and lifestyle (MODEL) study – a randomised controlled trial for women who have completed breast cancer treatment. *BMC Cancer*. 2014;14.
59. Nakano J, Hashizume K, Fukushima T, Ueno K, Matsuura E, Ikio Y, et al. Effects of Aerobic and Resistance Exercises on Physical Symptoms in Cancer Patients: A Meta-analysis. *Integr Cancer Ther*. 2018;17:1048-58.
60. Hofman M, Ryan J, Figueroa-Moseley C, Jean-Pierre P, Morrow G. Cancer-Related Fatigue: The Scale of the Problem. *Oncologist*. 2007;12:4-10.
61. Souza B, Moraes J, Inocenti A, Santos M, Silva A, Miasso A. Women with breast cancer taking chemotherapy: depression symptoms and treatment adherence. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2014;22:866-73.
62. Cuevas B, Hughes D, Parma D, Treviño-Whitaker R, Ghosh S, Li R, et al. Motivation, exercise, and stress in breast cancer survivors. *Support Care Cancer*. 2013;22:911-7.
63. Phillips K, Jim H, Small B, Tanvetyanon T, Roberts W, Jacobsen P. Effects of Self-directed Stress Management Training and Home-based Exercise on Stress Management Skills in Cancer Patients Receiving Chemotherapy. *Stress Health*. 2012;28:368-75.
64. Culos-Reed S, Carlson L, Daroux L, Hately-Aldous S. A pilot study of yoga for breast cancer survivors: physical and psychological benefits. *Psychooncology*. 2006;15:891-7.
65. Zhou J, Jolly S. Obstructive Sleep Apnea and Fatigue in Head and Neck Cancer Patients. *Am J Clin Oncol*. 2015;38:411-4.
66. Roscoe J, Kaufman M, Matteson-Rusby S, Palesh O, Ryan J, Kohli S, et al. Cancer-Related Fatigue and Sleep Disorders. *Oncologist*. 2007;12:35-42.

67. Ostacoli L, Saini A, Ferini-Strambi L, Castronovo V, Sguazzotti E, Picci R, et al. Restless legs syndrome and its relationship with anxiety, depression and quality of life in cancer patients undergoing chemotherapy. *Qual Life Res.* 2010;19:531-7.
68. Mercier J, Savard J, Bernard P. Exercise interventions to improve sleep in cancer patients: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev.* 2017;36:43-56.
69. Tang M, Liou T, Lin C. Improving sleep quality for cancer patients: benefits of a home-based exercise intervention. *Support Care Cancer.* 2009;18:1329-39.
70. Chiu H, Huang H, Chen P, Hou W, Tsai P. Walking Improves Sleep in Individuals With Cancer: A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. *Oncol Nurs Forum.* 2015;42:E54-E62.
71. Steindorf K, Wiskemann J, Ulrich C, Schmidt M. Effects of exercise on sleep problems in breast cancer patients receiving radiotherapy: a randomized clinical trial. *Breast Cancer Res Treat.* 2017;162:489-99.
72. LaVoy E, Fagundes C, Dantzer R. Exercise, inflammation, and fatigue in cancer survivors. *Exerc Immunol Rev.* 2016;22:82-93.
73. Fiuzza-Luces C, Garatachea N, Berger NA, Lucia A. Exercise is the real polypill. *Physiology (Bethesda).* 2013;28:330-58.
74. Himbert C, Ose J, Lin T, Warby CA, Gigic B, Steindorf K, et al. Inflammation and angiogenesis related biomarkers are correlated with cancer-related fatigue in colorectal cancer patients: Results from the ColoCare Study. *Eur J Cancer Care (Engl).* 2019;28:e13055.
75. Shafiqat A, Einhorn L, Hanna N, Sledge G, Hanna A, Juliar B, et al. Screening studies for fatigue and laboratory correlates in cancer patients undergoing treatment†. *Ann Oncol.* 2005;16:1545-50.
76. Rodgers G, Becker P, Blinder M, Cella D, Chanan-Khan A, Cleeland C, et al. Cancer- and Chemotherapy-Induced Anemia. *J Natl Compr Canc Netw.* 2012;10:628-53.
77. Knight K, Wade S, Balducci L. Prevalence and outcomes of anemia in cancer: a systematic review of the literature. *Am J Med.* 2004;116:11-26.
78. Otón Sánchez C, Peñate González G, Otón Sánchez L. Eritropoyetina en la anemia del paciente oncológico. Luces y sombras. *Med Clin.* 2005;124:186-95.
79. Mohamady H, Elsisy H, Aneis Y. Impact of moderate intensity aerobic exercise on chemotherapy-induced anemia in elderly women with breast cancer: A randomized controlled clinical trial. *J Adv Res.* 2017;8:7-12.
80. Jacobsen P, Hann D, Azzarello L, Horton J, Balducci L, Lyman G. Fatigue in women receiving adjuvant chemotherapy for breast cancer: characteristics, cause and correlates. *J Pain Symptom Manage.* 1999;18.
81. Grisold W, Grisold A, Löscher W. Neuromuscular complications in cancer. *J Neurol Sci.* 2016;367:184-202.
82. Navarrete Hurtado S, Castellanos García A, Chaparro Sanabria A. Cardiotoxicidad por quimioterapia Un enfoque práctico para el clínico. *Insuf Card.* 2011;6(3).
83. Carrión Valero F, Marín Pardo J. Toxicidad pulmonar por fármacos. *Arch Bronconeumol.* 1999;35:550-9.
84. Chang H, Jotwani A, Lai Y, Jensen M, Syrjala K, Fann J, et al. Hot flashes in breast cancer survivors: Frequency, severity and impact. *Breast.* 2016;27:116-21.
85. Lee C, Fox P, Balakrishnar B, Balleine R, Gao B, Provan P, et al. Tamoxifen-induced severe hot flashes and endoxifen levels: is dose reduction a safe and effective strategy?. *Breast.* 2019;46:52-7.
86. Abdel-Qadir H, Amir E, Fischer H, Fu L, Austin P, Harvey P, et al. The risk of myocardial infarction with aromatase inhibitors relative to tamoxifen in post-menopausal women with early stage breast cancer. *Eur J Cancer.* 2016;68:11-21.
87. Mijwel S, Backman M, Bolam K, Jervaeus A, Sundberg C, Margolin S, et al. Adding high-intensity interval training to conventional training modalities: optimizing health-related outcomes during chemotherapy for breast cancer: the OptiTrain randomized controlled trial. *Breast Cancer Res Treat.* 2017;168:79-93.
88. Schmitz K, Courneya K, Matthews C, Demark-Wahnefried W, Galvão D, Pinto B, et al. American College of Sports Medicine Roundtable on Exercise Guidelines for Cancer Survivors. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:1409-26.
89. Campbell A, Mutrie N, White F, McGuire F, Kearney N. A pilot study of a supervised group exercise programme as a rehabilitation treatment for women with breast cancer receiving adjuvant treatment. *Eur J Oncol Nurs.* 2005;9:56-63.
90. Wiskemann J, Schmidt M, Klassen O, Debus J, Ulrich C, Pothoff K, et al. Effects of 12-week resistance training during radiotherapy in breast cancer patients. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;27:1500-10.
91. Hojan K, Kwiatkowska-Borowczyk E, Leporowska E, Göreck M, Ozga- Majchrzak O, Milecki T, et al. Physical exercise for functional capacity, blood immune function, fatigue, and quality of life in high-risk prostate cancer patients during radiotherapy: a prospective, randomized clinical study. *Eur J Phys Rehabil Med* 2016;52:489-501.
92. Evans E, Hackney A, Pebole M, McMurray R, Muss H, Deal A, et al. Adrenal Hormone and Metabolic Biomarker Responses to 30 min of Intermittent Cycling Exercise in Breast Cancer Survivors. *Int J Sports Med.* 2016;37:921-9.
93. Lambert M, Brunet J, Couture-Lalande M, Bielajew C. Aerobic physical activity and salivary cortisol levels among women with a history of breast cancer. *Complement Ther Med.* 2019;42:12-8.
94. Meeusen R, Watson P, Hasegawa H, Roelands B, Piacentini M. Central Fatigue. *Sports Med.* 2006;36:881-909.
95. Payne J, Held J, Thorpe J, Shaw H. Effect of Exercise on biomarkers, fatigue, sleep disturbances and depressive symptoms in older woman with breast cancer receiving hormonal therapy. *Oncol Nurs Forum.* 2008;35:635-42.
96. Reijmen E, Vannucci L, De Couck M, De Grève J, Gidron Y. Therapeutic potential of the vagus nerve in cancer. *Immunol Lett.* 2018;202:38-43.
97. Ha D, Choi H, Zell K, Raymond D, Stephans K, Wang X, et al. Association of impaired heart rate recovery with cardiopulmonary complications after lung cancer resection surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;149:1168-73.e3.
98. Niederer D, Vogt L, Gonzalez-Rivera J, Schmidt K, Banzer W. Heart rate recovery and aerobic endurance capacity in cancer survivors: interdependence and exercise-induced improvements. *Support Care Cancer.* 2015;23:3513-20.
99. Loprinzi C, Wolf S, Barton D, Laack N. Symptom management in premenopausal patients with breast cancer. *Lancet Oncol.* 2008;9:993-1001.
100. Challapalli A, Edwards S, Abel P, Mangar S. Evaluating the prevalence and predictive factors of vasomotor and psychological symptoms in prostate cancer patients receiving hormonal therapy: Results from a single institution experience. *Clin Trans Radiat Oncol.* 2018;10:29-35.
101. Hutton B, Yazdi F, Bordeleau L, Morgan S, Cameron C, Kanji S, et al. Comparison of physical interventions, behavioral interventions, natural health products, and pharmacologics to manage hot flashes in patients with breast or prostate cancer: protocol for a systematic review incorporating network meta-analyses. *Syst Rev.* 2015;4.
102. Leysen L, Lahousse A, Nijs J, Adriaenssens N, Mairesse O, Ivakhnov S, et al. Prevalence and risk factors of sleep disturbances in breast cancer survivors: systematic review and meta-analyses. *Support Care Cancer.* 2019;27:4401-33.
103. Gibson C, Matthews K, Thurston R. Daily physical activity and hot flashes in the Study of Women's Health Across the Nation (SWAN) Flashes Study. *Fertil Steril.* 2014;101:1110-6.
104. Kligman L, Younus J. Management of hot flashes in women with breast cancer. *Curr Oncol.* 2010;17.



XVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE

UNIVERSIDAD, CIENCIA Y MEDICINA AL SERVICIO DEL DEPORTE



Nueva fecha
25-27 de noviembre de 2021

UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA (UCAM)
26-28 DE NOVIEMBRE DE 2020

UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA
CAMPUS DE LOS JERÓNIMOS, GUADALUPE 30107
(MURCIA) - ESPAÑA

XVIII Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Fecha

25-27 de Noviembre de 2021

Lugar

Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM)
Campus de los Jerónimos
30107 Guadalupe (Murcia)
Página web: <https://www.ucam.edu/>

Secretaría Científica

Sociedad Española de Medicina del Deporte
Dirección: C/ Cánovas nº 7, bajo
50004 Zaragoza
Teléfono: +34 976 02 45 09
Correo electrónico: congresos@femede.es
Página web: <http://www.femede.es/congresomurcia2020>

Secretaría Técnica

Viajes El Corte Inglés S.A.
División Eventos Deportivos
C/ Tarifa, nº 8. 41002 Sevilla
Teléfono: + 34 954 50 66 23
Correo electrónico: areaeventos@viajeseci.es
Personas de contacto: Marisa Sirodey y Silvia Herreros

SESIONES PLENARIAS Y PONENCIAS OFICIALES

- Síndrome compartimental en el deporte.
- Síndrome compartimental en el deporte.
- Aplicación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca al entrenamiento deportivo.
- Sistemas complejos y deportes de equipo.
- Respuestas fisiológicas y patológicas de la frecuencia cardíaca y de la tensión arterial en la ergometría.
- Sistemas de sponsorización deportiva
- Medicina biológica. Células madre.
- Entrenamiento en deportistas de superélite.

Idioma oficial

El lenguaje oficial del Congreso es el español.
Traducción simultánea de sesiones plenarias y ponencias.



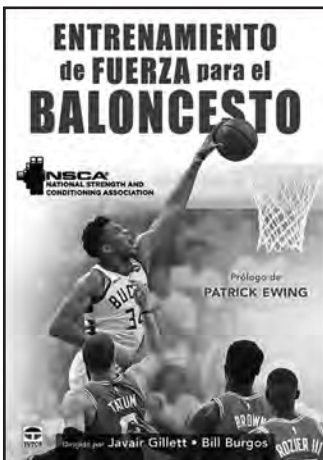
PREDEPORTE® El manual del entrenador de base

ISBN: 978-84-18655-00-5
Referencia: 500681
Editorial: Tutor, S.A.
Nº páginas: 176
Formato: 17 x 24 cm
Encuadernación: Rústica cosida
Ilustraciones: B/N
Precio con IVA: 21,00 €
Autor: Diego A. Alonso Aubin

Cada día cobran mayor relevancia la actividad física y el deporte en todas las edades, con especial importancia en la población infantil y adolescente. Los niños y jóvenes deben emplear las etapas de formación para alcanzar un nivel elevado de funcionalidad y habilidades motrices mientras juegan, se divierten y participan en actividades físico-deportivas, a la par que optimizan su desarrollo atlético, fuerza, resistencia y velocidad. En estas etapas, especialmente, los entrenadores son clave para diseñar, impartir y evaluar los programas de entrenamiento destinados a estos grupos de población.

Para cumplir con sus necesidades surge la actividad Predeporte®.

Este libro es el manual que aporta a los entrenadores las habilidades y recursos para poder programar y planificar los entrenamientos sobre las necesidades y objetivos de cada etapa de desarrollo. En sus páginas, los entrenadores de base hallarán los conocimientos técnicos necesarios para evaluar las aptitudes físicas de los deportistas y configurar programas físicos adaptados a las necesidades y objetivos de cada etapa e individuo. Se completa con más de 40 ejercicios y de 300 referencias bibliográficas.



ENTRENAMIENTO DE FUERZA PARA EL BALONCESTO Mejorar el rendimiento con base en la ciencia

ISBN: 978-84-16676-93-4
Referencia: 500667
Editorial: Tutor, S.A.
Nº páginas: 352
Formato: 17 x 24 cm
Ilustraciones: B/N
Precio con IVA: 35,00 €
Autores: NSCA, J. Gillett y B. Burgos

Desarrollado con la experiencia de la *National Strength and Conditioning Association* (NSCA), este libro muestra cómo diseñar programas de entrenamiento de fuerza, que desarrollarán el potencial de tus deportistas sobre la cancha, basándose en las exigencias físicas de cada posición: base, alaplivot, pivót, escolta y alero. También encontrarás lo siguiente: 20 protocolos de pruebas para la fuerza, potencia, velocidad, agilidad y capacidad aeróbica; 18 ejercicios para todo el cuerpo con 2 variantes; 19 ejercicios para la parte inferior del cuerpo con 3 variantes; 17 ejercicios para la parte superior del

cuerpo; 11 ejercicios para la zona media (core) con 5 variantes; y 16 ejemplos de programas específicos en relación con la temporada.

Respaldo por la NSCA, y con el conocimiento y la experiencia de exitosos profesionales de la fuerza y el acondicionamiento físico del baloncesto en diferentes niveles, hasta el profesional, este libro es un autorizado recurso para crear programas de entrenamiento de fuerza, específicos del baloncesto, que ayuden a tus deportistas a optimizar su fuerza y transferirla con éxito a la cancha.



CIENCIA Y DESARROLLO DE LA HIPERTROFIA MUSCULAR Nueva edición de la fuente definitiva de información relativa a la hipertrofia muscular

ISBN: 987-84-18655-01-2
Referencia: 525008
Editorial: Tutor, S.A.
Encuadernación: Rústica cosida
Nº páginas: 320
Formato: 21,5 x 28 cm
Ilustraciones: Color
Precio con IVA: 55,00 €
Autor: Brad Schoenfeld

Este libro es el recurso más completo del mundo sobre hipertrofia muscular y su aplicación al diseño de programas de entrenamiento. Escrito por Brad Schoenfeld, reconocido experto internacional de la materia, constituye la explicación definitiva de todo lo relacionado con la hipertrofia muscular: los mecanismos de su desarrollo, la forma en que cambia el cuerpo estructural y hormonalmente cuando se expone a estrés, las maneras de diseñar los programas de entrenamiento más eficaces y las pautas nutricionales para obtener cambios hipertróficos.

Esta nueva edición ampliada y actualizada ofrece más de 1.000 referencias bibliográficas y pautas aplicadas a

lo largo de todo el libro. La inclusión de dos capítulos completamente nuevos, proporciona directrices prácticas para medir la hipertrofia muscular y estrategias de entrenamiento avanzadas para maximizar el potencial genético. Varias características ayudan a hacer los contenidos más accesibles, incluyendo recuadros de texto que resaltan información actual acerca de la hipertrofia muscular para garantizar que las prácticas empleadas en los entrenamientos estén al día, y secciones de contenido específico que describen cómo aplicar las conclusiones de las investigaciones para lograr una hipertrofia muscular máxima.

Curso "ANTROPOMETRÍA PARA TITULADOS EN CIENCIAS DEL DEPORTE. ASPECTOS TEÓRICOS"

Curso dirigido a los titulados en Ciencias del Deporte destinado a facilitar a los alumnos del curso los conocimientos necesarios para conocer los fundamentos de la antropometría (puntos anatómicos de referencia, material antropométrico, protocolo de medición, error de medición, composición corporal, somatotipo, proporcionalidad) y la relación entre la antropometría, la salud y el rendimiento deportivo.

Curso "ANTROPOMETRÍA PARA SANITARIOS. ASPECTOS TEÓRICOS"

Curso dirigido a sanitarios destinado a facilitar los conocimientos necesarios para conocer los fundamentos de la antropometría (puntos anatómicos de referencia, material antropométrico, protocolo de medición, error de medición, composición corporal, somatotipo, proporcionalidad) y la relación entre la antropometría y la salud.

Curso "PREVENCIÓN DEL DOPAJE PARA MÉDICOS"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar os conocimientos específicos sobre el dopaje, sobre las sustancias y métodos de dopaje, sus efectos, sus consecuencias, saber el riesgo que corren los deportistas en caso de que se les detecten esas sustancias, cómo pueden utilizar la medicación que está prohibida y conocer las estrategias de prevención del dopaje.

Curso "PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO PARA PACIENTES CRÓNICOS"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos sobre los riesgos ligados al sedentarismo y las patologías crónicas que se benefician del ejercicio físico, los conceptos básicos sobre el ejercicio físico relacionado con la salud, el diagnóstico y evaluación como base para la prescripción del ejercicio físico, los principios de la prescripción del ejercicio físico, además de describir las evidencias científicas sobre los efectos beneficiosos y útiles del ejercicio físico.

Curso "ENTRENAMIENTO, RENDIMIENTO, PREVENCIÓN Y PATOLOGÍA DEL CICLISMO"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias y a los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, destinado al conocimiento de las prestaciones y rendimiento del deportista, para que cumpla con sus expectativas competitivas y de prolongación de su práctica deportiva, y para que la práctica deportiva minimice las consecuencias que puede tener para su salud, tanto desde el punto de vista médico como lesional.

Curso "FISIOLOGÍA Y VALORACIÓN FUNCIONAL EN EL CICLISMO"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias y a los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, destinado al conocimiento profundo de los aspectos fisiológicos y de valoración funcional del ciclismo.

Curso "CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos para el estudio del sistema cardiocirculatorio desde el punto de vista de la actividad física y deportiva, para diagnosticar los problemas cardiovasculares que pueden afectar al deportista, conocer la aptitud cardiológica para la práctica deportiva, realizar la prescripción de ejercicio y conocer y diagnosticar las enfermedades cardiovasculares susceptibles de provocar la muerte súbita del deportista y prevenir su aparición.

Curso "ELECTROCARDIOGRAFÍA PARA MEDICINA DEL DEPORTE"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos para el estudio del sistema cardiocirculatorio desde el punto de vista del electrocardiograma (ECG).

Curso "AYUDAS ERGOGÉNICAS"

Curso abierto a todos los interesados en el tema que quieren conocer las ayudas ergogénicas y su utilización en el deporte.

Curso "ALIMENTACIÓN, NUTRICIÓN E HIDRATACIÓN EN EL DEPORTE"

Curso dirigido a médicos destinado a facilitar al médico relacionado con la actividad física y el deporte la formación precisa para conocer los elementos necesarios para la obtención de los elementos energéticos necesarios para el esfuerzo físico y para prescribir una adecuada alimentación del deportista.

Curso "ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTE"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias (existe un curso específico para médicos) y para los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, dirigido a facilitar a los profesionales relacionados con la actividad física y el deporte la formación precisa para conocer los elementos necesarios para la obtención de los elementos energéticos necesarios para el esfuerzo físico y para conocer la adecuada alimentación del deportista.

Curso "ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTE" Para Diplomados y Graduados en Enfermería

Curso dirigido a facilitar a los Diplomados y Graduados en Enfermería la formación precisa para conocer los elementos necesarios para la obtención de los elementos energéticos necesarios para el esfuerzo físico y para conocer la adecuada alimentación del deportista.

Más información:
www.femede.es

Normas de publicación de Archivos de Medicina del Deporte

La Revista ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE (Arch Med Deporte) con ISSN 0212-8799 es la publicación oficial de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED). Edita trabajos originales sobre todos los aspectos relacionados con la Medicina y las Ciencias del Deporte desde 1984 de forma ininterrumpida con una periodicidad trimestral hasta 1995 y bimestral a partir de esa fecha. Se trata de una revista que utiliza fundamentalmente el sistema de revisión externa por dos expertos (*peer-review*). Incluye de forma regular artículos sobre investigación clínica o básica relacionada con la medicina y ciencias del deporte, revisiones, artículos o comentarios editoriales, y cartas al editor. Los trabajos podrán ser publicados EN ESPAÑOL O EN INGLÉS. La remisión de trabajos en inglés será especialmente valorada.

En ocasiones se publicarán las comunicaciones aceptadas para presentación en los Congresos de la Sociedad.

Los artículos Editoriales se publicarán sólo previa solicitud por parte del Editor.

Los trabajos admitidos para publicación quedarán en propiedad de SEMED y su reproducción total o parcial deberá ser convenientemente autorizada. Todos los autores de los trabajos deberán enviar por escrito una carta de cesión de estos derechos una vez que el artículo haya sido aceptado.

Envío de manuscritos

1. Los trabajos destinados a publicación en la revista Archivos de Medicina del Deporte se enviarán a través del sistema de gestión editorial de la revista (<http://archivosdemedicinadeldeporte.com/revista/index.php/amd>).
2. Los trabajos deberán ser remitidos, a la atención del Editor Jefe.
3. Los envíos constarán de los siguientes documentos:
 - a. **Carta al Editor** de la revista en la que se solicita el examen del trabajo para su publicación en la Revista y se especifica el tipo de artículo que envía.
 - b. **Página de título** que incluirá exclusivamente y por este orden los siguiente datos: Título del trabajo (español e inglés), nombre y apellidos de los autores en este orden: primer nombre, inicial del segundo nombre si lo hubiere, seguido del primer apellido y opcionalmente el segundo de cada uno de ellos; titulación oficial y académica, centro de trabajo, dirección completa y dirección del correo electrónico del responsable del trabajo o del primer autor para la correspondencia. También se incluirán los apoyos recibidos para la realización del estudio en forma de becas, equipos, fármacos...
 - c. **Manuscrito**. Debe escribirse a doble espacio en hoja DIN A4 y numerados en el ángulo superior derecho. Se recomienda usar formato Word, tipo de letra Times New Roman tamaño 12.

Este texto se iniciará con el título del trabajo (español e inglés), resumen del trabajo en español e inglés, que tendrá una extensión de 250-300 palabras. Incluirá la intencionalidad del trabajo (motivo y objetivos de la investigación), la metodología empleada, los resultados más destacados y las principales conclusiones. Ha de estar redactado de tal modo que permita comprender la esencia del artículo sin leerlo total o parcialmente. Al pie de cada resumen se especificarán de tres a diez palabras clave en castellano e inglés (keyword), derivadas del Medical Subject Headings (MeSH) de la National Library of Medicine (disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>).

Después se escribirá el texto del trabajo y la bibliografía.

En el documento de texto, al final, se incluirán las leyendas de las tablas y figuras en hojas aparte.

- d. **Tablas**. Se enviarán en archivos independientes en formato JPEG y en formato word. Serán numeradas según el orden de aparición en el texto, con el título en la parte superior y las abreviaturas descritas en la parte inferior. Todas las abreviaturas no estándar que se usen en las tablas serán explicadas en notas a pie de página.

Las tablas se numerarán con números arábigos según su orden de aparición en el texto.

En el documento de texto, al final, se incluirán las leyendas de las tablas y figuras en hojas aparte.

- e. **Figuras**. Se enviarán en archivos independientes en formato JPEG de alta resolución. Cualquier tipo de gráficos, dibujos y fotografías serán denominados figuras. Deberán estar numeradas correlativamente según el orden de aparición en el texto y se enviarán en blanco y negro (excepto en aquellos trabajos en que el color esté justificado).

Se numerarán con números arábigos según su orden de aparición en el texto.

La impresión en color tiene un coste económico que tiene que ser consultado con el editor.

En el documento de texto, al final, se incluirán las leyendas de las tablas y figuras en hojas aparte.

- f. **Propuesta de revisores**. El responsable del envío propondrá un máximo de cuatro revisores que el editor podrá utilizar si lo considera necesario. De los propuestos, uno al menos será de nacionalidad diferente del responsable del trabajo. No se admitirán revisores de instituciones de los firmantes del trabajo.
- g. **Carta de originalidad y cesión de derechos**. Se certificará, por parte de todos los autores, que se trata de un original que no ha sido previamente publicado total o parcialmente.
- h. **Consentimiento informado**. En caso de que proceda, se deberá adjuntar el documento de consentimiento informado

que se encuentra en la web de la revista Archivos de Medicina del Deporte.

- i. **Declaración de conflicto de intereses.** Cuando exista alguna relación entre los autores de un trabajo y cualquier entidad pública o privada de la que pudiera derivarse un conflicto de intereses, debe de ser comunicada al Editor. Los autores deberán cumplimentar un documento específico.
En el sistema de gestión editorial de la revista se encuentran modelos de los documentos anteriores.
4. La extensión del texto variará según la sección a la que vaya destinado:
 - a. **Originales:** Máximo de 5.000 palabras, 6 figuras y 6 tablas.
 - b. **Revisión:** Máximo de 5.000 palabras, 5 figuras y 4 tablas. En caso de necesitar una mayor extensión se recomienda comunicarse con el Editor de la revista.
 - c. **Editoriales:** Se realizarán por encargo del comité de redacción.
 - d. **Cartas al Editor:** Máximo 1.000 palabras.
5. **Estructura del texto:** variará según la sección a la que se destine:
 - a. **ORIGINALES:** Constará de una **introducción**, que será breve y contendrá la intencionalidad del trabajo, redactada de tal forma que el lector pueda comprender el texto que le sigue. **Material y método:** Se expondrá el material utilizado en el trabajo, humano o de experimentación, sus características, criterios de selección y técnicas empleadas, facilitando los datos necesarios, bibliográficos o directos, para que la experiencia relatada pueda ser repetida por el lector. Se describirán los métodos estadísticos con detalle. **Resultados:** Relatan, no interpretan, las observaciones efectuadas con el material y método empleados. Estos datos pueden publicarse en detalle en el texto o bien en forma de tablas y figuras. No se debe repetir en el texto la información de las tablas o figuras. **Discusión:** Los autores expondrán sus opiniones sobre los resultados, posible interpretación de los mismos, relacionando las propias observaciones con los resultados obtenidos por otros autores en publicaciones similares, sugerencias para futuros trabajos sobre el tema, etc. Se enlazarán las conclusiones con los objetivos del estudio, evitando afirmaciones gratuitas y conclusiones no apoyadas por los datos del trabajo. Los **agradecimientos** figurarán al final del texto.
 - b. **REVISIONES:** El texto se dividirá en todos aquellos apartados que el autor considere necesarios para una perfecta comprensión del tema tratado.
 - c. **CARTAS AL EDITOR:** Tendrán preferencia en esta Sección la discusión de trabajos publicados en los dos últimos números con la aportación de opiniones y experiencias resumidas en un texto de 3 hojas tamaño DIN A4.
 - d. **OTRAS:** Secciones específicas por encargo del comité editorial de la revista.
6. **Bibliografía:** Se presentará al final del manuscrito y se dispondrá según el orden de aparición en el texto, con la correspondiente numeración correlativa. En el texto del artículo constará siempre la numeración de la cita entre paréntesis, vaya o no vaya acompañado del nombre de los autores; cuando se mencione a éstos en el texto, si se trata de un trabajo realizado por dos, se mencionará a ambos, y si son más de dos, se citará el primero seguido de la abreviatura "et al.". No se incluirán en las citas bibliográficas comunicaciones personales, manuscritos o cualquier dato no publicado.

La abreviatura de la revista Archivos de Medicina del Deporte es *Arch Med Deporte*.

Las citas bibliográficas se expondrán del modo siguiente:

- **Revista:** Número de orden; apellidos e inicial del nombre de los autores del artículo sin puntuación y separados por una coma entre sí (si el número de autores es superior a seis, se incluirán los seis primeros añadiendo a continuación et al.); título del trabajo en la lengua original; título abreviado de la revista, según el World Medical Periodical; año de la publicación; número de volumen; página inicial y final del trabajo citado. Ejemplo: 1. Calbet JA, Radegran G, Boushel R, Saltin B. On the mechanisms that limit oxygen uptake during exercise in acute and chronic hypoxia: role of muscle mass. *J Physiol*. 2009;587:477-90.
 - **Capítulo en libro:** Número de orden; autores, título del capítulo, editores, título del libro, ciudad, editorial, año y páginas. Ejemplo: Iselin E. Maladie de Kienbock et Syndrome du canal carpien. En: Simon L, Alieu Y. *Poignet et Medecine de Reeducation*. Londres: Collection de Pathologie Locomotrice Masson; 1981. p. 162-6.
 - **Libro.** número de orden; autores, título, ciudad, editorial, año de la edición, página de la cita. Ejemplo: Balius R. *Ecografía muscular de la extremidad inferior. Sistemática de exploración y lesiones en el deporte*. Barcelona. Editorial Masson; 2005. p. 34.
 - **Material electrónico,** artículo de revista electrónica: Ejemplo: Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Infect Dis*. (revista electrónica) 1995 JanMar (consultado 0501/2004).
Disponible en: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>
7. La Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE comunicará la recepción de los trabajos enviados e informará con relación a la aceptación y fecha posible de su publicación.
 8. ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE, oídas las sugerencias de los revisores (la revista utiliza el sistema de corrección por pares), podrá rechazar los trabajos que no estime oportunos, o bien indicar al autor aquellas modificaciones de los mismos que se juzguen necesarias para su aceptación.
 9. La Dirección y Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE no se responsabilizan de los conceptos, opiniones o afirmaciones sostenidos por los autores de sus trabajos.
 10. Envío de los trabajos: Los trabajos destinados a publicación en la revista Archivos de Medicina del Deporte se enviarán a través del sistema de gestión editorial de la revista (<http://archivosdemedicinadeldeporte.com/revista/index.php/amd>).

Ética

Los autores firmantes de los artículos aceptan la responsabilidad definida por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas <http://www.wame.org/> (World Association of Medical Editors).

Los trabajos que se envían a la Revista ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE para evaluación deben haberse elaborado respetando las recomendaciones internacionales sobre investigación clínica y con animales de laboratorio, ratificados en Helsinki y actualizadas en 2008 por la Sociedad Americana de Fisiología (<http://www.wma.net/es/10home/index.html>).

Para la elaboración de ensayos clínicos controlados deberá seguirse la normativa CONSORT, disponible en: <http://www.consort-statement.org/>.

Hoja de inscripción a SEMED-FEMEDE 2021

Nombre Apellidos DNI

Calle Nº C.P.

Población Provincia

Tel. Fax e-mail Titulación

La cuota anual de SEMED-FEMEDE

- 75€**
Incluye la recepción de los seis números anuales de la **Revista Archivos de Medicina del Deporte** y pertenecer a SEMED-FEMEDE
- 99€**
Incluye lo anterior y pertenecer a una Asociación regional que rogamos señale a continuación
- Andalucía (AMEFDA) Canarias Cataluña EKIME (P. Vasco)
- Andalucía (SAMEDE) Cantabria Galicia Rioja
- Aragón Castilla La Mancha Murcia Valencia
- Baleares Castilla León Navarra
- 30€**
Estudiantes de Ciencias de la Salud (a justificar)
MIR en Medicina del Deporte (a justificar)

Orden de pago por domiciliación bancaria

Nombre y apellidos DNI

Sr. Director del Banco o Caja

Oficina Sucursal Calle Nº

Población Provincia C.P.

Le ruego cargue anualmente en mi cuenta Nº

Entidad	Oficina	D.C.	Nº Cuenta o Libreta
---------	---------	------	---------------------

Firma titular	
Fecha	

RECORTE POR LA LÍNEA DE PUNTOS Y ENVÍE EL BOLETÍN A LA SIGUIENTE DIRECCIÓN
Sociedad Española de Medicina del Deporte C/ Cánovas nº 7, bajo. 50004 Zaragoza Teléfono: 976 02 45 09

Hoja de suscripción a Archivos de Medicina del Deporte 2021

- Importe suscripción (Dto. librerías 20%)**
- 120€** España (IVA incluido) **175€** Internacional (excepto Europa) Deseo recibir un ejemplar de muestra sin cargo
- 130€** Europa
- Para suscripciones institucionales consultar precios

Dirección de envío

Nombre Apellidos DNI

Calle Nº Piso C.P.

Población Provincia País

Tel. Fax E-mail Especialidad.....

Forma de pago

- Adjunto cheque nº a nombre de Esmon Publicidad por euros.
- Transferencia bancaria Domiciliación bancaria
- Titular DNI

Firma titular	
Fecha	

Entidad	Oficina	D.C.	Nº Cuenta o Libreta
---------	---------	------	---------------------

RECORTE POR LA LÍNEA DE PUNTOS Y ENVÍE EL BOLETÍN A LA SIGUIENTE DIRECCIÓN
Archivos de Medicina del Deporte: Balmes 209, 3º 2ª. 08006 Barcelona. Tel: +34 93 2159034



Campaña de aptitud física, deporte y salud



La **Sociedad Española de Medicina del Deporte**, en su incesante labor de expansión y consolidación de la Medicina del Deporte y, consciente de su vocación médica de preservar la salud de todas las personas, viene realizando diversas actuaciones en este ámbito desde los últimos años.

Se ha considerado el momento oportuno de lanzar la campaña de gran alcance, denominada **CAMPAÑA DE APTITUD FÍSICA, DEPORTE Y SALUD** relacionada con la promoción de la actividad física y deportiva para toda la población y que tendrá como lema **SALUD – DEPORTE – DISFRÚTALOS**, que aúna de la forma más clara y directa los tres pilares que se promueven desde la Medicina del Deporte que son el practicar deporte, con objetivos de salud y para la mejora de la aptitud física y de tal forma que se incorpore como un hábito permanente, y disfrutando, es la mejor manera de conseguirlo.

Generador de Hipoxia / Hiperoxia

NUEVO BIOALTITUDE[®] A50

Hipoxia entre 9% y 20% (Hasta 45 litros/minuto)

Hiperoxia entre 70% y 90% (Hasta 5 litros/minuto)



11
kilos



19,1 cm



52 cm

31,8 cm

**Accesorios
BioAltitude[®]:**



Filtro Hepa Bioaltitude[®]
A50



Analizador de oxígeno
Biolaster[®]



Pulsioxímetro BC Oxygen

Todo lo que necesitas
para tu entrenamiento
en altura/hipoxia en
shop.biolaster.com



Sigue nuestro Blog
de Hipoxia:

