

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 9 Número. 4

Diciembre 2016



## Originales

Respuesta del balance simpático-parasimpático de la variabilidad de la frecuencia cardíaca durante una semana de entrenamiento aeróbico en ciclistas de ruta

La efectividad de los materiales de amortiguación usados en las ortesis plantares para el tratamiento de las sobrecargas metatarsales

Cognitive profile associated with functional and anthropometric aspects in elderly

Características antropométricas em atletas de elite das seleções brasileiras juvenil e adulta de voleibol

## Revisión

Relación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares: revisión de la literatura actual

Chronic effect of aerobic exercise on anthropometric, biochemical and hemodynamic variables in individuals with type 2 diabetes mellitus: A systematic review

## Caso clínico

Trombosis venosa profunda masiva de miembro superior secundaria a fractura de tercio medio de clavícula. Caso clínico

ISSN: 1888-7546

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte\*

## Editor

Marzo Edir Da Silva Grigoletto  
editor.ramd.ccd@juntadeandalucia.es

## Coeditor

Juan de Dios Beas Jiménez  
coeditor.ramd.ccd@juntadeandalucia.es

## Coordinación Editorial

Covadonga López López

## Comité Editorial

José Ramón Alvero Cruz  
(Universidad de Málaga, España)

Eloy Cárdenas Estrada  
(Universidad de Monterrey, México)

José Alberto Duarte  
(Universidade do Porto, Portugal)

Russell Foulk  
(University of Washington, USA)

Juan Manuel García Manso  
(Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España)

Alexandre García Mas  
(Universidad de las Islas Baleares, España)

Ary L. Goldberger  
(Harvard Medical School, Boston, USA)

Nicola A. Maffioletti  
(Schulthess Klinik, Zürich, Suiza)

Estêlio Henrique Martin Dantas  
(Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil)

José Naranjo Orellana  
(Universidad Pablo Olavide, España)

Sergio C. Oehninger  
(Eastern Virginia Medical School, USA)

Fátima Olea Serrano  
(Universidad de Granada, España)

Juan Ribas Serna  
(Universidad de Sevilla, España)

Jesús Rodríguez Huertas  
(Universidad de Granada, España)

Nick Stergiou  
(University of Nebraska, USA)

Carlos de Teresa Galván  
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

Carlos Ugrinowitsch  
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Luísa Estriga  
(Universidade do Porto, Portugal)

David Jiménez Pavón  
(Universidad de Cádiz, España)

## Comité Científico

Xavier Aguado Jódar  
(Universidad de Castilla-La Mancha, España)

Guillermo Álvarez-Rey  
(Universidad de Málaga, España)

Natàlia Balagué  
(Universidad de Barcelona, España)

Benno Becker Junior  
(Universidade Luterana do Brasil, Brasil)

Ciro Brito  
(Universidade Católica de Brasília, Brasil)

João Carlos Bouzas  
(Universidade Federal de Viçosa, Brasil)

Antonio Cesar Cabral de Oliveira  
(Sociedade Brasileira de Atividade Física e Saúde, Brasil)

Luis Carrasco Páez  
(Universidad de Sevilla, España)

Manuel J. Castillo Garzón  
(Universidad de Granada, España)

Ramón Antonio Centeno Prada  
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

Madalena Costa  
(Harvard Medical School, Boston, USA)

Ivan Chulvi Medrano  
(Servicio de Actividad Física de NOWYOU, España)

Moisés de Hoyo Lora  
(Universidad de Sevilla, España)

Borja de Pozo Cruz  
(Universidad de Auckland, New Zealand)

Clodoaldo Antonio de Sá  
(Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Brasil)

Miguel del Valle Soto  
(Universidad de Oviedo, España)

Benedito Denadai  
(Universidade Estadual de Campinas, Brasil)

Elsa Esteban Fernández  
(Universidad de Granada, España)

Juan Marcelo Fernández  
(Hospital Reina Sofía, España)

Guadalupe Garrido Pastor  
(Universidad Politécnica de Madrid, España)

José Ramón Gómez Puerto  
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

Juan Ramón Heredia  
(Instituto Internacional de Ciencia del Ejercicio Físico y de la Salud, España)

Mikel Izquierdo  
(CEIMD. Gobierno de Navarra, España)

José Carlos Jaenes  
(Universidad Pablo Olavide, España)

Roberto Jerónimo dos Santos Silva  
(Universidade Federal de Sergipe, Brasil)

Carlos Lago Peñas  
(Universidad de Vigo, España)

Fernando Martín  
(Universidad de Valencia, España)

Italo Monetti  
(Club Atlético Peñarol, Uruguay)

Alexandre Moreira  
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Elisa Muñoz Gomariz  
(Hospital Universitario Reina Sofía, España)

Dartagnan Pinto Guedes  
(Universidad de Estadual de Londrina, Brasil)

Carlos Roberto Rodrigues Santos  
(Universidade Federal de Sergipe, Brasil)

David Rodríguez Ruiz  
(Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España)

Manuel Rosety Plaza  
(Universidad de Cádiz, España)

Carlos Ruiz Cosano  
(Universidad de Granada, España)

Jonatan Ruiz Ruiz  
(Universidad de Granada, España)

Borja Sañudo Corrales  
(Universidad de Sevilla, España)

Nicolás Terrados Cepeda  
(Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias)

Francisco Trujillo Berraquero  
(Hospital U. Virgen Macarena, España)

Diana Vaamonde Martín  
(Universidad de Córdoba, España)

Alfonso Vargas Macías  
(Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, España)

Bernardo Hernán Viana Montaner  
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)



Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1°  
Tel.: 932 000 711  
08029 Barcelona

Zurbano, 76 4° izda.  
Tel.: 914 021 212  
28010 Madrid

Publicación trimestral (4 números al año).

Aunque el material publicitario se ajusta a los estándares éticos (médicos), su inclusión en esta publicación no constituye garantía ni refrendo alguno de la calidad o valor de dicho producto, ni de las afirmaciones realizadas por su fabricante.

REVISTA ANDALUZA DE MEDICINA DEL DEPORTE se distribuye exclusivamente entre los profesionales de la salud.

Disponible en internet: [www.elsevier.es/RAMD](http://www.elsevier.es/RAMD)

**Protección de datos:** Elsevier España, S.L.U., declara cumplir lo dispuesto por la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal

Papel ecológico libre de cloro.  
Esta publicación se imprime en papel no ácido.  
This publication is printed in acid-free paper.

Correo electrónico:  
[ramd.ccd@juntadeandalucia.es](mailto:ramd.ccd@juntadeandalucia.es)

Impreso en España

Depósito legal: SE-2821-08  
ISSN: 1888-7546  
Publicada en Sevilla (España)



**Dirección**  
Leocricia Jiménez López  
**Coordinación**  
Salvador Espinosa Soler  
**Asesoría de Documentación**  
Clemente Rodríguez Sorroche

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía  
Glorieta Beatriz Manchón, s/n (Isla de la Cartuja) 41092 Sevilla  
Esta revista y las contribuciones individuales contenidas en ella están protegidas por las leyes de copyright, y los siguientes términos y condiciones se aplican a su uso, además de los términos de cualquier licencia Creative Commons que el editor haya aplicado a cada artículo concreto:

**Fotocopiar.** Se pueden fotocopiar artículos individuales para uso personal según lo permitido por las leyes de copyright. No se requiere permiso para fotocopiar los artículos publicados bajo la licencia CC BY ni para fotocopiar con fines no comerciales de conformidad con cualquier otra licencia de usuario aplicada por el editor. Se requiere permiso de la editorial y el pago de una tasa para todas las demás fotocopias (en este caso, dirijase a CEDRO [[www.cedro.org](http://www.cedro.org)]).

**Productos derivados.** Los usuarios pueden reproducir tablas de contenido o preparar listas de artículos, incluyendo resúmenes de circulación interna dentro de sus instituciones o empresas. A parte de los artículos publicados bajo la licencia CC BY, se requiere autorización de la editorial para su reventa o distribución fuera de la institución o empresa que se suscribe. Para cualquier artículo o artículos suscritos publicados bajo una licencia CC BY-NC-ND, se requiere autorización de la editorial para todos los demás trabajos derivados, incluyendo compilaciones y traducciones.

**Almacenamiento o uso.** Excepto lo indicado anteriormente, o según lo establecido en la licencia de uso correspondiente, ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistemas de recuperación o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, grabación o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito del editor.

**Derechos de autor.** El autor o autores pueden tener derechos adicionales en sus artículos según lo establecido en su acuerdo con el editor (más información en <http://www.elsevier.com/authorrights>).

**Nota.** Ni Elsevier ni la Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía tendrán responsabilidad alguna por las lesiones y/o daños sobre personas o bienes que sean el resultado de presuntas declaraciones difamatorias, violaciones de derechos de propiedad intelectual, industrial o privacidad, responsabilidad por producto o negligencia. Tampoco asumirán responsabilidad alguna por la aplicación o utilización de los métodos, productos, instrucciones o ideas descritos en el presente material. En particular, se recomienda realizar una verificación independiente de los diagnósticos y de las dosis farmacológicas.

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 9 Número 4

Diciembre 2016

Sumario

## Originales

- 143 Respuesta del balance simpático-parasimpático de la variabilidad de la frecuencia cardíaca durante una semana de entrenamiento aeróbico en ciclistas de ruta  
*G. Rosales-Soto, R. Corsini-Pino, M. Monsálves-Álvarez y R. Yáñez-Sepúlveda*
- 148 La efectividad de los materiales de amortiguación usados en las ortesis plantares para el tratamiento de las sobrecargas metatarsales  
*G. Domínguez, F. París-García y L. Carrasco*
- 154 Cognitive profile associated with functional and anthropometric aspects in elderly  
*W. Araújo de Brito, L. Mendes, M. Magalhães Sales, J.B. Neto, C.J. Brito, M.E. da Silva Grigoletto y A. Pimentel Ferreira*
- 160 Características antropométricas em atletas de elite das seleções brasileiras juvenil e adulta de voleibol  
*D. Monteiro Teixeira, J. Del Fraro, F. Soares, L.C. Reeberg Stanganelli, C. Simões Pires-Neto e E.L. Petroski*

## Revisión

- 166 Relación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares: revisión de la literatura actual  
*S. Reloba, L.J. Chiroso y R.E. Reigal*
- 173 Chronic effect of aerobic exercise on anthropometric, biochemical and hemodynamic variables in individuals with type 2 diabetes mellitus: A systematic review  
*C.A. De Sá, P. Grudka Heizen, V. S. Corrao, G.A. Gonzaga dos Santos y N.M. Moura Soares*

## Caso clínico

- 180 Trombosis venosa profunda masiva de miembro superior secundaria a fractura de tercio medio de clavícula. Caso clínico  
*Í. Úbeda-Pérez de Heredia y G.Á. Sobrá-Hidalgo*

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 9 Number 4

December 2016

Contents

## Original Articles

- 143 Response of the sympathetic-parasympathetic balance of the Heart Rate Variability during a week of aerobic training in road cyclists  
*G. Rosales-Soto, R. Corsini-Pino, M. Monsálves-Álvarez and R. Yáñez-Sepúlveda*
- 148 The effectiveness of the damping materials used in plantar orthosis to the metatarsal overload treatment  
*G. Dominguez, F. París-García and L. Carrasco*
- 154 Cognitive profile associated with functional and anthropometric aspects in elderly  
*W. Araújo de Brito, L. Mendes, M. Magalhães Sales, J.B. Neto, C.J. Brito, M.E. da Silva Grigoletto and A. Pimentel Ferreira*
- 160 Características antropométricas em atletas de elite das seleções brasileiras juvenil e adulta de voleibol  
*D. Monteiro Teixeira, J. Del Fraro, F. Soares, L.C. Reeberg Stanganelli, C. Simões Pires-Neto and E.L. Petroski*

## Review Articles

- 166 Relation of physical activity, cognitive and academic performance in children: Review of current literature  
*S. Reloba, L.J. Chiroso and R.E. Reigal*
- 173 Chronic effect of aerobic exercise on anthropometric, biochemical and hemodynamic variables in individuals with type 2 diabetes mellitus: A systematic review  
*C.A. De Sá, P. Grudka Heizen, V. S. Corrao, G.A. Gonzaga dos Santos and N.M. Moura Soares*

## Clinical case

- 180 Upper-extremity massive deep venous thrombosis due to middle third clavicle fracture. A clinical case  
*Í. Úbeda-Pérez de Heredia and G.Á. Sobrá-Hidalgo*

Original

## Respuesta del balance simpático-parasimpático de la variabilidad de la frecuencia cardíaca durante una semana de entrenamiento aeróbico en ciclistas de ruta



G. Rosales-Soto<sup>a,\*</sup>, R. Corsini-Pino<sup>b</sup>, M. Monsálves-Álvarez<sup>c</sup> y R. Yáñez-Sepúlveda<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ciencias de la Actividad Física, Universidad San Sebastián, Lota, Santiago, Chile

<sup>b</sup> Área Médica, Asociación Chilena de Seguridad - ACHS, Valparaíso, Chile

<sup>c</sup> Escuela de Salud, Instituto Profesional Duoc UC, Santiago, Chile

<sup>d</sup> Facultad de Filosofía y Educación, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 13 de octubre de 2014

Aceptado el 7 de julio de 2015

On-line el 6 de septiembre de 2016

#### Palabras clave:

Variabilidad del ritmo cardíaco

Balance autonómico

Entrenamiento

Recuperación

### R E S U M E N

**Objetivo:** Describir la respuesta del balance simpático-parasimpático después una semana de entrenamiento de volumen aeróbico en ciclistas de ruta.

**Métodos:** El estudio fue basado en un diseño transversal no experimental. Una muestra no aleatoria de cinco ciclistas hombres. Todos participan en la categoría «Todo Competidor» del circuito nacional ( $27.0 \pm 1.9$  años,  $170.0 \pm 6.6$  cm,  $66.0 \pm 4.3$  kg). Los sujetos fueron evaluados durante seis días con un entrenamiento aeróbico ( $108.4 \pm 49.5$  km por día). Cada día se les midió el balance autonómico a través del cociente baja frecuencia/alta frecuencia, en reposo e inmediatamente posterior al entrenamiento.

**Resultados:** Los valores del intervalo RR ( $1205.9 \pm 35.2$ – $993.7 \pm 61.2$  basal y postentrenamiento respectivamente) muestran diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). Los valores del cociente baja frecuencia/alta frecuencia ( $0.861 \pm 0.090$ – $3.067 \pm 0.590$  basal y postentrenamiento respectivamente) reflejan que existe una activación del balance autonómico inmediatamente terminado el entrenamiento ( $p < 0.05$ ). La potencia de la HF del balance autonómico ( $2567 \pm 697$ – $926 \pm 367$  basal y postentrenamiento respectivamente) refleja una disminución significativa apenas termina el entrenamiento y comienza la recuperación ( $p < 0.05$ ).

**Conclusiones:** Los resultados de este estudio muestran un aumento significativo en la respuesta del balance autonómico del cociente baja frecuencia/alta frecuencia posterior al entrenamiento. Además, una disminución significativa de la potencia de la banda de alta frecuencia durante la recuperación que puede implicar aumento de la actividad de la respuesta parasimpática. Estos cambios podrían ayudar al control y diseño de programas de entrenamiento de forma individualizada para el ciclismo en ruta, además de ser una herramienta barata y no invasiva.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Response of the sympathetic-parasympathetic balance of the Heart Rate Variability during a week of aerobic training in road cyclists

#### A B S T R A C T

**Objective:** To describe the response of the sympathetic-parasympathetic balance after a week of aerobic training volume in road cyclists.

**Methods:** The study was based on a non experimental transectional design. A non-random sample of five cyclists men. All participates in category “All competitors” of the national circuit ( $27.0 \pm 1.9$  years,  $170.0 \pm 6.6$  cm,  $66.0 \pm 4.3$  kg). Subjects were evaluated for six days with aerobic training ( $108.4 \pm 49.5$  km per day). Each day the autonomic balance through the ratio LF/HF was measured, at rest and immediately after training.

#### Keywords:

Heart rate variability

Autonomic balance

Training

Recovery

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: grosales@ug.uchile.cl (G. Rosales-Soto).

**Results:** Mean values of RR ( $1205.9 \pm 35.2$  to  $993.7 \pm 61.2$  at baseline and post-training respectively) interval show significant difference ( $p < 0.05$ ). The values of the ratio Low Frequency/High Frequency ( $0.861 \pm 0.090$  to  $3.067 \pm 0.59$  at baseline and post-training respectively) show that there is an activation of the autonomic balance immediately completed the training ( $p < 0.05$ ). The High Frequency power of autonomic balance ( $2567 \pm 697$  to  $926 \pm 367$  at baseline and post-training respectively), shows a significant decline straight after training and start recovery ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions:** The results of this study show a significant increase in the response of the autonomic balance of the ratio Low Frequency/High Frequency after training. Furthermore, a significant decrease in power of the High Frequency band during recovery may involve and increased activity of the parasympathetic response. These changes can help to the control and design of individual training programs for road cycling as well as being an inexpensive and non-invasive tool.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Resposta do balanço simpático-parassimpático da variabilidade de frequência cardíaca durante uma semana de treino aeróbico em ciclistas de estrada

### R E S U M O

#### Palavras-chave:

Variabilidade de frequência cardíaca  
Balanço autonómico  
Treino  
Recuperação

**Objetivo:** Descrever a resposta do balanço simpático-parassimpático após uma semana de treino de volume aeróbico em ciclistas de estrada.

**Métodos:** O estudo foi baseado num design não experimental. Amostra não-aleatória de cinco homens ciclistas. Todos participam na categoria «Todos os competidores» do circuito nacional ( $27 \pm 1.9$  anos,  $170 \pm 6.6$  cm,  $66 \pm 4.3$  kg). Os indivíduos foram avaliados por seis dias com o treino de resistência ( $108.4 \pm 49.5$  km por dia). Cada dia era medido o balanço autonómico através da razão baixa frequência/alta frequência, em repouso e imediatamente após o treino.

**Resultados:** Os valores do intervalo RR ( $1205.9 \pm 35.2$  para  $993.7 \pm 61.2$  para o início do estudo e o pós-treino, respetivamente) mostram diferença significativa ( $p < 0.05$ ). Os valores da razão baixa frequência/alta frequência ( $0.861 \pm 0.090$  a  $3.067 \pm 0.59$  para o início do estudo e 0 pós-treino, respetivamente) mostram que existe uma ativação do balanço autonómico imediatamente após o treino ( $p < 0.05$ ). A potência alta frequência do balanço autonómico ( $2.567 \pm 697$ - $926 \pm 367$  no início do estudo e pós-treino, respetivamente), reflete uma diminuição significativa logo após o treinamento e o início da recuperação ( $p < 0.05$ ).

**Conclusões:** Os resultados deste estudo mostraram um aumento significativo na resposta do balanço autonómico da relação baixa frequência/alta frequência após o treino. Por outro lado, uma diminuição significativa na potência banda de alta frequência durante a recuperação pode envolver o aumento da atividade da resposta parassimpática. Essas mudanças poderiam ajudar a controlar e desenhar os programas de treino individualmente para ciclismo de estrada, além de ser uma ferramenta barata e não invasiva.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Hoy en día, la variabilidad del ritmo cardiaco (HRV) ha sido una herramienta para poder evaluar el papel del sistema nervioso autónomo (SNA) en temas relacionados con la salud<sup>1</sup> y el entrenamiento<sup>2</sup>. El estado del SNA en relación con el entrenamiento físico también depende de la fatiga física acumulada debido al aumento en las cargas de entrenamiento<sup>3</sup>, y por esta razón el análisis de la HRV parece ser una herramienta apropiada para la mejora del rendimiento, evitando estados de fatiga excesiva o sobreentrenamiento<sup>4,5</sup> y puede ayudar a orientarnos en estrategias de planificación de programas para los atletas de una manera más precisa<sup>6</sup>.

Además del volumen y la carga de entrenamiento, se ha demostrado que el esfuerzo físico acumulado y la intensidad del mismo en ciclistas de ruta, provoca un aumento significativo en la HRV durante el ejercicio, y a su vez en la modulación vagal cardiaca en reposo, lo que refleja una disminución en el balance autonómico en posición decúbico supino<sup>7-9</sup>. Es por esto que algunos autores utilizan la HRV para determinar las variaciones en la intensidad de trabajo<sup>8,10,11</sup>.

Los cambios en la actividad cardíaca que utilizan la HRV como medida no invasiva del control autonómico, pueden determinar un aumento de la actividad del sistema nervioso parasimpático (SNP) y una disminución de la actividad del sistema nervioso simpático (SNS)<sup>12</sup>, además usan especialmente componentes de frecuencia: baja frecuencia (LF) 0.041-0.150 Hz, que refleja modulaciones en el SNS y SNP, y alta frecuencia (HF) 0.15-0.40 Hz, que refleja exclusivamente al SNP<sup>13</sup>.

Los componentes de frecuencia HF han sido considerados como el principal responsable de la actividad eferente parasimpática<sup>2</sup> y muestran que, durante la recuperación, la actividad parasimpática disminuye progresivamente hasta alcanzar los niveles del umbral ventilatorio<sup>14</sup>.

El presente estudio pretende describir el balance simpático-parasimpático con un entrenamiento aeróbico en ciclistas de ruta, medidos a través del cociente LF/HF durante una semana con volúmenes de entrenamiento de unos 100 km por día. Nuestra hipótesis es que volúmenes de entrenamiento aeróbico muestran un aumento en el balance simpático-parasimpático y a su vez un aumento en la actividad parasimpática al momento de la recuperación.



## Método

El estudio fue basado en una metodología cuantitativa con un diseño no experimental, descriptivo transversal. La unidad de análisis fue una muestra no aleatoria que consistió en un equipo de ciclismo de ruta, que ha participado con éxito en vueltas como: el Tour de San Luis, la Vuelta a Bolivia y la Vuelta a Chile.

## Sujetos

Fueron reclutados cinco sujetos hombres, edad  $27.0 \pm 1.9$  años, estatura  $170.0 \pm 6.6$  cm, y un peso de  $66.0 \pm 4.3$  kg, pertenecientes a un equipo de ciclismo de ruta y participantes de la categoría «Todo Competidor» del Circuito Nacional.

Todos los sujetos realizaron al menos  $\sim 600$  km semanales y no tomaban ningún tipo de medicamento ni ayuda ergogénica durante la semana que duró el estudio. Los sujetos firmaron un consentimiento informado y el estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad San Sebastián, además de estar en conformidad a los principios de la Declaración de Helsinki.

## Procedimientos

Los sujetos fueron evaluados durante seis días consecutivos en los que tenían un entrenamiento aeróbico que consistía en recorrer  $108.4 \pm 49.5$  km por día. Durante cada día se les midió el balance autonómico a través del cociente LF/HF de las bandas espectrales, en reposo e inmediatamente posterior al entrenamiento y fueron enlistados los días del uno al seis.

La HRV fue obtenida desde el análisis espectral del intervalo RR a través de un monitor cardíaco Polar S810i (Kempele, Finlandia). Los datos basales fueron tomados durante los seis días en la mañana apenas se despertaban. Los sujetos fueron evaluados en posición supina durante diez minutos<sup>15,16</sup> en un ambiente tranquilo y con el estómago vacío, también se evaluaron inmediatamente al terminar cada sesión de entrenamiento, en las mismas condiciones que en la determinación basal. El intervalo RR se grabó con una frecuencia de 1 kHz. Una vez que los datos fueron obtenidos, se filtraron a través del programa Polar Training (Kempele, Finlandia), considerándose 500 latidos posterior a los primeros 60 segundos tomados con el monitor cardíaco Polar S810i.

Los datos fueron registrados, filtrados y visualizados a través del programa Kubios HRV program - Software for Advanced Heart Rate Variability Analysis (University of Eastern, Finlandia)<sup>17</sup> y se determinó el cociente LF/HF del balance autonómico, considerando las variaciones de las distintas bandas espectrales y de acuerdo con las de la Task Force identificando las bandas LF (0.04-0.15 Hz) y HF (0.15-0.4 Hz)<sup>13,18</sup>.

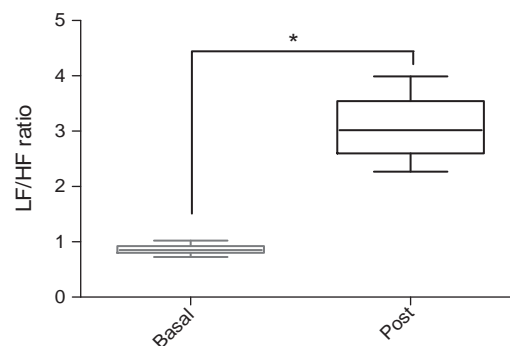
## Análisis estadístico

Los datos son presentados como medias  $\pm$  SD. Se aplicó test Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos en todas las variables. Se utilizó test de Wilcoxon para comparar los valores basales con los posteriores al entrenamiento entre cada sesión. Y se usó test de Friedman para comparar los valores de medias repetidas entre valores basales y posteriores al entrenamiento durante la semana de entrenamiento.

El nivel de significación fue  $p < 0.05$  y el análisis estadístico fue realizado usando el software Graphpad Prism version 6 (La Jolla, California, EE. UU.).

## Resultados

La media de los valores del intervalo RR ( $1205.9 \pm 35.2$ – $993.7 \pm 61.2$  basal y postentrenamiento respectivamente)



**Figura 1.** Media de los valores del cociente LF/HF tomados de forma basal e inmediatamente postentrenamiento durante una semana de alto volumen de entrenamiento  $\sim 600$  km. Nota: \*Diferencia significativa  $p < 0.05$ .

muestran una disminución significativa posterior al entrenamiento ( $p < 0.05$ ).

Mientras que la media de los valores del cociente LF/HF ( $0.861 \pm 0.090$ – $3.067 \pm 0.590$  basal y postentrenamiento respectivamente) reflejan que existe una activación del balance autonómico inmediatamente terminado el entrenamiento ( $p < 0.05$ ) (fig. 1), Perini et al. han encontrado que durante la recuperación el cociente LF/HF tiende a volver a los valores basales, excepto cuando se realizan ejercicios de alta intensidad cercanos al 80% del  $VO_2$ máx<sup>19</sup>.

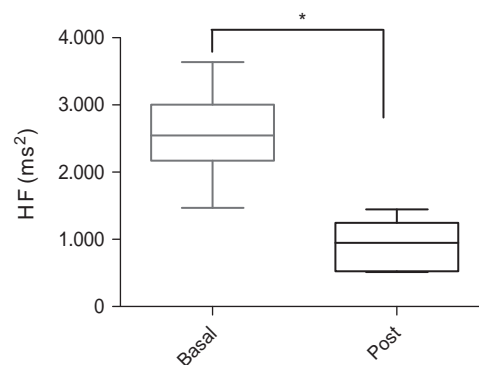
La potencia de la HF del balance autonómico ( $2567 \pm 697$ – $926 \pm 367$  basal y postentrenamiento respectivamente) refleja una disminución significativa apenas termina el entrenamiento y comienza la recuperación ( $p < 0.05$ ) (fig. 2). Esta disminución fue un 64% más baja que los valores basales.

La figura 3 muestra los valores individuales del cociente LF/HF, donde no se aprecia un patrón común entre sujetos. Esto nos podría dar una idea del carácter de individualidad que requiere el entrenamiento.

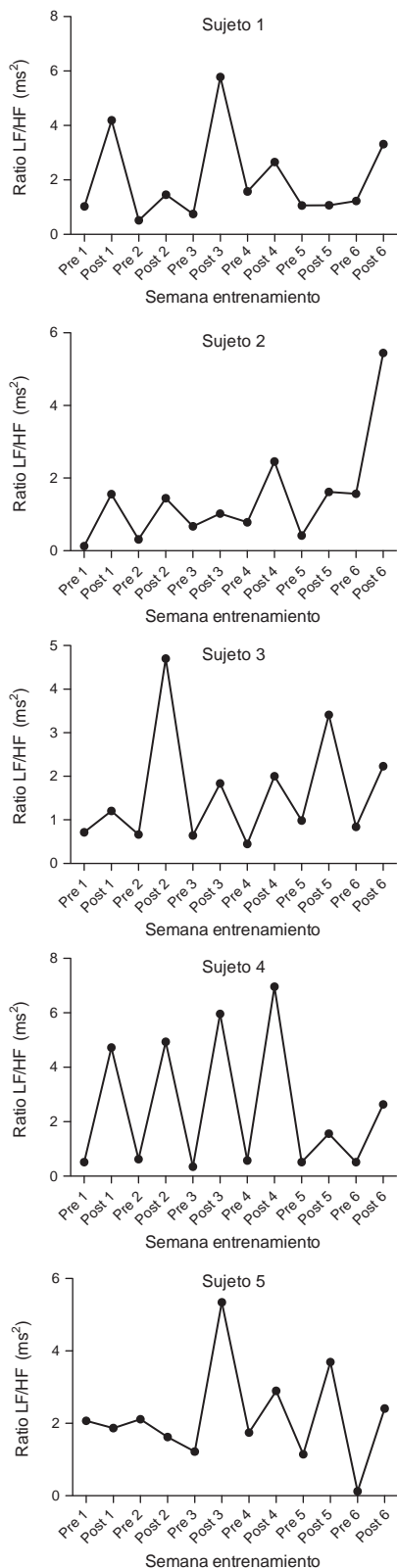
## Discusión

Dentro de los principales hallazgos encontrados en el estudio se muestra una activación del balance autonómico posterior al ejercicio y una diferencia significativa de la banda HF inmediatamente terminado el entrenamiento.

Catai et al. observaron que las mayores alteraciones en HRV debido al trabajo de predominio aeróbico tienen relación directa con sus respuestas en función de la magnitud de los estímulos de entrenamiento<sup>20</sup>. Sucesivamente Kiviniemi et al. propusieron el



**Figura 2.** Media de los valores de la banda espectral HF tomados de forma basal e inmediatamente postentrenamiento durante una semana de alto volumen de entrenamiento  $\sim 600$  km. Nota: \*Diferencia significativa  $p < 0.05$  (HF: banda espectral de alta frecuencia).



**Figura 3.** Valores individuales del ratio LF/HF: si bien puede apreciarse que el estímulo genera respuestas individuales en los sujetos, coinciden en una tendencia al aumento de la actividad del ratio LF/HF durante el día 3 posterior al entrenamiento.

uso de marcadores de la HRV diarias para mejorar el entrenamiento de resistencia<sup>21</sup>.

Algunos estudios indican que existe una relación dosis-respuesta entre la carga de entrenamiento individualizado y los parámetros funcionales de la HRV, lo que sugiere que las

adaptaciones podrían predecirse de forma individual en la práctica de ejercicio máximo y podrían dar cabida a programas para los atletas de resistencia de mejora del rendimiento<sup>22,23</sup>. Esto concuerda con lo observado en nuestros resultados, donde se aprecia que inmediatamente posterior al entrenamiento hay un aumento significativo del cociente LF/HF.

Chalecon et al. proponen una alta correspondencia entre los niveles de rendimiento y los índices de la actividad parasimpática en respuesta al entrenamiento. Este ajuste del modelo es muy individual y proporciona un medio para describir con precisión el desplazamiento a lo largo de estas curvas individuales en respuesta a los antagonistas de los períodos de entrenamiento y recuperación<sup>11</sup>. Que además, concuerda con lo propuesto por Earnest et al. respecto a los valores de carga intraindividual<sup>8</sup>.

Resultados publicados por Anosov et al., donde se centran sólo en el componente HF de la HRV, mostraron que la frecuencia instantánea del componente HF puede estar estrechamente vinculada a un trabajo más bien anaerobio y se reduce claramente ante el cese de la alta carga de trabajo<sup>24</sup>. Perini et al. coinciden con que la potencia de HF puede disminuir en un 5-10% durante la recuperación posterior al entrenamiento, también encontró que la media de los valores centrales de la frecuencia HF muestra una función relacionada con la intensidad del ejercicio, siendo un 40% más bajo que los valores basales cuando la intensidad del ejercicio es cercana al 80% del  $VO_2$  máx<sup>19</sup> o al 85% de la frecuencia cardíaca máxima<sup>20</sup>. Lo que coincide con nuestros resultados, que muestran una reducción significativa ( $p < 0.05$ ) de los valores de la potencia HF inmediatamente terminado el ejercicio, esta disminución alcanza un 64% más bajo que los niveles de reposo. Además, en reposo, la potencia de HF es mayor en ciclistas en comparación con sujetos sedentarios, de modo que sugieren una actividad parasimpática mejorada<sup>25</sup>.

Pichon et al.<sup>26</sup>, por su parte, indican que los mecanismos no autonómicos pueden influir en el cambio del pico HF durante el ejercicio intenso. La HRV y los índices habituales de la actividad simpática no reflejan con precisión los cambios en la modulación autonómica durante ejercicio exhaustivo.

Una de las principales dificultades en el uso de la HRV es examinar los cambios asociados con respuestas crónicas a grandes esfuerzos físicos y las respuestas individuales respecto al estímulo de entrenamiento que dependen de una variedad de mecanismos intraindividuales<sup>8</sup>. Esto concuerda con los resultados que pudimos observar de los valores individuales, donde no existe un patrón común respecto a los cocientes LF/HF de la HRV.

Nuestro estudio tiene varias limitaciones debido a la naturaleza de ser un estudio de campo. En primer lugar no hemos podido controlar la tasa de ventilación debido a las condiciones bajo las que entrena el grupo. En segundo lugar no teníamos grupo control con el que comparar los resultados. Mientras que los estudios muestran que hay cambios entre el control y la frecuencia respiratoria<sup>24,26,27</sup>, el grupo fue controlado a través de sus propios valores basales de la HRV, proporcionando una estimación indirecta del balance autonómico.

En conclusión, los resultados de este estudio muestran un aumento significativo en la respuesta del balance simpático-parasimpático, medidos a través del cociente LF/HF posterior al entrenamiento. Además, una disminución significativa de la potencia de la banda HF durante la recuperación puede implicar aumento de la actividad de la respuesta parasimpática. Estos cambios podrían ayudar al control y diseño de programas de entrenamiento de forma individualizada para el ciclismo de ruta, además de ser una herramienta barata y no invasiva. Investigaciones futuras podrían considerar las características individuales de los equipos de ciclismo de ruta (escalador, velocista, fondista) para la generación de programas y control de la carga de entrenamiento según las características de los ciclistas (ver [tabla 1](#)).



**Tabla 1**

Resultados de los parámetros estadísticos considerados de la variabilidad de la frecuencia cardíaca

Variable	Unidad	Valor		SD ±	
Edad	años	27.0		1.9	
Peso	kg	66.0		4.3	
Estatura	cm	170.0		6.6	
		Basal		Postentrenamiento	
Resultados dominios de tiempo		Valor	SD ±	Valor	SD ±
Mean RR	ms	1205.9	35.2	993.7*	61.2
SDNN	ms	107.6	11.8	75.7	19.3
RMSSD	ms	87.0	9.5	52.5	12.7
pNN50	%	50.4	5.6	27.2	10.0
Resultados dominios de frecuencia					
LF	ms <sup>2</sup>	2173	819	1292	109
HF	ms <sup>2</sup>	2567	697	926*	367
LF/HF	ms <sup>2</sup>	0.861	0.090	3.067*	0.590
Resultados nonlinear					
SD1	ms	61.7	6.8	37.2	9.0

\* Diferencias significativas basal-post entrenamiento;  $p < 0.05$

HF: banda de alta frecuencia; LF: banda de baja frecuencia; LF/HF: ratio LF/HF; Mean RR: promedio intervalo RR; pNN50: número de intervalos adyacentes que varían por más de 50 ms; RMSSD: cuadrado de la raíz media de la unión de los intervalos R-R; SD1: variabilidad de corto plazo; SDNN: desviación estándar de NN intervalos.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Agradecemos al equipo de ciclismo Full Runners por su participación desinteresada en este estudio.

## Bibliografía

- O'Brien IA, O'Hare P, Corral RJ. Heart rate variability in healthy subjects: Effect of age and the derivation of normal ranges for tests of autonomic function. *Br Heart J*. 1986;55:348-54.
- Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med*. 2003;33:889-919.
- Pichot V, Busso T, Roche F, Garet M, Costes F, Duverney D, et al. Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: A laboratory study. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:1660-6.
- Hynynen E, Uusitalo A, Konttinen N, Rusko H. Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:313-7.

- Baumert M, Brechtel L, Lock J, Hermsdorf M, Wolff R, Baier V, et al. Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes. *Clin J Sport Med*. 2006;16:412-7.
- Pichot V, Roche F, Gaspoz JM, Enjolras F, Antoniadis A, Minini P, et al. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:1729-36.
- Leicht AS, Allen GD, Hoey AJ. Influence of intensive cycling training on heart rate variability during rest and exercise. *Can J Appl Physiol*. 2003;28:898-909.
- Earnest CP, Jurca R, Church TS, Chicharro JL, Hoyos J, Lucia A. Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclists during the Tour of Spain. *Br J Sports Med*. 2004;38:568-75.
- Barak OF, Jakovljevic DG, Popadic Gacesa JZ, Ovcin ZB, Brodie DA, Grujic NG. Heart rate variability before and after cycle exercise in relation to different body positions. *J Sports Sci Med*. 2010;9:176-82.
- Kaikkonen P, Hynynen E, Mann T, Rusko H, Nummela A. Can HRV be used to evaluate training load in constant load exercises? *Eur J Appl Physiol*. 2010;108:435-42.
- Chalencon S, Busso T, Lacour JR, Garet M, Pichot V, Connes P, et al. A model for the training effects in swimming demonstrates a strong relationship between parasympathetic activity, performance and index of fatigue. *PLoS One*. 2012;7:e52636.
- Pober DM, Braun B, Freedson PS. Effects of a single bout of exercise on resting heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1140-8.
- European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force. *Heart Rate Variability: Standards of measurements, physiological interpretation and clinical use*. *Eur Heart J*. 1996;17:354-81.
- Tulppo MP, Mäkikallio TH, Takala TE, Seppänen T, Huikuri HV. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *Am J Physiol*. 1996;271(1 Pt2):244-52.
- Buchheit M, Al Haddad H, Laursen PB, Ahmadi S. Effect of body posture on post-exercise parasympathetic reactivation in men. *Exp Physiol*. 2009;94:795-804.
- Gamelin FX, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:887-93.
- Tarvainen MP, Niskanen JP, Lipponen JA, Ranta-aho PO, Karjalainen PA. Kubios HRV - A software for advanced heart rate variability analysis. 4<sup>th</sup> European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering. 2008. Springer Berlin Heidelberg: Antwerp; 2009. p. 1022-5.
- Malik M, Bigger T, Camm AJ, Kleiger RE, Malliani A, Moss AJ, et al. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J*. 1996;17:354-81.
- Perini R, Orizio C, Baselli G, Cerutti S, Veicsteinas A. The influence of exercise intensity on the power spectrum of heart rate variability. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1990;61:143-8.
- Catai AM, Chacon-Mikahil MP, Martinelli FS, Forti VA, Silva E, Golfetti R, et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. *Braz J Med Biol Res*. 2002;35:741-52.
- Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kinnunen H, Tulppo MP. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *Eur J Appl Physiol*. 2007;101:743-51.
- Hautala AJ, Mäkikallio TH, Kiviniemi A, Laukkanen RT, Nissilä S, Huikuri HV, et al. Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2003;285:1747-52.
- Manzi V, Castagna C, Padua E, Lombardo M, D'Ottavio S, Massaro M, et al. Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2009;296:1733-40.
- Anosov O, Patzak A, Kononovich Y, Persson PB. High-frequency oscillations of the heart rate during ramp load reflect the human anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol*. 2000;83:388-94.
- Macor F, Fagard R, Amery A. Power spectral analysis of RR interval and blood pressure short-term variability at rest and during dynamic exercise: Comparison between cyclists and controls. *Int J Sports Med*. 1996;17:175-81.
- Pichon AP, de Bisschop C, Roulaud M, Denjean A, Papelier Y. Spectral analysis of heart rate variability during exercise in trained subjects. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1702-8.
- Saboul D, Pialoux V, Hautier C. The impact of breathing on HRV measurements: Implications for the longitudinal follow-up of athletes. *Eur J Sport Sci*. 2013;13:534-42.



Original

## La efectividad de los materiales de amortiguación usados en las ortesis plantares para el tratamiento de las sobrecargas metatarsales


 G. Domínguez<sup>a</sup>, F. París-García<sup>b,\*</sup> y L. Carrasco<sup>c</sup>
<sup>a</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

<sup>b</sup> Facultad del Deporte, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España

<sup>c</sup> Hospital del Alta Resolución de Utrera, Utrera, Sevilla, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 23 de octubre de 2014

Aceptado el 27 de abril de 2015

On-line el 6 de septiembre de 2016

#### Palabras clave:

 Metatarsalgia  
 Almohadillas plantares  
 Presión máxima de antepié  
 Dureza

### R E S U M E N

**Objetivo:** Para el tratamiento de la dolencia metatarsal por sobrecarga, se emplean soportes plantares de distintos materiales con el fin de amortiguar las presiones plantares que se producen en esta región durante el periodo propulsivo de la marcha. El propósito de este estudio consistió en determinar las modificaciones de las presiones plantares en las cabezas metatarsales usando como amortiguación metatarsal palmillas de los siguientes materiales: Pedilastik®, Poron Medical®, Jogtene® y Confortene®, habitualmente usados en el tratamiento ortopodológico conservador de las sobrecargas metatarsales.

**Método:** Los valores de presión máxima de los metatarsianos se midieron en dinámica, usando el sistema de Rs-Scan Insole System® dentro del calzado, con los sujetos sin palmilla, y usando palmillas de diferentes materiales. La muestra de este estudio fueron 16 pies.

**Resultados:** La mayoría de los valores de presión plantar experimentaron un ligero incremento en sus valores con la aplicación de diferentes palmillas, con todos los materiales usados en el presente estudio. Así, aunque no se obtuvieron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en las diferentes mediciones, ni los resultados de la máxima presión plantar en cada cabeza metatarsal (excepto en el 5.º) ni los resultados de la máxima presión plantar en la zona de antepié, mostraron un decrecimiento en sus valores con el uso de diferentes materiales ensayados en este estudio.

**Conclusiones:** El uso de almohadillas con materiales tradicionalmente usados seleccionados en este estudio tiene un ligero efecto negativo en la presión máxima plantar en la cabezas metatarsales y la presión máxima plantar en la zona de antepié durante la fase propulsiva.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### The effectiveness of the damping materials used in plantar orthosis to the metatarsal overload treatment

#### A B S T R A C T

**Objective:** For treatment of the metatarsal overload condition, plantar supports of different materials in order to reduce plantar pressures which occur in this region during the gait period propulsive are used. The purpose of this study has to determine the changes of plantar pressure under the metatarsal heads using as metatarsal cushioning soles of the following materials: Pedilastik®, Poron Medical®, Jogtene® and Confortene®, habitually in the conservative treatment orthopodiatric of the metatarsal overload.

**Method:** The values of maximum pressure of the metatarsal heads were obtained in dynamics conditions, using the Rs-Scan Insole System® inside the shoe. Measurements were taken without any cushioning insole, and using insoles of different materials. The sample used for this study was a set of 16 feet.

**Results:** The majority of the variables of plantar pressure experienced a slight increase in their values with the application of different insoles, with all the materials used in the present study. Thus, although

#### Keywords:

 Metatarsalgia  
 Plantar pads  
 Maximum plantar pressure  
 Hardness

\* Autor para correspondencia.

 Correo electrónico: [fparis@upo.es](mailto:fparis@upo.es) (F. París-García).

no significant differences ( $P > .05$ ) during the propulsive phase were found with respect to the control group, neither in the maximum pressure at each metatarsal head (except for 5th) nor in the maximum plantar pressure at forefoot area, the results found have shown that no decrease in the values of the plantar pressures was reached with the use of the different materials tested in this study.

**Conclusions:** The use of pads with the traditional materials used in the present study has a slight negative effect on the Maximum plantar pressure at the metatarsal heads and the maximum plantar pressure at the forefoot area during the propulsive phase.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Eficácia dos materiais de amortecimento usado em ortopedia plantar para o tratamento da sobrecarga metatarsal

### R E S U M O

#### Palavras-chave:

Metatarsalgia  
Almofadas  
Alta pressão do antepé  
Dureza

**Objetivo:** tratar a sobrecarga de doença metatarso, órteses de diferentes materiais, a fim de atenuar as pressões plantares que ocorrem nesta região durante o período de propulsão da marcha. O objetivo deste estudo é determinar as mudanças de pressões plantares na cabeça dos metatarsos utilizando palmilhas de amortecimento nos metatarsos com as seguintes órteses utilizadas no tratamento conservador da sobrecarga no metatarso: Pedilastik®, Poron Medical®, Jogtene® e Confortene®.

**Método:** Os valores máximos de pressão metatarso foram medidos de forma dinâmica, utilizando o sistema de Rs-Scan Palmilha System® dentro do sapato, com indivíduos sem palmilha, e usando diferentes palmilhas. A amostra deste estudo foram 16 pés.

**Resultados:** A maioria dos valores de pressão plantar sofreram um ligeiro aumento nos seus valores com a aplicação de diferentes palmilhas, com todos os materiais utilizados no presente estudo. Assim, apesar de não haver diferenças significativas ( $p > 0.05$ ) foram obtidos em medições diferentes, ou os resultados da pressão máxima plantar em cada cabeça do metatarso (exceto quinto) ou os resultados da pressão máxima plantar no antepé mostrou uma diminuição dos seus valores com o uso de diferentes materiais testados neste estudo.

**Conclusões:** O uso de almofadas com materiais selecionados tradicionalmente utilizada neste estudo tem um efeito negativo ligeiro na máxima pressão sobre as cabeças dos metatarsos plantares e na área do antepé máxima pressão plantar durante a fase de propulsão.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Durante la marcha, los miembros inferiores están sometidos a impactos de repetición derivados de su interacción con el suelo. Se ha relacionado la existencia de este tipo de cargas durante la marcha con daños en las estructuras elásticas (estructuras con capacidad de recuperar su morfología inicial una vez haya cesado la fuerza deformante) tal y como se produce en el cartílago articular<sup>1,2</sup> y con la aparición de dolencias degenerativas o por sobrecarga como ocurre en las metatarsalgias<sup>3,4</sup>.

La metatarsalgia constituye la localización más frecuente de dolor en el pie y múltiples pueden ser sus causas. Du Vries<sup>5</sup> estableció que entre el 50% y el 70% de la población perteneciente a sociedades civilizadas padecía y/o padecería algún tipo de problema en los pies y que el 90% de estas alteraciones se producían en la zona anterior del pie. Moreno de la Fuente<sup>6</sup> determinó que el dolor en la zona metatarsal es tan frecuente que se calcula que al menos el 80% de las personas llegan a padecerla alguna vez en la vida. Sin embargo, a pesar de que las metatarsalgias constituyen uno de los principales motivos de consulta en el ámbito de la Podología con un 15.6% de las consultas totales, tal y como reflejan Ramos Galvan et al.<sup>7</sup>, no existe suficiente evidencia científica sobre la eficacia de los materiales de amortiguación y de la elección de los mismos para la confección de las ortesis.

Con el fin de mejorar la eficacia del tratamiento ortopedológico de las metatarsalgias es necesario el estudio de los materiales empleados para la confección de las palmillas. En este trabajo se ha estudiado la efectividad del efecto amortiguador metatarsal de distintos materiales utilizados para la confección de palmillas. Por todo

ello, el propósito de este estudio consiste en determinar la variación de las presiones plantares en las cabezas metatarsales medidas mediante las palmillas con sensores RS Scan Insole System®, empleando los siguientes materiales: Pedilastik® (plancha de silicona, Shore A: 25), Poron Medical® (espuma de poliuretano, Shore A: 15), Jogtene® (elastómero de caucho natural Shore A: 30), Confortene® (espuma termoconformable de etileno y acetato de vinilo, Shore A: 35).

## Método

### Sujetos

La población estudiada ha consistido en un total de ocho sujetos de sexo femenino con un total de 16 pies. La edad media de los sujetos estudiados fue de  $22.88 \pm 3.44$  años, con un rango entre los 20 y los 30 años. Antes de su participación en el estudio, todos los sujetos fueron informados de forma verbal y por escrito acerca del procedimiento a seguir y firmaron un documento de consentimiento informado que fue aprobado por el comité ético de la Universidad de Sevilla. Dado que el estudio se llevó a cabo en el laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Sevilla (Facultad de Podología) y se requería la presencia de los sujetos para la elaboración de las palmillas, el criterio de inclusión fue ser alumno de la facultad sin ningún tipo de afección en el tren inferior.

### 1.1. Procedimiento experimental

Se realizaron palmillas planas de resina del número del calzado de cada sujeto. Sobre estas palmillas, se adhería en la región



Figura 1. Paquete de pares de palmillas instrumentadas de sistema de baropodometría Footscan Insole System®.

metatarsal una banda del material amortiguador (de 4 mm de grosor). La dureza del material fue determinada mediante la escala Shore, que se basa en el estudio de la deformación de un material cuando se aplica sobre él una fuerza deformante conocida. Tradicionalmente para el tipo de materiales utilizados en las palmillas se utiliza la escala A, que se suele emplear para siliconas blandas. Para cada sujeto se confeccionaron cuatro pares de palmillas con material de amortiguación, uno para cada material. Estas palmillas amortiguadoras se colocaron entre el pie del sujeto y el sistema de registro de presiones.

Todos los sujetos del estudio emplearon calzado sanitario cerrado con sujeción posterior. Se realizó un registro de la marcha de ambos pies con el sistema de baropodometría (fig. 1) siguiendo el siguiente protocolo:

1. A los participantes se les pedía que caminaran previamente durante 3-4 min para habituarle a las condiciones del estudio. Esta prueba se realizaba por un circuito en línea recta previamente marcado en el laboratorio de biomecánica donde posteriormente se llevaría a cabo la medición.
2. Se realizaba la primera medición plantar usando solo las palmillas de sensores para registrar las presiones plantares en la región metatarsal. En este registro no se utilizó ninguna palmilla con material de amortiguación. Cada sujeto de estudio caminó durante ocho segundos en línea recta por el circuito señalado a la velocidad normal a la que habitualmente lo hacen de modo que siempre se realizara en la mismas condiciones (para obtener un mínimo de registro de cuatro pisadas válidas de cada pie) (fig. 2).
3. Los registros de presiones fueron procesados y analizados utilizando el software suministrado con el dispositivo de medida.
4. Se realizaron sucesivas mediciones de presiones plantares, empleando en cada una de ellas una palmilla de los diferentes

materiales de amortiguación elegidos para el estudio. En este caso, la función de la palmilla es garantizar la colocación de los distintos materiales en las mismas condiciones.

5. En total sobre cada sujeto se realizan cinco registros de presiones plantares. El primero sin material de amortiguación, y los cuatro ensayos posteriores con diferentes materiales.

Las variables de presiones plantares analizadas fueron:

1. Presión máxima de cada metatarsiano. Esta variable representa la presión máxima producida bajo la cabeza de cada uno de los metatarsianos durante el periodo de la marcha estudiado, y su unidad de medida es  $N/cm^2$ .
2. Presión máxima media del tercio anterior del pie. Esta variable representa la media de las presiones máximas producidas bajo las cabezas metatarsales durante el periodo de la marcha estudiado, su unidad de medida es  $N/cm^2$ .

#### Análisis estadístico

El análisis estadístico de este estudio se ha llevado a cabo con pruebas estadísticas no paramétricas. Los datos obtenidos en el estudio han sido procesados y analizados con el paquete informático SPSS 15.0 para Windows® (SPSS Science, Chicago, Estados Unidos), utilizando los test de Friedman y Wilcoxon. En todos los casos se han considerado niveles de significación inferior a 0.05.

#### Resultados

Los valores descriptivos de los registros de presiones en las cinco cabezas metatarsales se muestran en la tabla 1. En la primera columna se muestran los distintos materiales. En las sucesivas columnas se reflejan el valor medio, la desviación típica y el coeficiente de variación de los valores de presión máxima registrados para cada una de las cabezas metatarsales para todos los sujetos de la muestra. Esta variable proporciona información de la dispersión de los valores de presión máxima para cada metatarsiano para todos los sujetos de la muestra. Por cuestiones de simplicidad no se han mostrado todos los resultados obtenidos para cada sujeto pero la dispersión encontrada para cada sujeto, con cada cabeza metatarsal, a lo largo de las mediciones fue inferior al 5%.

Puede observarse (tabla 1) un incremento generalizado en las presiones plantares máximas de los metatarsianos cuando se utilizan palmillas con materiales de amortiguación con respecto a la palmilla sin este material.

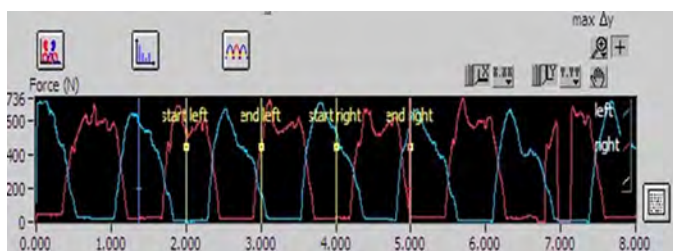


Figura 2. Registro máximo de presiones máximas de pie derecho (rojo [gris claro]) e izquierdo (azul [gris oscuro]). Muestra los marcadores de los puntos de inicio y finalización del análisis.



**Tabla 1** Registro de los valores de presiones máximas sin amortiguación y con los distintos tratamientos (Pedilastik®, Poron Medical®, Jogtene®, Confortene®)

Tratamiento	Primer metatarsiano			Segundo metatarsiano			Tercer metatarsiano			Cuarto metatarsiano			Quinto metatarsiano			Valor medio de las presiones de todos los metatarsianos		
	Valor medio N/cm <sup>2</sup>	± DE	Error típico como CV (%)	Valor medio N/cm <sup>2</sup>	± DE	Error típico como CV (%)	Valor medio N/cm <sup>2</sup>	± DE	Error típico como CV (%)	Valor medio N/cm <sup>2</sup>	± DE	Error típico como CV (%)	Valor medio N/cm <sup>2</sup>	± DE	Error típico como CV (%)	Valor medio N/cm <sup>2</sup>	± DE	Error típico como CV (%)
Sin tratamiento	12.96	4.75	36.65	11.22	3.17	28.25	12.69	3.53	27.82	11.92	5.68	47.65	13.65	5.64	41.32	12.72	2.51	19.73
Pedilastik®	14.02	3.96	28.25	11.04	3.38	30.62	13.61	2.68	19.69	12.89	6.47	50.19	12.80	5.80	45.31	12.87	2.60	20.20
Poron Medical®	14.28	6.17	43.21	12.66	2.48	19.59	14.28	2.95	20.66	11.82	6.18	52.28	11.57	4.81	41.57	12.76	2.82	22.10
Jogtene®	14.46	5.40	37.34	15.33	3.91	25.51	15.12	2.46	16.27	13.58	5.82	42.86	13.31	5.95	44.70	14.46	2.93	20.26
Confortene®	13.50	5.31	39.33	13.22	3.26	24.66	13.93	2.83	20.32	13.82	6.25	45.22	14.51	7.00	48.24	13.69	3.24	23.67

DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación.

Las comparaciones entre los diferentes registros de presiones máximas plantares en cada metatarsiano se analizaron con el test de Friedman. Los resultados de significación se muestran en la [tabla 2](#). Puede observarse que solo se producen cambios significativos en los valores de presiones plantares máximas en el segundo metatarsiano, cuarto metatarsiano y en el valor medio de presiones máximas de antepié. En cualquier caso, siempre con valores de presión más altos cuando se emplean los materiales de amortiguación.

La comparación de cada material de amortiguación empleado respecto a las presiones máximas plantares del grupo control se analizó mediante el test de Wilcoxon, y los resultados se muestran en la [tabla 3](#). Puede observarse que solo se producen cambios significativos respecto al grupo control cuando se usa Jogtene® y en el segundo metatarsiano cuando se emplea Confortene®, siempre con valores más altos de presión máxima al emplear los materiales de amortiguación.

## Discusión

Los resultados de esta investigación señalan que el uso de los materiales de distinta dureza bajo las cabezas metatarsales generan modificaciones en el registro de presiones plantares en esta zona durante el periodo propulsivo. En líneas generales, estas modificaciones implican un ligero aumento generalizado. Este hecho es contrario a la premisa general de que los materiales fácilmente deformables pueden usarse para amortiguar las presiones plantares en la región metatarsal. Sin embargo, otros estudios similares al presente encontraron una disminución significativa de las presiones plantares en las cabezas metatarsales con el uso de distintos materiales<sup>8-13</sup>. En nuestro estudio, estas modificaciones se producen en sentido negativo, es decir, los materiales usados como almohadillas metatarsales no generan una disminución de las presiones en la zona estudiada durante el periodo propulsivo, mostrando un ligero incremento de las mismas tal y como se muestra en la [tabla 1](#), donde los valores de presión máxima se incrementaron con la aplicación de cada una de las palmillas amortiguadoras (en la mayoría de los casos sin que estas diferencias fueran significativas).

Diversos autores defienden que la inclusión de materiales debajo de las cabezas metatarsales, con problemas de sobrecarga, generan una disminución de la presión local de la zona afectada además de una sensación subjetiva de disminución del dolor<sup>8-10</sup>. Cierta controversia aparece también en la literatura científica acerca de la localización de las áreas de presión máxima que se producen en el antepié durante el periodo propulsivo<sup>14-16</sup>, así como acerca de la morfología del almohadillado y dónde colocar el mismo para ganar eficacia amortiguadora<sup>8,9</sup>.

Otros autores, de forma contraria, afirman que las soluciones a un problema de metatarsalgia generado por sobrecarga (deportistas o pie de riesgo) surgen de una correcta compensación biomecánica de las presiones del pie mediante el uso de ortesis plantares<sup>17-20</sup>.

Comparándose los criterios metodológicos seguidos en este ensayo con los protocolos seguidos por otros autores, se observa que este estudio incluye una selección de una muestra asintomática, sana y sin antecedentes podológicos. Son varios los autores que centran las conclusiones de sus estudios en pacientes con clínica de metatarsalgia<sup>8,11,12</sup> sus resultados son contrarios a los que se han conseguido en esta investigación, lo que podría indicar que quizás cuando las presiones plantares sobrepasan los límites de normalidad, los resultados respecto al efecto amortiguador podrían ser diferentes. Por otro lado, otro de los criterios metodológicos a tener en cuenta de este estudio son las palmillas usadas como tratamiento; estas no presentan corrección ortopodológica ni adaptación alguna al pie, son elaboradas íntegramente con el material a analizar y muestran un aspecto plano con el grosor específico

**Tabla 2**  
Comparación de las presiones máximas plantares con los distintos materiales de amortiguación (Pedilastik®, Poron Medical®, Jogtene®, Confortene®) para cada metatarsiano

Metatarsiano	Control N/cm <sup>2</sup>	Pedilastik® N/cm <sup>2</sup>	Poron Medical® N/cm <sup>2</sup>	Jogtene® N/cm <sup>2</sup>	Confortene® N/cm <sup>2</sup>	Grado de significación <sup>a</sup> Valor de p
Mtt I	12.96	14.02	14.28	14.46	13.50	0.765
Mtt II	11.22	11.04	12.66	15.33	13.22	0.003*
Mtt III	12.69	13.61	14.28	15.12	13.93	0.092
Mtt IV	11.92	12.89	11.82	13.58	13.82	0.021*
Mtt V	13.65	12.80	11.57	13.31	14.51	0.180
Antepié	12.72	12.87	12.76	14.46	13.69	0.030*

Mtt: metatarsiano.

<sup>a</sup> Test de Friedman.

\* Valores significativos (sign. p < 0.05).

**Tabla 3**  
Variación de las presiones plantares comparando grupo control con la utilización de los distintos materiales de amortiguación (Pedilastik®, Poron Medical®, Jogtene®, Confortene®) para cada metatarsiano

Metatarsiano	Control N/cm <sup>2</sup>	Pedilastik® N/cm <sup>2</sup>	Grado de significación <sup>a</sup> Valor de p	Control N/cm <sup>2</sup>	Poron Medical® N/cm <sup>2</sup>	Grado de significación <sup>a</sup> Valor de p	Control N/cm <sup>2</sup>	Jogtene® N/cm <sup>2</sup>	Grado de significación <sup>a</sup> Valor de p	Control N/cm <sup>2</sup>	Confortene® N/cm <sup>2</sup>	Grado de significación <sup>a</sup> Valor de p
Mtt I	12.96	14.02	0.239	12.96	14.28	0.239	12.96	14.46	0.410	12.96	13.5	0.505
Mtt II	11.22	11.04	0.724	11.22	12.66	0.724	11.22	15.33	0,012*	11.22	13.22	0,021*
Mtt III	12.69	13.61	0.306	12.69	14.48	0.306	12.69	15.12	0,041*	12.69	13.93	0.084
Mtt IV	11.92	12.98	0.224	11.92	11.82	0.224	11.92	13.58	0.068	11.92	13.82	0.077
Mtt V	13.65	12.80	0.530	13.65	11.57	0.530	13.65	13.31	0.875	13.65	14.51	0.480
Antepié	12.72	12.87	0.875	12.72	12.76	0.875	12.72	14.46	0,025*	12.72	13.96	0.272

<sup>a</sup> Test de Wilcoxon.

\* Valores significativos (sign. p < 0.05).

de cada uno de los materiales. Con ello se pretende acotar los resultados obtenidos en los registros de presión a la eficacia de los materiales en la zona de antepié. Esto no ocurre en diversos estudios donde puede apreciarse que se colocan las almohadillas debajo de las cabezas metatarsales pero estas están incluidas en tratamientos ortésicos donde no queda clara la función correctora/compensadora de los mismos<sup>8,11</sup> y donde la interpretación de los registros de presión obtenidos puede generar confusión.

Una última diferencia metodológica que aporta este estudio con los estudios previos analizados es que, tal y como recomienda la literatura científica, cuando lo que se pretende es obtener una respuesta funcional del pie durante la marcha<sup>16,21–23</sup> se ha utilizado el sistema de baropodometría empleado, Rs-Scan Insole System®, que se basa en un sistema dinámico de recogida de datos con los sensores de presión introducidos en el calzado. Esta última consideración metodológica es quizás una de las que puede generar mayores discrepancias en los parámetros de presión, ya que las diferencias observadas con otros estudios llevados a cabo con técnicas de baropodometría de medición estática son constantes<sup>19,20</sup>. En un intento de interpretación de los resultados, se plantea la posibilidad de que el hecho de incluir un material entre los sensores y las cabezas metatarsales en un espacio reducido con limitación frontal y dorsal, por el calzado, produzca un incremento de presión generado, por un lado, por la verticalización que sufre el metatarsiano durante la fase de propulsión<sup>17</sup>, y por otro, por la alteración de las propiedades mecánicas (relacionadas con las deformaciones) del material seleccionado al tratarse de un espacio reducido, sometido a tensiones en varios planos<sup>24</sup>.

La inclusión de materiales en el arco metatarsal sobre una palmilla estándar sin compensación biomecánica genera incremento de presión en las cabezas metatarsales durante el periodo propulsivo. Esta propuesta viene acompañada de ciertas limitaciones de la investigación relacionadas con el pequeño tamaño muestral y que implican, para no caer en interpretaciones erróneas y sesgadas, una consideración de los resultados cautelosa y reservada.

Ante la oferta comercial de diversos materiales centrada en la dureza del material, para distinguir su uso en función de la dolencia y el grado de afección, dado que la respuesta del material no es

puntual en el tiempo, deberíamos considerar otras propiedades de estos materiales, tales como la rigidez o la viscosidad (propiedades viscoelásticas), de manera que podamos determinar la influencia que estas propiedades puedan ejercer en el incremento de las presiones plantares, cuando estos materiales se comprimen bajo la acción del peso corporal durante la marcha.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

- Light LH, Mclellan GE, Klenerman L. Skeletal transients on heel strike in normal walking with different footwear. *J Biomech.* 1980;13:477–80.
- Voloshin A, Wosk J. An in vivo study of low back pain and shock absorption in the human locomotor system. *J Biomech.* 1982;15:21–7.
- Jorgensen U, Ekstrand J. Significance of heel pad confinement for the shock absorption at heel strike. *Int J Sports Med.* 1989;9:468–73.
- Jørgensen U, Bojsen-Møller F. Shock absorbency of factors in the shoe/heel interaction with special focus on the role of the heel pad. *Foot Ankle.* 1989;9:294–9.
- Du Vries HL. *Surgery of foot.* 2nd ed St Louis: CV Mosby Co; 1965.
- Moreno de la Fuente JL. *Podología general y biomecánica.* 1.ª ed Barcelona: Masson; 2003.
- Ramos J, Mejías M, Palomo IC, Espino EM, González I. Historias clínicas podológicas: estudio y valoración. *Rev Esp Podol.* 1998;9:88–92.
- Kang JH, Chen MD, Chen SC, Hsi WL. Correlations between subjective treatment responses and plantar pressure parameters of metatarsal pad treatment in metatarsalgia patients: A prospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:95.
- Nubé VL, Molyneaux L, Bolton T, Clingan T, Palmer E, Yue DK. The use of felt deflective padding in the management of plantar hallux and forefoot ulcers in patients with diabetes. *Foot (Edinb).* 2006;16:38–43.
- Rogers K, Otter S, Birch I. The effect of PORON® and Plastazote® insoles have on forefoot plantar pressures. *Br J Podiatr.* 2006;9:111–4.
- Hastings MK, Mueller MJ, Pilgram TK, Lott DJ, Commean PK, Johnson JE. Effect of metatarsal pad placement on plantar pressure in people with diabetes mellitus and peripheral neuropathy. *Foot Ankle Int.* 2007;28:84–8.
- Nordsiden L, van Lunen BL, Walker ML, Cortes N, Pasquale M, Onate JA. The effect of 3 foot pads on plantar pressure of pes planus foot type. *J Sport Rehabil.* 2010;19:71–85.
- Tong JW, Ng EY. Preliminary investigation on the reduction of plantar loading pressure with different insole materials (SRP–Slow Recovery Poron, P–Poron, PPF–Poron+Plastazote, firm and PPS–Poron+Plastazote, soft). *Foot (Edinb).* 2010;20:1–6.



14. Bryant AR, Tinley P, Singer KP. Normal values of plantar pressure measurements determined using the EMED-SF system. *J Am Podiatric Med Assoc.* 2000;90:295–9.
15. Bennett PJ, Duplock LR. Pressure distribution beneath the human foot. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1993;83:674–8.
16. Hayafune N, Hayafune Y, Jacob HAC. Pressure and force distribution characteristics under the normal foot during the push-off phase in gait. *Foot (Edinb).* 1999;9:88–92.
17. Viladot A. *Patología del antepié.* 4.ª ed Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2001.
18. Galois L, Girard D, Martinet N, Delagoutte JP, Mainard D. Analyse opto-électronique de la marche après astrodèse métatarso-phalangienne de l'hallux. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2006;92:52–9.
19. Martínez AA, Pérez JM, Herrera A, Domingo J, Martínez J. Tratamiento ortopédico de las metatarsalgias y su valoración mediante baropodometría electrónica. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 1998;42:456–62.
20. Perez-García JM, Orrite C, Herrera A. Plantillas de reequilibrio o de compensación. Aportación de la plataforma PDS 93 de alta resolución. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 1996;40:332–5.
21. DeCock A, Willems T, Stal S, de Clercq D. Within-subject variability of plantar pressure patterns in barefoot running. *Fourth World Congress of Biomechanics.* Calgary: 3–8 agosto 2002.
22. Grundy M, Tosh PA, McLeish RD, Smidt L. An investigation of the centres of pressure under the foot while walking. *J Bone Joint Surg Br.* 1975;57:98–103.
23. Martínez A, Hoyos JV, Brizuela G, Ferrús E, González JC. Biofoot-IBV. Una técnica de registro y análisis de la distribución de presiones plantares aplicable a la mejora del rendimiento deportivo. *Colecc ICD: Inv Cienc Deporte.* 2001;19:77–8.
24. París F. *Teoría de la elasticidad.* 3.ª ed Sevilla: Germ; 2000.



Original article

## Cognitive profile associated with functional and anthropometric aspects in elderly



W. Araújo de Brito<sup>a</sup>, L. Mendes<sup>a</sup>, M. Magalhães Sales<sup>b</sup>, J.B. Neto<sup>b</sup>, C.J. Brito<sup>e</sup>, M.E. da Silva Grigoletto<sup>c</sup>, A. Pimentel Ferreira<sup>d,\*</sup>

<sup>a</sup> Curso de Enfermagem das Faculdades Integradas Promove de Brasília e Faculdades ICESP, Brasília, Brazil

<sup>b</sup> Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Católica de Brasília – UCB, Brasília, Brazil

<sup>c</sup> Programa de Pós Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Sergipe – UFS, Sergipe, Brazil

<sup>d</sup> Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa – NIP das Faculdades Integradas Promove de Brasília e Faculdades ICESP, Brasília, Brazil

<sup>e</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, Minas Gerais, Brazil

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 23 February 2014

Accepted 16 February 2015

Available online 6 September 2016

#### Keywords:

Aging

Dementia

Anthropometry

### ABSTRACT

**Objective:** To identify the cognitive profile of the elderly and its association with anthropometric and functional aspects.

**Methodology:** It is a cross-sectional study conducted in 84 elderly. Measured up the following anthropometric variables: body weight, height, waist circumference, hip circumference for subsequent calculation of the conicity index, waist/hip ratio and waist/height ratio. Furthermore, the functional aspects were measured based on the battery of tests adapted from Functional Fitness Test and cognitive impairment using the Mini Mental State Examination.

**Results:** Dementia was found in 7% of the elderly, with no difference between genders. The waist/height ratio above 0.67 cm increased by 5.6 times the chance to develop dementia, while the balance showed a protective factor (15% less likely).

**Conclusion:** There was a low prevalence of dementia, the Waist Circumference and Hip Circumference indexes demonstrated a predictive capacity for dementia while the balance pattern was considered a protective factor.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Perfil cognitivo asociado a aspectos funcionales y antropométricos en personas mayores

### RESUMEN

**Objetivo:** Identificar el perfil cognitivo de personas ancianas y su asociación con los aspectos funcionales y antropométricos.

**Metodología:** Estudio transversal descriptivo realizado en 84 personas ancianas. Fueron recogidos datos referentes a las medidas antropométricas: masa corporal, estatura, circunferencia de la cintura, circunferencia de la cadera, para posterior cálculo del índice de conicidad, relación cintura/cadera y la relación cintura/estatura. Además, fueron medidos datos funcionales basados en una serie de pruebas adaptadas del *Functional Fitness Test* y el déficit cognitivo fue evaluado a través del Mini Examen del Estado Mental.

**Resultados:** La demencia encontrada fue del 7% en las personas mayores de edad. La relación cintura/estatura mayor de 0.67 cm aumentó en 5.6 veces las posibilidades de desarrollar demencia, mientras que el equilibrio presentó un factor de protección (15% menos de probabilidad de presencia de demencia).

**Conclusión:** Hubo baja frecuencia de demencia, la circunferencia de la cintura y la relación cintura/cadera presentaron una capacidad predictiva, mientras que el equilibrio fue considerado un factor de protección.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

#### Palabras clave:

Personas mayores

Demencia

Antropometría

\* Corresponding author.

E-mail addresses: [cidopimentel@yahoo.com.br](mailto:cidopimentel@yahoo.com.br), [cidopimentel@gmail.com](mailto:cidopimentel@gmail.com) (A. Pimentel Ferreira).

## Perfil cognitivo associado a aspectos funcionais e antropométricos em idosos

### R E S U M O

*Palavras-chave:*  
Idoso  
Demência  
Antropometria

**Objetivo:** Identificar o perfil cognitivo de idosos e a sua associação com aspectos funcionais e antropométricos.

**Métodos:** Estudo transversal descritivo realizado em 84 idosos. Mensuraram-se as seguintes variáveis antropométricas: massa corporal, estatura, circunferência da cintura (CC), circunferência do quadril (CQ), para posterior cálculo do índice de conicidade (IC), relação cintura/quadril (RCQ) e relação cintura/estatura (RCE). Ademais, foram medidos os aspectos funcionais baseados na bateria de testes adaptada do *Functional Fitness Test* e o déficit cognitivo, por meio do Mini Exame do Estado Mental.

**Resultados:** A demência foi encontrada em 7% dos idosos, não havendo diferença entre gêneros. A RCE acima de 0.67 cm aumentou em 5.6 vezes a chance para desenvolver demência, enquanto o equilíbrio apresentou fator de proteção (15% menos chances).

**Conclusão:** Houve baixa prevalência de demência, a CC e RCE apresentaram capacidade preditiva, enquanto o equilíbrio foi considerado fator de proteção.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Introduction

During the last few decades, there is a new demographic behavior in the elderly, in which there is a progressive increase in the prevalence of the elderly population due to improvements in life expectancy and the increase in the proportion of elderly in the world's population. However, the search for strategies that seek to prolong the life expectancy free of functional and cognitive impairment is relevant. The elderly population is a group characterized by heterogeneity, so that we can find in the same age group, elderly with preserved functional capacity and the ones with memory impairment levels in an advanced state.<sup>1</sup>

The aging is a continuous process in which there is a progressive decline in physiological processes. Among the most apparent physiological changes during aging, there is a decrease in height by about 1 cm per decade and structural and functional changes in the nervous system, due to reduction in the number of neurons. It is also usual to have increased arterial stiffness, increased blood pressure, a decreased cardiac output at rest and during exercise, and reduced bone mineral density.<sup>2–4</sup>

Specifically, regarding the changes that affect the central nervous system with the course of the aging process, there is the ventriculomegaly and reduced cortical mantle, usually accompanied by progressive cognitive impairment. However, regardless of degenerative diseases, cognitive dysfunction and dementia were observed. Dementia is the progressive reduction or loss of cognitive abilities, partial or complete, permanent or momentary form, enough to cause a loss of autonomy and functional decline.<sup>2</sup>

For Pedrosa and Holland,<sup>5</sup> loss of independence and low levels of cardiorespiratory fitness are associated with risk of morbidity and mortality from chronic diseases, on the other hand the performance of daily activities of life and the maintenance of independence are linked to improved general health. In this sense, low levels of muscular strength and obesity are associated with functional decline and cognitive impairment.<sup>3,6</sup> In addition, important measures related to functional capacity and maintenance of daily activities as the amount of motor units, the contraction speed, neurons driving speed, the reaction time, and volume of brain matter show worsening over the decrease in walk velocity.<sup>1,4,7</sup>

Accordingly, it appears that functional capacity, maintaining the autonomy are associated with a lower incidence of chronic degenerative diseases. Thus, there is a constant need for assessments and maintaining physical fitness, since it features associated with general health in the elderly, particularly in relation to cardiovascular

disease, cognitive response and hospitalization.<sup>2</sup> In this light, the aim of this study was to evaluate the cognitive profile of the elderly and its association with anthropometric and functional aspects.

### Methods

#### Subjects

The sample consisted of 84 elderly of both sexes (15 male and 69 female) aged between 61 and 90 years living in the Federal District, selected by convenience. The inclusion criteria were: have over 60 years of age, a resident in own home, sign the informed consent term, participate in all data collections, show no neuropathy or musculoskeletal problem that precludes participation in physical tests.

Before data collection, the Ethics Committee on Research of the Hospital of the Forces Army (HFA) under protocol 016/2011/CEP/HFA approved this study. Volunteers or their guardians signed a free and informed consent form (ICF).

#### Experimental design

After contact with the elderly in their homes, we collected data related to anthropometric measurements, the Mini Mental State Examination (MMSE), and functional testing. The adapted Functional Fitness Test was used in this study.<sup>8–12</sup>

**Romberg test:** The researcher asked each volunteer to stay with his/her feet together, barefoot, with open eyes for about 30 s and then with eyes closed for 30 s. The standing position without loss of balance clocked the permanence time and the test was considered positive when the volunteer has failed to spend more than 10 s with their eyes closed without body oscillations. In the time each volunteer had to have the first oscillation, considered equilibration time, was recorded similar to the procedure adopted by Cho et al.<sup>8</sup>

**Handgrip test:** After familiarization, the participants were seated, with the shoulder in neutral position, elbows bent at 90° and wrist in a neutral position. The subjects were instructed to perform a maximal isometric contraction to verbal command of the examiner. Three attempts were made by alternating members, with 60 s interval. No encouragement was given by the researcher during the test. The procedure was carried out respecting the criteria described by Shiratori et al.<sup>9</sup>

**Stand up and walk test (TSW) (Timed up and go – TUG):** This test was measured using a stopwatch and recorded in seconds the time it takes to stand up from a chair, walk a distance of 3 m, turn around an obstacle and sit again. We used a chair 45 cm in height for the seat and 65 cm in height to the armrest with backrest, brand Grosfillex®. The TSW was done according to the procedure described by Hyun et al.<sup>10</sup>

**Chair get up test:** For this test, we used a chair with traditional back, without lateral support, with 45 cm height, and a stopwatch. The chair was supported on the wall to prevent the same from moving during the test period. A pre-test for familiarization was conducted to ensure that the participant sitting occupies most of the seat with his/her feet flat on the floor. He was spoken aloud each time the participant until the fifth time. This test was performed according to procedure described by Yamauchi et al.<sup>11</sup>

**Mini Mental State Examination (MMSE):** The MMSE consists of typical questions grouped into 7 categories, each of them designed in order to assess specific cognitive functions, with they being: time orientation, local, words registration, attention and calculation, memory, language, and visual constructive capacity. Leading questions and punctuation establishment based on pre-established scores on the instrument obtained responses. The cutoff points used in this study were adopted as model, as used previously in another study by Ferreira et al.<sup>12</sup>

**Body mass and height:** For the body mass a digital Britania® balance with a resolution of 0.1 kg was used. For this measurement, individuals were with minimum clothing, positioned to his feet, and remained motionless until the stabilization of the value displayed on device. A tape fixed to the wall was used for the height measurement. The head was positioned according to the Frankfurt plan in which an imaginary line was passing through the lowest point of the inferior orbital rim and the highest point of the upper edge of the right auditory meatus.<sup>13</sup> After these adjustments, the most prominent point of the head to the realization of the measure was noted.

**Waist and hip circumference:** The measurement of waist circumference (WC) was carried out with a tape, 150 cm in length and resolution of 0.1 cm. It was measured in line with the navel, and evaluated without shirt. The measurement of the hip circumference (WHR) was held at the leading region of the hip, assessed with feet together and legs straight.<sup>14</sup>

**Arm circumference:** To measure the circumference of the arm, the same was flexed toward the chest at a 90° angle, and located and marked the midpoint between the acromion and olecranon.

**Table 1**  
Characterization sample with anthropometric data and hemodynamic performance.

	Men n = 15	Women n = 69	Total sample n = 84
Body mass (kg)	76.2 ± 10.0	68.9 ± 12.0*	68.3 ± 13.3
Height (m)	1.6 ± 0.1	1.6 ± 0.1†	1.55 ± 0.1
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	28.5 ± 2.7	27.4 ± 4.4	27.6 ± 4.2
Conicity index	1.4 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.4 ± 0.1
Waist hip ratio (cm)	1.0 ± 0.1	0.9 ± 0.1†	1.0 ± 0.1
Waist height ratio (cm)	0.64 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1
Systolic blood pressure (mmHg)	136 ± 13	131 ± 13	132 ± 13
Diastolic blood pressure (mmHg)	92 ± 13	85 ± 10	86 ± 11
Mean arterial pressure (mmHg)	106 ± 12	100 ± 10	101 ± 11
Neck circumference (cm)	43.0 ± 2.9	38.9 ± 4.0†	39.1 ± 3.9
Arm circumference (cm)	31.4 ± 2.3	32.0 ± 4.2	32.0 ± 4.3
Thigh circumference (cm)	49.1 ± 4	49.0 ± 6.1	48.5 ± 5.6
Hip circumference (cm)	103.0 ± 6.8	103.0 ± 11.1	104.0 ± 9.7
Waist circumference (cm)	104.0 ± 9.3	97.0 ± 9.8†	98.0 ± 10.6
Dominance handgrip (kg)	17.0 ± 8.0	20.4 ± 8.3	19.9 ± 8.3
Non-dominance handgrip (kg)	15.5 ± 8.5	18.7 ± 9.9	18.2 ± 9.7
Test stand and walk (s)	10.2 ± 3.3	11.3 ± 4.1	11.1 ± 4.0
Chair get up (s)	11.2 ± 6.0	12.1 ± 9.4	11.9 ± 3.5
Mini-Mental State Examination (score)	21.4 ± 3.8	21.9 ± 4.0	21.8 ± 4.0

\* Significant difference between men versus women.

It was requested to the individual to stay with the arm extended along the body and with the palm facing down.<sup>15</sup>

**Thigh circumference:** The tape was placed across, half way between the inguinal line and the upper border of the patella. Feet were slightly apart and body weight distributed equally between them.<sup>14</sup>

**Neck circumference:** The measurement was performed with the participant standing with the back straight and head in the Frankfurt horizontal plane. The tape was positioned in the lower neck circumference just above the laryngeal prominence (Adam's apple).

### Statistical analysis

Initially the data normality was checked, using the Shapiro–Wilk test when the group was stratified to 50 individuals and Kolmogorov–Smirnov when the group was more than 50 individuals. Descriptive statistics and frequency of measures were used to assess the prevalence of hypertension, diabetes, labyrinthitis, osteoporosis, physical activity and nutritional evaluation between different groups. We used the chi-square test to analyze the frequency ratios between the different groups. The test “t” independent was applied to analyze the anthropometric, hemodynamic differences, mental state and performance of functional tests in accordance with the level of physical activity, nutritional classification and sex.

To analyze the cutoff points of anthropometric indicators and performance of the studied functional tests that could identify dementia the ROC curve technique (receiver operating characteristic) was adopted. The bivariate regression models and multivariate logistic regression were used to calculate the Odds Ratio (OR), so that all the functional capacity and anthropometric variables were tested as controls in the regression models. *p* value < 0.05 was adopted to point out the significant differences. Statistical analysis was performed using SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) for Windows, and the Stata software version 9.1 (College Station, TX: StataCorp LP).

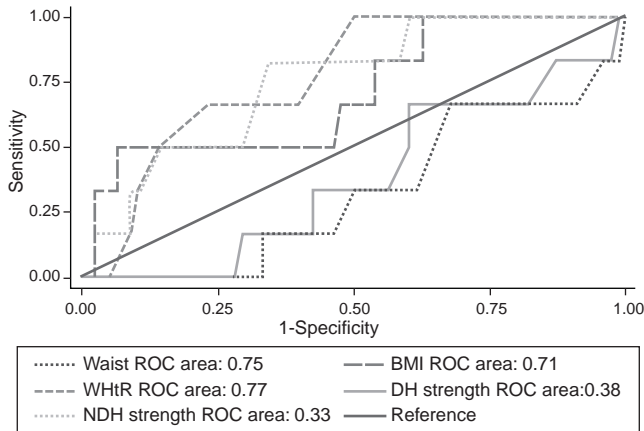
### Results

Tables 1 and 2 presented the characteristics of the sample, with anthropometric data, hemodynamics performance and results of the MMSE test as well as the percentages of dementia and other chronic diseases.

**Table 2**  
Characterization of dementia data frequency and chronic diseases.

	Men	Women	Total sample
Obesity	77%	56.5% <sup>*</sup>	57.2%
Hypertension	92.3%	73.2% <sup>*</sup>	76.2%
Diabetes Mellitus	38.5%	31%	32.1%
Labyrinthitis	23%	32.4%	31%
Osteoporosis	15.4%	26.8%	25%
Dementia	7.7%	7%	7.1%

\* Significant difference between men versus women.



**Fig. 1.** ROC curves for the anthropometric indicators and functional tests as predictors of dementia. Abbreviations: BMI, body mass index; DH strength, dominant hand palmar pinch strength; NDH strength, nondominant hand palmar pinch strength; ROC, receiver operating characteristic; WHtR, waist-to-height ratio.

There was a statistically significant difference for the variables: body weight, height, WHR, neck circumference and WC, in which men showed higher values when compared to women.

Table 3 shows the cutoffs and their sensitivity and specificity of anthropometric indicators and tests that measured the functional capacity in predicting dementia.

According to Table 3, the WC and the waist/height ratio (WHeR) were considered predictors of dementia, since the lower limit of the confidence interval was above 0.50 (Li-IC > 0.5). Already body mass index (BMI), taper index, waist/hip ratio (WHR) and performance tests, as carried out in our methodology, showed no reliable values of sensitivity and specificity (Li-CI < 0.5). Fig. 1 shows the ROC curves of the key variables tested.

Table 4 presented the odds ratio of anthropometric measures and functional performance for dementia for the total sample.

Initially the sex was tested as modifier effect; however, it showed no change in capacity, and we chose to analyze only the total sample without stratification by sex. Among the anthropometric and functional variables analyzed, only WHeR and the equilibrium showed risk/protection, respectively as significant. Seniors with above 0.67 cm WHeR were 5.63 times more at risk

**Table 3**  
Cutoffs, sensitivity and specificity of anthropometric measures and functional tests as predictors of dementia.

Dementia (n = 84)	Cutoffs	Sensitivity	Specificity	Area under curve
Waist (cm)	100	83.3	65.4	0.75 (0.57–0.93)
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	28	67	53	0.71 (0.47–0.94)
Conicity index	1.41	50	62	0.57 (0.36–0.78)
Waist hip ratio (cm)	0.92	50	52	0.46 (0.25–0.67)
Waist height ratio (cm)	0.67	67	77	0.77 (0.61–0.93)
Dominance handgrip (kg)	24	67	39	0.38 (0.16–0.59)
Non-dominance handgrip (kg)	28	67	32	0.33 (0.11–0.54)
Test stand and walk (s)	10.6	66	51	0.61 (0.3–0.92)

**Table 4**  
Odds Ratio for dementia for the total sample.

Measures	Total sample
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) > 27 kg m <sup>2</sup>	3.75 (0.5–30)
Conicity index > 1.25	1
Waist > 100 cm	8.15 (0.99–66)
Waist height ratio (cm) > 0.67	5.63 (1.11–28) <sup>*</sup>
Sedentary lifestyle	1.36 (0.26–7.0)
Dominance handgrip (kg) > 20	0.53 (0.10–2.7)
Non-dominance handgrip (kg) > 20	0.36 (0.05–2.9)
Test stand and walk (s) > 10.59	0.5 (0.05–2.6)
Balance	0.15 (0.04–0.65) <sup>*</sup>
Chair get up (s)	0.65 (0.12–3.2)

\* Significant odds ratio.

of presenting dementia while older people who have balance were 15% less likely to have dementia.

### Discussion

The main results of this study showed that the prevalence of dementia verified by the results of the MMSE in the elderly was 7%, and that among the anthropometric and functional variables tested, only WC and WHeR showed predictive capacity to dementia. When analyzed the odds ratio, it was found that the maker of the top WHeR to 0.67 cm is 5.6 times more likely to have dementia, while the balance of the presence means protection factor by 15%. It is important to understand that the MMSE results only suggest the presence of dementia, and despite having high correlation with the same, more specific tests are necessary for the diagnosis to be confirmed.

We believe that the highest amount of abdominal fat was verified by WC and WHeR. According to Matsudo et al.,<sup>16</sup> the anthropometric measures (greater deposition of fat in the central region) are associated with lower levels of physical fitness and a less active lifestyle. The gain in body weight as well as body fat accumulation particularly in the central region appears to result from a standard genetically programmed, changes in diet and physical activity level, age-related or an interaction between these factors. Lower levels of muscle strength, as well as obesity (BMI ≥ 30), higher waist circumference and percentages of fat are associated with functional decline.<sup>3</sup>

The grip strength is the only muscle strength measurement recommended for clinical practice, so that it is increasingly used for clinical diagnosis in elderly.<sup>17</sup> Lower strength scores can be considered an independent predictor of overall mortality in the elderly over 85 years noninstitutionalized.<sup>18</sup> The lower level physical fitness, lifestyle and excess weight are closely related to social isolation and physical mobility, and in some cases lead to loss of functional independence and neurological disorders, affecting performance cognitive test, as observed in this study. With increasing age, people become less active, their physical capabilities diminish and psychological changes appear as a feeling of old age, stress and depression. Concurrently, there is the appearance of chronic



diseases that contribute to deteriorate the aging process; however, it seems that the disuse of physiological functions creates more problems than most of the effects of aging.<sup>16</sup>

In this sense, our study found that the balance was considered a protective factor for dementia. Since subjects with higher performance, in the balance of capacity, possibly present greater physical mobility and functional autonomy, which corroborates Borges et al.,<sup>19</sup> appointed that the practice of physical activity and functional autonomy both promote rehabilitation, as maintaining the overall health of the elderly maintaining physical fitness, independence and autonomy in activities of daily living. Currently there are various methods for measuring body stability, which is an important component in maintaining the standing position of equilibrium and during daily activities and movements, especially for elderly people, since they are considered to fall-risk population.<sup>20</sup> The system postural control depends on an intact ability (unharmed) to correctly perceive the environment by peripheral sensory system, as well as the processing and integration of proprioceptive pathways, visual and vestibular in the central nervous system.<sup>20</sup>

The risk of falls increases with aging, and can have a devastating effect on the independence and quality of life. Often it leads to a vicious cycle of inactivity with future decline in functionality, increased risk of falls, and more likely to need an attendant. Balance tests are useful tools to diagnose the loss of this physical ability. Encouraging seniors to improve physical feature can help them maintain independence and reduce the need for live assistance.<sup>21</sup> Corroborating the findings of this study, Hanna et al.,<sup>22</sup> indicated that the moderately active people presented a lower risk by mental disorders than those sedentary, showing that participation in physical exercise programs exerts benefits in the physical domain. Furthermore, psychologically and physically active people probably have a faster cognitive processing. This can be explained in part by a direct and indirect effect of exercise on cognitive function, such that the mechanisms that act directly increase the speed of cognitive processing, leading to an improvement in cerebral circulation and changes in the synthesis and degradation neurotransmitters.

In addition, direct mechanisms, such as low blood pressure, decrease in LDL and triglyceride in the blood plasma and inhibition of platelet aggregation appear to act indirectly by enhancing these functions and the overall functional capacity, reflecting in this way on mental health in the elderly.<sup>23</sup> The prevalence data of our study were similar to those presented by Oliveira et al.,<sup>24</sup> which also show that cognitive impairments in the elderly detected by the MMSE were not associated with the mobility test assessed by TSW. These results coincide with the literature and can be explained by the fact that some cases of dementia, patients have excessive movement and unrest for much of the day. What they are not perceived in Alzheimer's dementia due to lack of extrapyramidal signs and motor slowness.

One limitation of the present data is the sample size and the disproportion between male and female elderly; however, the literature still lacks investigations like this, making relevant the results of this study. Another limitation was the instrument used since the MMSE despite being a widely used test, still lacks studies to better determine its use, as well as the adoption of appropriate points of cuts in the Brazilian population. Applicable, the present study showed low prevalence of dementia in the elderly; however, it is important to keep the concern for variables related to functional capacity, as well as the anthropometric profile, as they present relationship with the cognitive deficits.<sup>25–27</sup> In this sense, health professionals should provide an environment that encourages physical activity safely, maintenance of functional capacity and avoidance of excess weight, particularly in the central part of the body.

In conclusion, the prevalence of dementia in the elderly was considered lower, however similar between male and female. Waist circumference and waist/height ratio showed predictive ability for dementia verified by MMSE, and seniors with greater deposition of fat in the central region of the body showed 5.6 times more likely to have dementia, while those with more balanced presence of a protective factor, with 15%, were less likely to have dementia.

### Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

### Acknowledgment

This study was funded by grant from the Brazilian Scholarship Program *Ciência sem Fronteiras* (grant reference #234243/2014-7). The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish or preparation of the manuscript.

### References

- Abellan van Kan GA, Rolland Y, Andrieu S, Bauer J, Beauchet O, Bonnefoy M, et al. Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) task force. *J Nutr Health Aging*. 2009;13:881–9.
- Cooper R, Kuh D, Cooper C, Gale CR, Lawlor DA, Matthews F, et al. Objective measures of physical capability and subsequent health: a systematic review. *Age Ageing*. 2011;40:14–23.
- Schaap LA, Koster A, Visser M. Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons. *Epidemiol Rev*. 2013;35:51–65.
- Cooper R, Kuh D, Hardy R, Mortality Review Group: FALCon and Halcyon Study Teams. Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2010;341:c4467.
- Pedrosa R, Holanda G. Correlação entre os testes da caminhada, marcha estacionária e TUG em hipertensas idosas. *Rev Bras Fisioter São Carlos*. 2009;13:252–6.
- Benedet AL, Moraes CF, Camargos EF, Oliveira LF, Souza VC, Lins TC, et al. Amerindian genetic ancestry protects against Alzheimer's disease. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2012;33:311–7.
- Stenholm S, Maggio M, Lauretani F, Bandinelli S, Ceda GP, Di Iorio A, et al. Anabolic and catabolic biomarkers as predictors of muscle strength decline: the In CHIANTI study. *Rejuvenation Res*. 2010;13:3–11.
- Cho GH, Hwangbo G, Shin HS. The effects of virtual reality-based balance training on balance of the elderly. *J Phys Ther Sci*. 2014;26:615–7.
- Shiratori AP, Iop Rda R, Borges Júnior NG, Domenech SC, Gevaerd Mda S. Evaluation protocols of hand grip strength in individuals with rheumatoid arthritis: a systematic review. *Rev Bras Reumatol*. 2014;54:140–7.
- Hyun J, Hwangbo K, Lee CW. The effects of pilates mat exercise on the balance ability of elderly females. *J Phys Ther Sci*. 2014;26:291–3.
- Yamauchi T, Islam MM, Koizumi D, Rogers ME, Rogers NL, Takeshima N. Effect of home-based wellrounded exercise in community-dwelling older adults. *J Sports Sci Med*. 2005;4:563–71.
- Ferreira LS, Pinho Mdo S, Pereira MW, Ferreira AP. Perfil cognitivo de idosos residentes em Instituições de Longa Permanência de Brasília-DF. *Rev Bras Enferm*. 2014;67:247–51.
- Costa RF. Composição corporal: teoria e prática da avaliação. São Paulo: Manole; 2001.
- Leite MJCIC. Métodos de avaliação da composição corporal. Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto; 2004. p. 1–55 [Monografia].
- Sperotto FM, Spinelli RB. Avaliação nutricional em idosos independentes de uma instituição de longa permanência no município de Erechim – RS. *Perspectiva Erechim*. 2010;34:105–16.
- Matsudo SM, Matsudo VKR, de Barros Neto TL. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev Bras Ciên Mov*. 2000;8:21–32.
- Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing*. 2011;40:423–9.
- Takata Y, Anai T, Soh I, Awano S, Yoshitake Y, Kimura Y, et al. Physical fitness and 6.5-year mortality in an 85-year-old community-dwelling population. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;54:28–33.
- Borges MP, Moreira AK. Influências da Prática de Atividades Físicas na Terceira Idade: Estudo comparativo dos níveis de autonomia para o desempenho nas AVDs e AIVDs entre idosos ativos fisicamente e idosos sedentários. *Motriz Rio Claro*. 2009;15:562–73.
- Ruhe A, Fejer R, Walker B. The test–retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions – a systematic review of the literature. *Gait Posture*. 2010;32:436–45.



21. Smee DJ, Anson JM, Waddington GS, Berry HL. Association between physical functionality and falls risk in community-living older adults. *Curr Gerontol Geriatr Res*. 2012;2012:864516.
22. Antunes HKM, Santos RF, Cassilhas R, Santos RVT, Bueno OFA, de Mello MT. Exercício físico e função cognitiva: Uma Revisão. *Rev Bras Med Esporte*. 2006;12:97e–103e.
23. Carvalho LED [Tese de Pós-Graduação] Sinalização e Homeostase do Cálcio Hipocampal Moduladas Pelo Exercício Físico: Implicações nos processos de memória e neuroproteção. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais; 2011.
24. Oliveira DLC, Goretti LC, Pereira LSM. O desempenho de idosos institucionalizados com alterações cognitivas em atividades de vida diária e mobilidade: Estudo Piloto. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10:91–6.
25. Córdova C, Lopes-E-Silva F Jr, Pires AS, Souza VC, Brito CJ, Moraes CF, et al. Long-term resistance training is associated with reduced circulating levels of IL-6, IFN-gamma and TNF-alpha in elderly women. *Neuroimmunomodulation*. 2011;18:165–70.
26. Ferreira AP, Ferreira CB, Brito CJ, Souza VC, Córdova C, Nóbrega OT, et al. The effect of aerobic exercise intensity on attenuation of postprandial lipemia is dependent on apolipoprotein E genotype. *Atherosclerosis*. 2013;229:139–44.
27. Del Pozo-Cruz J, Magaña M, Ballesteros M, Porras M, Rodríguez Bies E, Navas P, et al. Influencia de la capacidad funcional sobre el perfil lipídico, daño muscular y perfil bioquímico en personas mayores no institucionalizadas. *Rev Andal Med Deporte*. 2013;6:57–65.



Original

## Características antropométricas em atletas de elite das seleções brasileiras juvenil e adulta de voleibol



D. Monteiro Teixeira<sup>a</sup>, J. Del Fraro<sup>b</sup>, F. Soares<sup>c</sup>, L.C. Reeberg Stanganelli<sup>d</sup>,  
C. Simões Pires-Neto<sup>e</sup> e E.L. Petroski<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Grupo de Cineantropometria e Desempenho Humano, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

<sup>b</sup> Fundação de Esportes de Londrina, Brasil, Londrina, Brasil

<sup>c</sup> Univ Tecn Lisboa, Fac Motricidade Humana, CIPER, LBMF, P-1499-002, Lisbon, Portugal

<sup>d</sup> Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esporte, Londrina, PR, Brasil

<sup>e</sup> Faculdades Integradas Superior Vale do Iguaçu, Curso de Educação Física, União da Vitória, PR, Brasil

### INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 26 de maio de 2014

Aceite a 18 de maio de 2015

On-line a 6 de setembro de 2016

Palavras-chave:

Composição corporal

Esporte

Voleibol

Morfologia

Somatotipo

### R E S U M O

**Objetivo:** Identificar o padrão antropométrico em atletas de elite de voleibol masculino nas categorias infanto-juvenil que compuseram as seleções brasileiras juvenil e adulta da modalidade.

**Método:** O presente estudo, de caráter descritivo, teve a sua amostra composta por 92 atletas das seleções brasileiras masculinas que disputaram os Campeonatos Sul-Americanos e Campeonatos Mundiais (infanto-juvenil) entre os anos de 1995-2005 e que posteriormente foram selecionados ou não para as seleções juvenil e adulta. Foram investigadas as variáveis: idade, estatura, massa corporal, circunferências, dobras cutâneas, diâmetros ósseos, percentual de gordura corporal, massa de gordura, massa livre de gordura e somatotipo. A estatística descritiva constou dos valores médios e desvio padrão. Para verificar a associação entre as variáveis relacionadas à participação nas seleções utilizou-se o teste qui-quadrado e para verificar a diferença entre as médias referentes à composição corporal e medidas antropométricas entre os grupos utilizou-se o teste «t». Adotou-se um nível de significância de 5%.

**Resultados:** As características antropométricas dos atletas de voleibol são semelhantes independentemente da categoria, destacando-se a estatura elevada, baixos valores de percentual de gordura corporal e somatotipo meso-ectomorfo. Os atletas selecionados apresentaram menores dobras cutâneas do tríceps, panturrilha medial e abdome quando comparados aos atletas não selecionados, assim como menor percentual de gordura corporal e massa de gordura.

**Conclusão:** Estatura elevada, baixos valores de percentual e massa de gordura corporal, assim como baixos valores de dobras cutâneas do tríceps, perna média e abdome identificam-se como o padrão antropométrico em atletas de elite de voleibol masculino.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Las características antropométricas de los deportistas de élite de los equipos brasileños juvenil y adulto de voleibol

### R E S U M E N

**Objetivo:** Identificar el patrón antropométrico de deportistas de élite de voleibol masculino de las categorías infantil y juvenil que componían las selecciones brasileñas juvenil y adulta de la modalidad.

**Método:** Este estudio, de carácter descriptivo, tuvo su muestra compuesta por 92 atletas de las selecciones brasileñas masculinas que compitieron en los Campeonatos Sudamericanos y Campeonatos del Mundo (infantil y juvenil) entre los años 1995-2005 y que fueron seleccionados posteriormente o no

Palabras clave:

Composición corporal

Deporte

Voleibol

Morfología

Somatotipo

\* Autor para correspondência. Universidade Federal de Santa Catarina—Centro de Desportos Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano Campus Universitário—Trindade—Caixa Postal 476 CEP 88040-900—Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Tel./Fax: +55 48 37218562.  
Correios eletrônicos: [edioluizpetroski@gmail.com](mailto:edioluizpetroski@gmail.com), [petroski@ufsc.br](mailto:petroski@ufsc.br) (E.L. Petroski).

para las selecciones juvenil y absoluta. Se investigaron las siguientes variables: edad, talla, masa corporal, perímetros, pliegues cutáneos, diámetros óseos, porcentaje de grasa corporal, masa grasa, masa libre de grasa y somatotipo. La estadística descriptiva consistió en los valores de media y desviación estándar. Para verificar la relación entre las variables relacionadas con la participación en las selecciones se utilizó la prueba de chi-cuadrado y para comprobar la diferencia entre las medias de la composición corporal y medidas antropométricas entre los grupos se utilizó el test de la t de Student. Hemos adoptado un nivel de significación del 5%.

**Resultados:** Las características antropométricas de los atletas de voleibol son similares independientemente de la categoría, destacándose la estatura elevada y los bajos valores de porcentaje de grasa corporal y somatotipo meso-ectomorfo. Los atletas seleccionados presentaban menores pliegues cutáneos tricipital, medial de la pierna y abdominal en comparación con los deportistas no seleccionados, así como el porcentaje de grasa corporal y la masa grasa.

**Conclusión:** Alta altura, bajo porcentaje de valores y masa de la grasa corporal, así como bajos valores de pliegues cutáneos del tríceps, medial de la pierna y del abdomen se identifican como el patrón antropométrico de los atletas masculinos de voleibol.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Anthropometric characteristics in elite athletes of the Brazilian teams Juvenile and adult volleyball

### A B S T R A C T

**Keywords:**  
Body Composition  
Sport  
Volleyball  
Morphology  
Somatotype

**Objective:** To identify the anthropometric measures in elite athletes men's volleyball in juvenile categories that comprised the juvenile and adult Brazilian teams of the sport.

**Methods:** This study was descriptive in nature, had its sample of 92 athletes of male Brazilian teams that competed in the South American Championships and World Championships (Children and Youth) between the years 1995–2005 and were subsequently selected or not for the Youth and Adult selections. The following variables were investigated: age, height, body mass, circumference, skinfold thickness, bone diameters, percentage of body fat, fat mass, fat-free mass and somatotype. Descriptive statistics consisted of mean and standard deviation values. The relationship between the variables related to participation in the selections used the chi-square test and to check the difference between the mean values of body composition and anthropometric measurements between the groups used the "t" test. We adopted a 5% significance level.

**Results:** Anthropometric characteristics of volleyball athletes are similar regardless of the category, especially the tall, low values of body fat percentage and mesomorphic ectomorph somatotype. The selected athletes had lower skinfold triceps, calf and abdomen when compared to non athletes selected, as well as percentage of body fat and fat mass.

**Conclusion:** Height high, low percentage of values and body fat weight, and low values of the triceps skin folds, calf and abdomen are identified as the anthropometric measures in men's volleyball elite athletes.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introdução

Cada modalidade esportiva exige dos seus praticantes características físicas distintas, estas particularidades podem variar de acordo com a categoria, nível competitivo, sexo, intensidade e ambiente onde são praticadas<sup>1–4</sup>.

Estudos indicam que as características antropométricas de um atleta podem, de alguma forma, influenciar o seu nível de desempenho, ao mesmo tempo em que ajudam a determinar o perfil corporal apropriado para um determinado desporto<sup>5–7</sup>. De acordo com Bale<sup>8</sup>, as variáveis antropométricas como estatura, comprimento de membros inferiores, composição corporal e somatótipo são fundamentais para a obtenção do alto desempenho na modalidade de voleibol.

Seguindo esta linha de investigação, Martín-Matillas et al.<sup>9</sup> demonstraram, através de seus estudos, que jogadoras de voleibol de nível elevado tinham maiores estaturas, massa muscular, componentes da ectomorfia predominantes do somatótipo e menores níveis de gordura corporal, quando comparadas às jogadoras de nível inferior. Da mesma forma, jogadoras selecionadas por suas

respectivas equipes nacionais tinham maiores estaturas, massa corporal, massa muscular e menor componente de endomorfia que as jogadoras não selecionadas<sup>9</sup>.

Outro estudo, realizado por Smith et al.<sup>10</sup>, demonstrou não haver diferença na altura, massa magra e percentual de gordura entre jogadores canadenses da seleção nacional e jogadores universitários.

Apesar de os parâmetros antropométricos serem considerados importantes, de forma unânime, na identificação e desenvolvimento de talentos no esporte<sup>11</sup>, ainda não existe consenso na literatura sobre quais seriam estes parâmetros, uma vez que não há nenhuma estrutura teórica uniformemente aceite para orientar a prática atual na identificação destas características<sup>12</sup>.

Tendo em vista a importância de criar parâmetros científicos quantitativos de atributos antropométricos para a seleção de atletas de voleibol, somada à escassez e divergência da literatura em identificá-las, o presente estudo tem como objetivo identificar o padrão antropométrico em atletas de elite de voleibol masculino nas categorias infante-juvenil que compuseram as seleções brasileiras juvenil e adulta da modalidade.

## Material e métodos

### Amostra

O presente estudo possui caráter descritivo e foi desenvolvido com a utilização dos dados obtidos nas avaliações realizadas pela Rede de Centros de Excelência Esportiva (CENESP) de Londrina - PR, Brasil. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (processo n.º 2005382/2005).

A amostra do estudo foi composta por 92 atletas das seleções brasileiras masculinas que disputaram os Campeonatos Sul-Americanos e Campeonatos Mundiais (infanto-juvenil) entre os anos de 1995-2005. Dentre os atletas que fizeram parte da amostra, 38 foram convocados e avaliados mais de uma vez, ou seja, participaram de dois ou mais campeonatos das seleções brasileiras. Deste modo, foram realizadas 130 avaliações ao longo dos 11 anos de estudo. Os atletas da amostra, obrigatoriamente, fizeram parte da seleção infanto-juvenil e posteriormente foram convocados ou não para as demais categorias das seleções brasileiras (juvenil e adulta).

A amostra estudada (seleção brasileira infanto-juvenil) obteve resultados expressivos nas competições em que participou entre os anos de 1995-2005, sendo considerada de «Elite». Os atletas que compuseram as seleções foram campeões nos torneios mundiais de 1995, 2001 e 2003, e vice-campeões em 2005. No Campeonato Sul-Americano, neste mesmo período, foram campeões em todas as edições.

### Delineamento experimental

As características antropométricas da amostra foram analisadas a partir das seguintes medidas de acordo com o protocolo de Lohman et al.<sup>13</sup>:

- Estatura (cm), através de um estadiômetro com escala de 0.1 mm.
- Massa corporal (kg), mensurada em uma balança digital, com capacidade de 180 kg e escala de 50 g.
- Espessura de dobras cutâneas (mm), do tríceps, subescapular, suprailíaca, panturrilha medial (perna medial) e abdome. Utilizou-se um adipômetro de marca CESCORF, de superfície de contato oblonga, pressão constante de 10 g/mm<sup>2</sup> independente e escala de 0.1 mm. Três mensurações foram efetuadas em cada dobra cutânea, registrando-se aquela que apresentou valor similar ou a média das três medidas.
- Circunferências (cm) de bíceps em contração (localizou-se o maior perímetro do segmento em contração voluntária máxima) e perna média, ambas obtidas com uma fita antropométrica inextensível com escala de 0.1 cm.
- Diâmetros (cm) de úmero e de fêmur aferidos por meio de um paquímetro Mitutoyo com escala de 0.1 mm.

A determinação das três componentes do somatótipo foi obtida por meio do método de Heath & Carter, pela aplicação das equações de regressão propostas por Carter<sup>5</sup>.

A composição corporal foi fracionada em massa de gordura (MG) e massa livre de gordura (MLG). Para estimar a composição corporal, foram utilizadas as seguintes equações:

1. Durnin e Womersley<sup>14</sup> – para determinar a densidade corporal (Dc):  $Dc = 1.1555 - 0.0607 * \log(\text{tríceps} + \text{subescapular} + \text{suprailíaca})$ .
2. Lohman et al.<sup>13</sup> – para transformar o valor de Dc em percentual de gordura (G%)  $\%G = [(4.99/Dc) - 4.55] * 100$ . Slaughter et al.<sup>15</sup> – para estimar o percentual de gordura:  $\%G = 0.735 * (\text{tríceps} + \text{panturrilha})$ .

O valor final do percentual de gordura resultou do cálculo das médias entre as equações (1) e (3). A MG foi obtida pela equação:  $MG = (\text{massa corporal} * \%G) / 100$ . A MLG foi calculada pela diferença entre a massa corporal e a MG. Esta estimativa considera todos os componentes diferentes da GC e já foi utilizada anteriormente pela literatura<sup>4</sup>.

### Análise estatística

Para fins estatísticos e descrição dos resultados, os atletas foram dispostos em grupos de acordo com cada análise: atletas que não integraram a seleção infantil (n=27); atletas que integraram a seleção infantil (n=65); atletas que não integraram a seleção adulta (n=66) e atletas que integraram a seleção adulta (n=26).

Para a apresentação dos resultados e análise estatísticas outros dois grupos foram criados: «Seleção infanto-juvenil – uma participação», que se refere aos atletas que participaram desta categoria por apenas uma competição/temporada, e «Seleção infanto-juvenil – dois participações», que se refere aos atletas que participaram desta categoria por duas participações/temporadas.

Os dados foram analisados por meio do *software* estatístico SPSS, versão 18.0, 2009 (SPSS Inc., na IBM Company, Chicago, Estados Unidos da América). A análise descritiva utilizou valores de média e desvio padrão. Para verificar a associação entre as variáveis relacionadas à composição corporal e participação nas seleções (infanto-juvenil, juvenil e adulta) foi utilizado o teste qui-quadrado. Para verificar diferenças entre as médias de composição corporal e medidas antropométricas entre os grupos utilizou-se o teste «t» e, quando necessário, utilizou-se o seu equivalente não paramétrico (Mann Whitney) ao nível de significância estabelecido em 5% (p < 0.05).

## Resultados

A **tabela 1** demonstra os valores de composição corporal e medidas antropométricas dos atletas que não integraram a seleção adulta (n=66) e atletas que integraram a seleção adulta (n=26). Os resultados demonstram que a única diferença significativa entre as médias destes dois grupos foi a espessura da dobra cutânea do abdome, que foi menor nos atletas que integraram a seleção adulta (p=0.048). O somatótipo médio dos atletas, independentemente do grupo, foi o meso-ectomorfo.

Não houve associação entre os atletas selecionados para a seleção adulta e o número de anos participando da seleção infanto-juvenil (uma participação ou duas participações) (**tabela 2**). No entanto, observou-se que um maior número de atletas que integraram a seleção adulta entre aqueles que integraram apenas uma vez a seleção infanto-juvenil (16.3%) em comparação com os que foram convocados dois anos seguidos (12.0%) ( $X^2 = 0.280$ , p = 0.597).

Houve associação entre os atletas selecionados para a seleção juvenil e o número de anos participando da seleção infanto-juvenil (**tabela 2**). Observou-se um maior número de atletas que integraram a seleção infantil entre aqueles que integraram apenas uma vez a seleção infanto-juvenil (37.0%), em comparação com os que foram convocados dois anos seguidos (33.7%).

Ao comparar os atletas que não integraram a seleção juvenil (n=27) e atletas que integraram a seleção juvenil (n=65) (**tabela 3**), verificaram-se diferenças significativas para a espessura de três dobras cutâneas: 1) tríceps (p=0.009), 2) panturrilha (p=0.002) e 3) abdome (p=0.029). Além disto, houve diferença significativa para a soma das cinco dobras cutâneas (p=0.029), para o percentual de gordura corporal (p=0.010) e para a MG (p=0.020). Em termos gerais, os valores de gordura corporal são significativamente inferiores nos atletas que integraram a seleção juvenil. Com relação

**Tabela 1**

Caracterização antropométrica de atletas de voleibol «selecionados» e «não selecionados» da seleção brasileira adulta

	Não selecionados (n = 66)		Selecionados (n = 26)		p-valor
	Média	Dp	Média	Dp	
<i>Idade (anos)</i>	17.0	0.6	16.8	0.7	0.269
<i>Estatura (cm)</i>	196.3	6.1	197.0	6.4	0.677
<i>Massa corporal (kg)</i>	85.4	7.8	84.3	6.6	0.591
<i>Dobras cutâneas (DC)</i>					
Tríceps (mm)	8.7	2.5	8.3	3.2	0.263
Subescapular (mm)	9.2	1.9	8.7	1.6	0.228
Supraíliaca (mm)	11.9	5.0	10.5	3.3	0.496
Panturrilha (perna) (mm)	8.1	2.7	7.4	2.6	0.177
Abdome (mm)	11.2	4.2	9.4	2.8	0.048
Soma 5 DC (mm)	49.1	13.4	44.3	11.6	0.077
<i>Circunferências</i>					
Panturrilha (cm)	38.5	2.4	38.3	1.9	0.699
Braço contraído (cm)	31.7	2.1	31.3	1.8	0.415
<i>Diâmetros</i>					
Úmero (cm)	7.3	0.4	7.3	0.4	0.841
Fêmur (cm)	10.3	0.5	10.3	0.4	0.774
<i>Composição corporal</i>					
Gordura corporal (%)	13.1	2.9	12.2	3.3	0.107
Massa de gordura (kg)	11.2	2.8	10.3	2.9	0.105
Massa livre de gordura (kg)	74.2	6.8	74.0	6.5	0.897
<i>Componentes do somatótipo</i>					
Endomorfia	2.6	0.7	2.4	0.7	0.127
Mesomorfia	3.3	1.1	3.1	0.7	0.242
Ectomorfia	4.1	1.0	4.3	0.7	0.145

Dp: desvio padrão.

à classificação do somatótipo, a média dos atletas, independentemente do grupo, foi o mesoectomorfo (tabela 3).

O teste de qui-quadrado demonstrou que houve associação significativa ( $p < 0.05$ ) entre as variáveis «atletas selecionados para a seleção adulta» e «atletas selecionados para a seleção juvenil» (tabela 4). Observou-se um maior número de atletas que integraram a seleção adulta entre aqueles que integraram a seleção juvenil (25.0%) em comparação com os que não foram convocados para a seleção juvenil (3.3%).

## Discussão

Os achados do presente estudo demonstram, de uma forma geral, que as características antropométricas dos atletas de voleibol são semelhantes, independentemente da categoria. Destacam-se os altos valores de estatura, baixos valores de percentual de gordura corporal e somatótipo mesoectomorfo<sup>20</sup>, demonstrando um predomínio da linearidade sobre a robustez física entre atletas desta modalidade.

Estes achados concordam com outros estudos<sup>16,17</sup>, os quais também encontraram baixos valores de percentual de gordura corporal e altos valores de estatura em atletas da mesma modalidade e de faixa-etária semelhante.

Outro resultado importante refere-se aos atletas que não integraram a seleção juvenil e aos atletas que integraram a seleção juvenil. Os resultados apontam menores valores entre os atletas

que integraram a seleção juvenil para a espessura de três dobras cutâneas (tríceps, panturrilha e abdome), assim como para a soma das cinco dobras cutâneas, percentual de gordura corporal e MG, em comparação àqueles que não integraram a seleção juvenil. Outro estudo realizado por Massa et al.<sup>18</sup>, que descreveu em termos cineantropométricos atletas de voleibol masculino envolvidos em diferentes etapas do processo de promoção de talentos, encontrou em seus resultados que as medidas de dobras cutâneas (tríceps, subescapular e supraíliaca), de maneira geral, aumentavam juntamente com a evolução das categorias (mirim, infantil, infanto-juvenil, juvenil e principal), no entanto, nenhum teste estatístico na ocasião foi realizado para comprovar esta tendência.

Os resultados do presente estudo evidenciam não haver diferença significativa das medidas de estatura e percentual de gordura corporal entre os grupos: «selecionados para a seleção adulta» e «não selecionados». Estes achados aproximam-se de um estudo canadense<sup>10</sup>, que ao investigar as características antropométricas de jogadores de voleibol profissional e jogadores universitários, não encontraram diferenças significativas destas variáveis entre os grupos. De maneira oposta, uma pesquisa realizada no Brasil encontrou diferença significativa nas medidas de estatura entre atletas de diferentes níveis (alto nível, nível intermediário e baixo nível) e não encontrou diferença significativa em relação ao percentual de gordura corporal entre os grupos<sup>17</sup>. Apesar da discordância entre os resultados dos estudos, deve-se considerar que os métodos utilizados para determinar o percentual de gordura corporal não foram

**Tabela 2**

Frequências observadas e % total de atletas que integraram as seleções infanto-juvenil (uma ou 2 vezes) e que participaram ou não na seleção juvenil/seleção adulta

	Juvenil		Adulta		Total n (%)
	Não selecionados n (%)	Selecionados n (%)	Não selecionados n (%)	Selecionados n (%)	
Infanto-juvenil (uma participação)	23 (25.0)	34 (37.0)	42 (45.7)	15 (16.3)	57 (62.0)
Infanto-juvenil (2 participações)	4 (4.3)	31 (33.7)	24 (26.1)	11 (12.0)	35 (38.0)

 $\chi^2 = 8.748$ ,  $p < 0.05$ .

**Tabela 3**

Medidas antropométricas de atletas que foram selecionados para a seleção juvenil e os que não foram selecionados

	Não selecionados para o juvenil (n=27)		Selecionados para o juvenil (n=65)		p-valor
	Média	Dp	Média	Dp	
<i>Idade (anos)</i>	16.90	0.56	16.95	0.63	0.566
<i>Estatura (cm)</i>	195.96	5.98	196.68	6.23	0.427
<i>Massa corporal (kg)</i>	85.23	6.55	84.99	7.89	0.871
<i>Dobras cutâneas</i>					
Tríceps (mm)	9.77	3.25	8.13	2.25	0.009
Subescapular (mm)	9.87	2.45	8.76	1.37	0.086
Supraílica (mm)	12.53	5.64	11.04	4.12	0.292
Panturrilha (perna) (mm)	9.26	3.04	7.31	2.25	0.002
Abdome (mm)	12.37	4.80	9.93	3.21	0.029
Soma Cinco Dobras Cutâneas (mm)	53.80	16.02	45.17	10.74	0.020
<i>Circunferências</i>					
Panturrilha (cm)	38.71	2.65	38.36	2.06	0.959
Braço contraído (cm)	31.20	1.69	31.78	2.13	0.157
<i>Diâmetros</i>					
Úmero (cm)	7.21	0.37	7.30	0.45	0.273
Fêmur (cm)	10.34	0.48	10.28	0.42	0.344
<i>Composição corporal</i>					
Gordura corporal (%)	14.28	3.45	12.22	2.58	0.010
Massa de gordura (kg)	12.24	3.35	10.40	2.43	0.020
Massa livre de gordura (kg)	73.00	5.47	74.59	7.13	0.161
<i>Componentes do somatótipo</i>					
Endomorfia	2.80	0.92	2.40	0.62	0.070
Mesomorfia	3.18	1.09	3.21	0.96	0.794
Ectomorfia	4.04	0.97	4.21	0.96	0.703

Dp: desvio padrão.

**Tabela 4**

Frequências observadas e % total de atletas que integraram ou não a seleção adulta e que participaram ou não na seleção juvenil

	Seleção adulta		Total n
	Não	Sim	
<i>Seleção juvenil</i>			
Não	24 (26.1%)	3 (3.3%)	27 (29.3%)
n (%)			
Sim	42 (45.7%)	23 (25.0%)	65 (70.7%)
n (%)			

 $\chi^2 = 5.544$ ,  $p = 0.02$ .

os mesmos, e possivelmente por esta razão os achados divergentes entre eles.

Apenas a medida de dobra cutânea abdominal foi diferente estatisticamente entre os atletas «selecionados para a seleção adulta» e «não selecionados». Este resultado é de difícil comparação com outras investigações, uma vez que não foram encontrados estudos anteriores que comparassem especificamente esta medida entre atletas com características semelhantes aos atletas do presente estudo, como idade, sexo e categoria. A dobra cutânea abdominal, apesar de representar uma área específica do corpo humano, torna-se relevante de ser estudada quando se pensa na «geografia» morfológica, uma vez que esta dobra cutânea é um indicador de gordura corporal localizada no abdome e pode representar uma grande diferença no desempenho de atletas de alto nível competitivo<sup>6</sup>.

O somatótipo médio encontrado no presente estudo, independentemente do grupo, foi o meso-ectomorfo. A estatura elevada aliada a ectomorfia foram as características antropométricas e morfológicas mais marcantes nestes atletas. Estes resultados corroboram com investigações recentes<sup>16,18,19</sup>, as quais também encontraram um somatótipo predominante ectomorfo e estatura elevada entre atletas de voleibol.

O presente estudo é um avanço na área desportiva, pois conseguiu investigar atletas de diferentes categorias e caracterizou-os

de forma abrangente. Certamente os resultados aqui descritos irão contribuir de forma significativa na área da prática desportiva, pois avançou na identificação de parâmetros quantitativos importantes na seleção de atletas de voleibol. Apesar disso, algumas limitações devem ser expostas. Não classificar e comparar os atletas conforme o avanço deles nas categorias (infanto-juvenil – juvenil e profissional), tampouco compará-los de acordo com a sua posição de jogo, configuram-se como limitações, uma vez que a literatura aponta a relação entre esta variável e as características antropométricas<sup>16</sup>.

Por fim, pode-se concluir que elevada estatura e baixos valores de percentual de gordura corporal são características comuns dos atletas de voleibol, independentemente da sua categoria. Baixos valores de dobras cutâneas como tríceps, panturrilha (perna) e abdome podem ser considerados comuns para a convocação de atletas, principalmente para a categoria juvenil, sugerindo que no processo de seleção a configuração morfológica de atletas com baixa componente de gordura é importante.

Novos estudos são encorajados nesta temática envolvendo outras modalidades e diferentes variáveis de medidas antropométricas, a fim de auxiliar a criação de parâmetros quantitativos na seleção de atletas em diferentes níveis de desempenho.

### Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

### Bibliografia

- Salazar-Lioggiodice M, Arroyo E, Pérez B. Anthropometric characteristics and skeletal maturity of male Venezuelan swimmers. *Invest Clin*. 2006;47(2):143-54.
- Suárez MHV, Fiol CF, Suárez NR, Iturriaga FMA, Valeiras JAA. Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite players in water polo. *Rev Bras Ciênc Esporte*. 2010;32(2-4):184-97.
- Canhadas IL, Silva RLP, Chaves CR, Portes LA. Anthropometric and physical fitness characteristics of young male soccer players. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2010;12(4):239-45.



4. Petroski EL, Fraro JD, Fidelix YL, Silva DAS, Pires-Neto CS, Dourado AC, et al. Anthropometric, morphological and somatotype characteristics of athletes of the Brazilian Men's volleyball team: An 11-year descriptive study. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2013;15(2):184–92.
5. Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping: development and applications*. Cambridge, New York: Cambridge University Press; 1990.
6. Hawes MR, Sovak D. Morphological prototypes, assessment and change in elite athletes. *J Sports Sci*. 1994;12(3):235–42.
7. Rienzi E, Reilly T, Malkin C. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of Rugby Sevens players. *J Sports Med Phys Fitness*. 1999;39(2):160–4.
8. Bale P. Anthropometric, body composition and performance variables of young elite female basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 1991;31(2):173–7.
9. Marín-Matillas M, Valadés D, Hernández-Hernández E, Olea-Serrano F, Sjöström M, Delgado-Fernández M, et al. Anthropometric, body composition and somatotype characteristics of elite female volleyball players from the highest Spanish league. *J Sports Sci*. 2014;32(2):137–48.
10. Smith DJ, Roberts D, Watson B. Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *J Sports Sci*. 1992;10(2):131–8.
11. Hebbelinc M. A identificação e desenvolvimento de talentos no esporte: relatos cineantropométricos. *Rev Bras Cin Mov*. 1989;4:46–62.
12. Vaeyens R, Lenoir M, Williams AM, Philippaerts RM. Talent identification and development programmes in sport: Current models and future directions. *J Sports Med*. 2008;38(9):703–14.
13. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988.
14. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974;32(1):77–97.
15. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60(5):709–23.
16. Duncan MJ, Woodfield L, al-Nakeeb Y. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *Br J Sports Med*. 2006;40(7):649–51.
17. Fonseca-Toledo C, Roquetti P, Fernandes-Filho J. Anthropometrical profile of Brazilian junior volleyball players for different sports requirement levels. *Rev Salud Pública (Bogotá)*. 2010;12(6):915–28.
18. Massa M, Böhme MTS, Silva LRRd, Uezu R. Análise de referenciais cineantropométricos de atletas de voleibol masculino envolvidos em processos de promoção de talentos. *Rev Mackenzie Educ Fis Esporte*. 2003;2(2):101–13.
19. Cabral BGAT, Cabral SAT, Batista GR, Fernandes Filho J, Knackfuss MI. Somatotipia e antropometria na seleção brasileira de voleibol. *Motri*. 2008;4(1):67–72.
20. Guedes DP. *Manual prático para avaliação em educação física*. Baurer, São Paulo: Editora Manole Ltda; 2006.



Revisión

## Relación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares: revisión de la literatura actual



S. Reloba<sup>a,\*</sup>, L.J. Chiroso<sup>b</sup> y R.E. Reigal<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Grupo Investigación IDAFISAD, Universidad de Granada, Granada, España

<sup>b</sup> Departamento Educación Física y Deportiva, Universidad de Granada, Granada, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 8 de septiembre de 2014

Aceptado el 19 de mayo de 2015

On-line el 6 de septiembre de 2016

#### Palabras clave:

Actividad física

Intensidad

Cognición

Rendimiento académico

Niños

### R E S U M E N

**Objetivo:** Si bien los beneficios de la actividad física sobre la salud en edades tempranas se encuentran ampliamente contrastados, la asociación entre actividad física y cognición no parece tan contundente. El objetivo de esta revisión fue analizar los efectos del ejercicio físico sobre los procesos cognitivos del niño/a, así como los patrones de actividad física más adecuados para alcanzarlos.

**Método:** Se revisaron artículos originales en inglés y español publicados en las bases de datos de MEDLINE/Pub-Med, SCOPUS, DIALNET así como en el metabuscador Google Scholar, atendiendo a los efectos de la actividad física sobre cualquier proceso cognitivo en niños de 6 a 12 años de edad, publicados entre enero de 1999 y marzo de 2014.

**Resultados:** Un total de 27 artículos fueron analizados. La actividad física tiene una influencia positiva sobre los procesos cognitivos del discente si bien estos no parecen ser apreciables en su rendimiento académico a corto plazo.

**Conclusión:** La utilización de rendimiento académico como variable usando calificaciones escolares parece poco acertada, teniendo la mayoría de los artículos consultados al respecto, resultados débiles o nulos. Por otro lado, parece existir una fuerte relación entre intensidad de actividad física y funciones ejecutivas.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Relation of physical activity, cognitive and academic performance in children: Review of current literature

#### A B S T R A C T

**Objective:** Although the benefits of physical activity on different aspects related to health in children are widely contrasted, the association between physical activity and cognition does not seem so clear. The aim of this review was to examine the effects of exercise on cognitive performance of children and to determine the kind of physical activity more suitable to get it.

**Method:** MEDLINE/Pub-Med, SCOPUS, DIALNET and Google Scholar were reviewed attending to effects of physical activity on cognitive process in children 6 to 12 years-old. The collecting was limited to original articles in English or Spanish language, published between January 1999 and March 2014.

**Results:** A total of 27 publications were analyzed. Physical activity has a positive influence on cognitive achievement although these effects were not significant in short-term academic performance.

**Conclusion:** The use of academic performance as variable using official marks is not advisable, most articles reviews has weak results. On the other hand there seems to be a strong relationship between intensity of physical activity and executive functions.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

#### Keywords:

Physical activity

Intensity

Cognition

Cognitive performance

Children

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [reloba.s@gmail.com](mailto:reloba.s@gmail.com) (S. Reloba).

## Relação entre atividade física, processos cognitivos e desempenho acadêmico escolar: revisão da literatura atual

### R E S U M O

#### Palavras-chave:

Atividade física  
A intensidade  
A cognição  
Desempenho acadêmico  
Crianças

**Objetivo:** Embora os benefícios da atividade física na saúde em uma idade precoce sejam amplamente contrastado, a associação entre atividade física e cognição não parece tão esmagadora. O objetivo desta revisão foi examinar os efeitos do exercício sobre os processos cognitivos da criança e os padrões de atividade física mais adequada para alcançá-los.

**Método:** Foram revisados artigos originais em Inglês e Espanhol publicados nas bases de dados MEDLINE/Pub-Med, Scopus, DIALNET, bem como metabuscador Google escolar, de janeiro de 1999 a março de 2014 atendendo os efeitos da atividade física sobre qualquer processo cognitivo em crianças de 6 a 12 anos de idade.

**Resultados:** Um total de 27 itens foram analisados. A atividade física tem uma influência positiva sobre os processos cognitivos, a aprendizagem, embora eles não pareçam ser significativos no desempenho escolar a curto prazo.

**Conclusões:** O uso de rendimento acadêmico como uma variável usando notas escolares parece imprudente, tendo a maioria dos artigos consultados a respeito, resultados fracos ou nulo. Por outro lado, parece haver uma forte relação entre a intensidade da atividade física e funções executivas.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Los beneficios de la actividad física (AF) sobre niños y jóvenes están ampliamente demostrados<sup>1-3</sup>. En la actualidad el ejercicio físico resulta fundamental en el proceso educativo de escolares, tanto para el desarrollo de valores sociales e individuales<sup>4</sup> como para el fomento de hábitos saludables que hagan frente a los actuales problemas de salud pública presentes en la infancia y adolescencia y entre los que destacan los preocupantes hábitos sedentarios y la obesidad<sup>5-7</sup>.

Si bien la influencia de la AF en la salud cardiovascular, la condición física o en aspectos como la socialización, el autoconcepto y el bienestar general del alumno está profundamente contrastada, cada vez son más las investigaciones que además la señalan como un elemento determinante en los procesos cognitivos de niños y jóvenes<sup>8</sup>.

Se aprecian en la literatura, por un lado, estudios que sostienen que niveles adecuados de AF están asociados a un enriquecimiento del rendimiento académico (RA), estructuras cognitivas y funciones cerebrales<sup>2,9-11</sup>, frente a los que no encuentran evidencias en la relación entre variables como AF y RA<sup>12,13</sup>, atención<sup>14</sup> o rendimiento cognitivo general<sup>15</sup>.

En este sentido, Keeley et al.<sup>15</sup> afirman que aunque existen numerosas evidencias de corte transversal entre AF y RA, estas son débiles siendo demasiados los factores que pueden influir en la relación entre ambas variables (influencia del ambiente familiar y de estudio, extramotivación física de niños/as más exitosos académicamente, relación entre inactividad, enfermedad, y ausencias a centros educativos, etc.). Hillman et al.<sup>16</sup> señalan que la fuerte asociación evidenciada en diferentes estudios entre AF y salud cerebral influye ampliamente sobre el RA del discente. Coe et al.<sup>17</sup> por su parte, realizan un estudio de intervención donde a pesar de que el RA no se relacionó significativamente con los niveles de AF, las calificaciones más altas fueron asociadas con el ejercicio físico vigoroso.

Se hace complicado en definitiva, discernir cuáles son los aspectos cognitivos sobre los que la AF puede llegar a influir de manera más contundente, siendo el objetivo de esta revisión realizar un análisis de la producción científica actual sobre AF y cognición, con el fin de analizar los efectos del ejercicio físico sobre los procesos cognitivos del niño/a según autores, así como las pautas de AF más adecuadas para alcanzarlos, de manera que el documento pueda

servir como guía para plantear programas de AF en las escuelas que consigan que los jóvenes mejoren académicamente al mismo tiempo que incrementan su condición física y salud general.

## Método

Se revisaron artículos originales en inglés y español principalmente publicados en las bases de datos de MEDLINE/Pub-Med, SCOPUS, DIALNET así como en el metabuscador Google Scholar, de enero de 1999 a marzo de 2014, de estudios descriptivos y de intervención así como de revisiones literarias, sistemáticas y metaanálisis con relación a los efectos de la AF sobre cualquier proceso cognitivo en niños de 6 a 12 años de edad.

Las palabras clave utilizadas para la revisión fueron combinadas de manera que la búsqueda abarcara por un lado a la población objeto de estudio, siendo las siguientes: «preteens, children, childhood, prepubescent»; y por otro lado, los siguientes términos específicos «cognitive control, executive attention, mental function, academic performance, academic achievement» enlazados con «physical activity».

La selección de los estudios científicos estuvo basada en los siguientes criterios de inclusión: a) estudios de revisión; b) estudios descriptivos; c) estudios de intervención). Dichos estudios debían estar enfocados al análisis de los efectos de la AF sobre la cognición de niños de entre 6 y 12 años de edad. Por otro lado, como criterios de exclusión se establecieron: a) estudios científicos publicados en forma de resumen y/o comunicaciones cortas; b) artículos redactados en idioma distinto al inglés o español; c) estudios anteriores a 1999; d) población con problemas físicos o cognitivos asociados. Otros criterios de exclusión fueron las limitaciones serias en lo que a diseño se refiere (muestreo, características de la población, etc.).

## Resultados

La estrategia de búsqueda permitió obtener un total de 27 publicaciones bajo los criterios de inclusión establecidos: 10 artículos descriptivos, seis intervenciones (cinco intervenciones y un protocolo de intervención), seis revisiones sistemáticas y cinco artículos teóricos/revisiones narrativas.

Se observa una amplia heterogeneidad en cuanto a los instrumentos de evaluación utilizados, para medir tanto el nivel de AF o

**Tabla 1**  
Mediciones utilizadas y métodos de evaluación de las mismas en los diez estudios descriptivos y seis estudios de intervención revisados tanto de las medidas físicas realizadas a los participantes como de las medidas cognitivas llevadas a cabo

Actividad observada	Medición	Método	Estudios descriptivos		Estudios de intervención	
			n.º	%	n.º	%
MF	Hábitos de vida activos	Cuestionarios	3	30	2	33.33
		Entrevistas	0		1	16.66
		Instrumentos evaluación objetiva AF*	4	40	0	0.00
	Capacidad aeróbica	Fitnessgram (PACER)	2	20	1	16.66
		Otros	2	20	3	50.00
	Capacidad muscular	Fitnessgram	2	20	0	0.00
		Otros	0	0	0	0.00
	Composición corporal	IMC	3	30	2	33.33
		% grasa	1	10	0	0.00
		Otros	0	0	1	16.66
MC	Rendimiento académico	Test estandarizados	3	30	3	50.00
		Calificaciones curriculares	1	10	2	33.33
		Electroencefalograma	2	20	1	16.66
	Función cerebral	Resonancia magnética	0	0	1	16.66
		Test de inteligencia	0	0	1	16.66
		Atención	4	40	0	0.00
		Memoria de trabajo	3	30	1	16.66
		Inhibición	3	30	0	0.00

AF: actividad física; IMC: índice de masa corporal; MC: medidas cognitivas; MF: medidas físicas.

El % responde al número de trabajos que utilizan un método determinado, siendo calculado en función de estudios descriptivos y de intervención revisados (10 y 6 respectivamente). Los estudios son susceptibles a la utilización de uno o más métodos de medición.

\* Medición de la AF mediante podómetros, acelerómetros, etc.

condición física como el rendimiento cognitivo y/o académico de la muestra. Tanto las mediciones físicas como las relativas a cognición son muy diferentes en los artículos descriptivos y de intervención revisados.

En cuanto a mediciones físicas, en estudios descriptivos destaca la utilización de hábitos de vida activos como variable dependiente, principalmente a través de la utilización de acelerómetros y podómetros en mayor medida. En estudios de intervención la valoración de la capacidad aeróbica es utilizada en la gran mayoría de las investigaciones, destacando el uso del consumo máximo de oxígeno como parámetro de medición más recurrido.

El Fitnessgram, programa estandarizado para la evaluación de la condición física de niños en edad escolar<sup>18</sup> es utilizado en varios estudios tanto descriptivos<sup>10,19</sup> como de intervención<sup>20</sup> (tabla 1). Consta de varios test (PACER; 1-Mile run; Walk Test; Pull-ups; 90 Push-ups; Curl-ups; Trunk lift; Back-Saver Sit and Reach; Shoulder Stretch; Body mass index; Skinfold Measurements; Bioelectric Impedance Analyzers) los cuales determinan capacidad aeróbica, composición corporal, fuerza y resistencia muscular, y flexibilidad de los participantes.

En lo referido a mediciones relativas a cognición, la valoración del RA es la más frecuente con diferencia en estudios de intervención, si bien en artículos observacionales las funciones ejecutivas también suelen ser estudiadas. Se observa cómo una amplia proporción de estudios centran sus objetivos en comparar las relaciones establecidas entre RA y el tiempo regular de AF.

Destaca la utilización de Eriksen flanker task<sup>21</sup>, prueba que incluye un conjunto de actividades de inhibición de respuesta, evaluando la capacidad de suprimir estas que no son apropiadas. El conjunto de tareas miden el procesamiento de la información y la atención selectiva.

#### Artículos descriptivos

Entre todos los estudios analizados, los observacionales son los más frecuentes en las bases de datos consultadas. En la tabla 2 se ofrecen los rasgos principales de los artículos que cumplieron los criterios de inclusión de esta revisión.

De los diez artículos descriptivos analizados, cuatro de ellos relacionan la AF con el RA. Tan solo el trabajo de Syväoja et al.<sup>22</sup>

establece una asociación positiva entre estas dos variables cuando la medición de los niveles de AF se lleva a cabo de manera subjetiva a través de autoinformes. El mismo artículo señala una falta de efecto cuando el control del ejercicio se estima de manera objetiva mediante acelerómetros. Tanto el estudio de LeBlanc et al.<sup>13</sup> como el de Tremblay et al.<sup>23</sup> señalan una débil relación entre el RA e incremento de AF. Wang et al.<sup>24</sup> por su parte, también analizan AF y RA pero centrando la atención en la influencia del gasto energético diario en esta. El grupo con gasto intermedio fue el que consiguió mejores resultados en RA.

El resto de los trabajos relacionan la AF con diferentes aspectos cognitivos, destacando el análisis de la función ejecutiva. Todas las investigaciones hallan efectos positivos significativos entre las variables observadas. Destacan las publicaciones de Booth et al.<sup>25</sup>, Hillman et al.<sup>19</sup> y Pirrie et al.<sup>14</sup>, las cuales analizan la influencia de la intensidad del ejercicio sobre las funciones ejecutivas coincidiendo en la fuerte asociación entre dichas funciones y la AF moderada-vigorosa (AFMV).

#### Artículos de intervención

En la tabla 3 pueden observarse las principales características de los programas de intervención propuestos por las diferentes publicaciones analizadas.

La mayoría de las intervenciones son de larga duración abarcando al menos un curso escolar, a excepción de la propuesta de Tompkins et al.<sup>26</sup> de duración menor. El tiempo dedicado a la sesión de AF, tanto de manera diaria como semanal, difiere entre los programas aunque ninguno sobrepasa las 2 h diarias y todos estipulan una frecuencia semanal mínima de tres días.

De los seis artículos, tres incluyen en sus programas AFMV. Solo Chaddock-Heyman et al.<sup>9</sup> y Ahamed et al.<sup>12</sup> utilizan programas de AF estandarizados (Fit kid CATCH; Action Schools! BC respectivamente). En la tabla 4 se ofrecen los rasgos principales de las intervenciones que cumplieron los criterios de inclusión de esta revisión.

Tres de los cinco artículos de intervención analizan los efectos de la AF sobre el RA. Tan solo Hansen et al.<sup>20</sup> obtienen una asociación positiva en RA en lo relativo a ortografía y matemáticas después de la realización de la prueba *Weschler individual achievement test* (No

**Tabla 2**  
Principales características de los artículos descriptivos analizados en la revisión

Primer autor	Año	Objetivo principal	Medidas	División de la muestra	n	Edad (años)	Principales conclusiones
Drollete	2014	Evaluar el efecto del ejercicio aeróbico de moderada intensidad sobre dos niveles de forma física diferentes (alto vs. bajo)	<b>MF:</b> VO <sub>2</sub> máx; IMC; FCmáx; media de pasos por minuto <b>MC:</b> Electroencefalogramas; <i>Eriksen flanker task</i>	Según niveles de forma física de los sujetos	40	9-10	- El ejercicio aeróbico moderado mejora la función cerebral y la cognición en niños con el nivel de forma física más bajo con relación a los de mejor nivel de forma física
LeBlanc	2012	Analizar la hipótesis según la cual en niños la adiposidad y los niveles de AF están asociados a un RA positivo	<b>MF:</b> IMC; % grasa; acelerómetro <b>MC:</b> RA a través de resultados de asignaturas	x	1963	11-12	- Los resultados no soportan la hipótesis de que la adiposidad y la AF están relacionadas con el RA
Tremblay	2000	Examinar la relación entre niveles de AF, IMC y autoconcepto con resultados en lectura y matemáticas	<b>MF:</b> IMC; cuestionario sobre participación en AF semanal <b>MC:</b> test en matemáticas, lectura, ciencias y escritura <b>Otros:</b> cuestionario autoconcepto, cuestionarios para analizar estructura familiar y estatus socioeconómico	x	6923	11-12	- Los niveles de AF estuvieron relacionados significativamente con el autoconcepto - El incremento de AF vigorosa estuvo asociado a una mejora progresiva del autoconcepto - El incremento de AF tuvo una relación muy débil con el RA - Los incrementos de AF estuvieron asociados con un bajo IMC
Booth	2013	Explorar si el volumen de AF, medida objetivamente, está relacionado con la atención y la función ejecutiva	<b>MF:</b> acelerómetros <b>MC:</b> <i>Test of everyday attention for children</i>	x	4755	11-13	- El aumento de AF moderada-vigorosa, se asoció con unos mejores resultados de función ejecutiva/atención en adolescentes varones - Los resultados fueron menos convincentes en mujeres
Hillman	2009	Analizar la relación entre AF y control ejecutivo	<b>MF:</b> <i>Fitnessgram</i> . <b>MC:</b> <i>Eriksen flanker task</i> ; <i>Kaufman Brief Intelligence Test</i> (KBIT); electroencefalogramas (actividad cerebral [ <i>Event-related potencial-ERP</i> ])	Se tuvo en cuenta la capacidad aeróbica de los sujetos (bajo vs. alto nivel de capacidad aeróbica)	38	8-11	- La alta capacidad aeróbica se relacionó con una mejor función cognitiva - Los datos neuroeléctricos apoyan las diferencias en la ejecución de la tarea
Best	2012	Analizar si el uso de videojuegos activos ( <i>exergaming</i> ) influye en la función ejecutiva de niños	<b>MC:</b> función ejecutiva a través de <i>Flanker task</i> modificado (Rueda et al., 2004)	Se realizaron 2 grupos, uno de ellos practicó con videojuegos físicamente activos y otro con videojuegos normales (sedentarios)	33	6-10	- La participación cognitiva en juegos no tuvo efecto alguno sobre la ejecución de la tarea, sin embargo hubo mejoras sustanciales en el grupo de videojuegos físicamente activos
Chomitz	2009	Determinar la relación entre AF y RA en colegios públicos urbanos	<b>MF:</b> <i>Fitnessgram</i> <b>MC:</b> test de RA de puntuación <i>Massachusetts Comprehensive assessment system</i> con test en matemáticas e inglés	x	1478	10-12	- Hubo diferencias estadísticas significativas en la relación entre AF y RA tanto en matemáticas como en inglés
Pirrie	2013	Investigar la influencia de la AF moderada-vigorosa en los procesos cognitivos de planificación y atención	<b>MF:</b> monitor de frecuencia cardíaca para medir la intensidad <b>MC:</b> <i>Test Cognitive Assessment System</i> (CAS) (Das y Naglieri, 1997)	x	40	9-10	- Hubo mejoras significativas en los test de planificación después de la realización de AF. No se observaron mejoras en atención

**Tabla 2** (continuación)

Primer autor	Año	Objetivo principal	Medidas	División de la muestra	n	Edad (años)	Principales conclusiones
Syväoja	2013	Determinar la relación entre medidas objetivas y subjetivas de AF, comportamiento sedentario y RA en niños finlandeses	<b>MF:</b> medidas objetivas de AF: acelerómetros; medidas subjetivas Cuestionario <i>Who health behavior in school-aged children</i> (HBSC) <b>MC:</b> RA: promedio de calificaciones proporcionadas por los servicios de educación de la ciudad de Jyväskylä	x	277	11-13	- Las medidas subjetivas de AF/Autoinformes fueron directamente proporcionales al RA - El comportamiento sedentario tuvo una asociación negativa - Medidas objetivas de AF no se relacionaron con RA
Wang	2014	Investigar el efecto del gasto energético diario en el RA	<b>MF:</b> gasto energético: 3 <i>Day physical activity recall</i> (3-DPAR), la intensidad de las actividades fue categorizada en baja intensidad, media y alta <b>MC:</b> RA a través de calificaciones obtenidas en centros	x	1065	9-12	- Los estudiantes con un gasto energético moderado fueron los que mayores efectos consiguieron en RA - Los chicos con mejor RA estaban dentro de intensidad intermedia - Las chicas, con mayores resultados académicos en intensidad baja

AF: actividad física; IMC: índice de masa corporal; FCmáx: frecuencia cardíaca máxima; MC: medidas cognitivas; MF: medidas físicas; RA: rendimiento académico; VO<sub>2</sub>máx: consumo máximo de oxígeno.

**Tabla 3**

Descripción de los programas de intervención llevados a cabo en los seis estudios experimentales revisados

Autor	Año	Descripción del programa de intervención	Tiempo sesión (min)	Frecuencia semanal (días)	Duración intervención (meses)
Ahamed	2007	AF con el programa <i>Action Schools! BC</i> dentro de clase impartida por propios tutores incluyendo actividades de danza, skipping, etc.	15	5	16
Coe	2006	Control y observación sistemática de la AF realizada (tiempo e intensidad), para analizar los efectos de esta en el RA	Libre	Libre	9
Chaddock	2013	Se llevó a cabo un programa para mejorar la salud cardiovascular, concretamente <i>Fit kid CATCH</i>	120	5	9
Kamijo	2011	Un día a la semana se realizaba AF moderada-vigorosa controlando FC y otro AF normal (clase tradicional de educación física). En el fin de semana se motivaba al grupo experimental a seguir practicando AF con sus familias	120	5	9
Hansen	2014	La impartían los propios tutores, instruidos para impartir AF moderada-vigorosa	100	Más de 3	36
Tompkins	2012	Los participantes del programa elegían la AF que querían realizar (caminar, trotar, correr, fútbol, saltar la cuerda o baloncesto). Todos los participantes portaban un monitor de FC y se pedía que mantuvieran su FC dentro de los rangos de AF moderada-vigorosa (entre 120-180 lpm)	45	3	3

AF: actividad física; FC: frecuencia cardíaca; lpm: latidos por minuto; RA: rendimiento académico.

hubo relación significativa en la prueba de lectura). Ahamed et al.<sup>12</sup> y Coe et al.<sup>17</sup> no obtienen resultados estadísticos significativos entre AF y RA, coincidiendo con los resultados relativos a los artículos descriptivos anteriormente analizados.

Los dos artículos restantes, de Chaddock-Heyman et al.<sup>9</sup> y Kamijo et al.<sup>27</sup>, estudian activación cerebral y memoria de trabajo, hallando ambas investigaciones efectos cognitivos positivos.

### Revisiones

En cuanto a las revisiones halladas en la literatura, es destacable el amplio número de estas frente a artículos descriptivos y de intervención. Encontramos seis revisiones sistemáticas, entendiendo estas como aquellas que utilizan un protocolo de búsqueda, incluyendo solo una de ellas<sup>11</sup> metaanálisis y cinco revisiones narrativas.

Tanto los resultados de cinco de las revisiones sistemáticas como las conclusiones de la totalidad de los artículos narrativos consultados apoyan los efectos positivos de la AF sobre la cognición de los

niños y sostienen que esta desempeña un importante papel en el RA de los más jóvenes. Únicamente la revisión de Keeley y Fox<sup>15</sup>, con 18 artículos analizados, apunta a una débil asociación entre AF, condición física y RA y cognitivo.

### Discusión

La presente revisión fue realizada con el objeto de analizar los efectos del ejercicio físico sobre los procesos cognitivos del niño/a, así como las pautas de AF más adecuadas para alcanzarlos. Los resultados de la revisión muestran cómo la AF tiene una influencia positiva sobre el control cognitivo en general, si bien los resultados difieren en lo referido a RA donde parece existir una débil asociación teniendo en cuenta las investigaciones sometidas a revisión.

Los beneficios de la AF sobre la salud cerebral son contundentes. Según Khan y Hillman<sup>28</sup> la infancia es un periodo crítico en el desarrollo del cerebro caracterizado por la maduración prolongada de circuitos destinados a apoyar las operaciones cerebrales,



**Tabla 4**  
Principales características de los artículos de intervención analizados en la revisión

Primer autor	Año	Objetivo principal	Medidas	División de la muestra	n	Edad (años)	Principales Conclusiones
Ahamed	2007	Analizar efectividad del programa <i>Action Schools! BC</i> sobre el RA	<b>MF:</b> <i>Physical Activity Questionnaire for Children</i> (PAQ-C). <b>MC:</b> <i>Canadian Achievement Test</i> (CAT-3) (TotScore) para medir RA	Aleatorizada	288	10-12	- No hay diferencias entre los grupos en lo que a RA se refiere - El programa consigue mejorar la forma física de los sujetos sin influir de manera negativa en el RA
Coe	2006	Determinar los efectos de las clases de educación física y la AF sobre el RA	<b>MF:</b> SOFIT, 3DPAR <b>MC:</b> Resultados en las asignaturas de matemáticas, ciencias, inglés, sociales con el test (Terra Nova percentiles)	Se utilizó 3-D <i>physical activity recall</i> (3DPAR) para determinar la AF realizada, dividiendo al grupo en 1 (Nada AF) 2 (Algo AF) 3 (AF dentro de niveles recomendados)	214	11-12	- Aunque no hubo diferencias significativas en relación con el RA entre los grupos, las puntuaciones más altas fueron asociadas al grupo 3
Chaddock	2013	Evaluar la influencia de un programa de AF de 9 meses de duración en la activación cerebral en la infancia	<b>MF:</b> VO <sub>2</sub> máx, IMC <b>MC:</b> Imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI), <i>Kaufman Brief Intelligence Test</i> (KBIT)	Aleatorizada	32	8-9	- La disminución de la activación frontal cerebral está asociada a un mejor control cognitivo. El grupo de intervención sufre dicha disminución - La AF en la infancia desarrolla elementos específicos involucrados en la función del córtex cerebral
Kamijo	2011	Examinar los efectos de 9 meses de trabajo de AF sobre salud cardiovascular y memoria de trabajo	<b>MF:</b> VO <sub>2</sub> máx utilizando protocolo de Balke modificado (American College of Sports Medicine, 2006) <b>MC:</b> <i>Sternberg task</i> modificado; <i>Event-related brain</i> utilizando electrodos para medir función neurocognitiva	Aleatorizada	43	7-9	- El incremento de la salud cardiovascular está asociado a un mejor control cognitivo de la memoria de trabajo en niños
Hansen	2014	Analizar asociación lineal y no lineal de la AF, la condición física y el RA	<b>MF:</b> PACER <b>MC:</b> <i>Weschler individual achievement test</i> (3.ª edición) para medir RA. (La prueba mide lectura, ortografía y matemáticas)	Diecisiete escuelas aleatorizadas (9 intervención y 8 control)	687	7-9	- La condición física tuvo una asociación positiva con ortografía y con matemáticas

AF: actividad física; IMC: índice de masa corporal; MC: medidas cognitivas; MF: medidas físicas; RA: rendimiento académico; VO<sub>2</sub>máx: consumo máximo de oxígeno.

permitiendo este desarrollo oportunidades únicas para optimizar las funciones cognitivas a través de la AF. En este sentido, Chaddock-Heyman et al.<sup>9</sup>, en su intervención para analizar la influencia de un programa de AF, sobre la activación cerebral en la infancia, consiguen disminuir la activación frontal del grupo experimental, mejorando su control cognitivo. Revisiones como las de Haapala<sup>29</sup> o Hillman et al.<sup>16</sup> evidencian los efectos positivos de la AF sobre la salud cerebral o sobre aspectos más específicos como la atención, concentración o memoria de trabajo. Kamijo et al.<sup>27</sup> observan efectos sobre la memoria de trabajo en niños de 7 a 9 años tras un programa de nueve meses de duración. Investigaciones como las de Liang et al.<sup>30</sup> o Chaddock et al.<sup>31</sup> por su parte, aprecian una relación negativa entre una baja condición física y niveles de atención y control cognitivo respectivamente.

En cuanto al tipo de ejercicio físico analizado por los diferentes artículos objeto de estudio, la práctica de AFMV parece perfilarse como la que produce mejores resultados. Autores como Booth et al.<sup>25</sup> con un estudio observacional donde analizan los efectos del volumen de AF y en el que participaron 4755 niños/as de 11

a 13 años de edad, asocian la AFMV a mejores resultados de función ejecutiva/atención. Pirrie y Lodewyk<sup>14</sup> tras una sesión en la que se incluyeron 20 min de AFMV, y Kamijo et al.<sup>27</sup> con una sesión semanal de AFMV incluida en su programa de intervención, consiguen efectos sobre planificación y control cognitivo. Hillman et al.<sup>19</sup> asocian la alta capacidad aeróbica a una mejor función ejecutiva. Coe et al.<sup>17</sup> observan de igual manera mejor RA en los sujetos que registraron los niveles más altos en cuanto a intensidad de AF, aunque en dicha investigación no llegaron a establecerse diferencias significativas entre grupos.

En lo referido finalmente a los resultados de RA, la totalidad de las investigaciones consultadas, a excepción de las correspondientes a Hansen et al.<sup>20</sup> y Syväoja et al.<sup>22</sup>, señalan una débil asociación con la práctica de ejercicio físico. Hansen et al.<sup>20</sup> obtienen resultados en ortografía y matemáticas a través del *Weschler individual achievement test* (3.ª edición). Syväoja et al.<sup>22</sup> solo relacionan el RA con la AF medida subjetivamente, sin embargo, a través de acelerómetros, no hallan diferencia alguna entre grupos. El resto de los estudios consultados coinciden en la ausencia de efecto de la

AF en el RA. Estos resultados contradictorios pueden guardar una importante conexión con el método de medición utilizado. Así, se diferencian dos tipos de investigaciones; por un lado, las que tienen en cuenta calificaciones curriculares oficiales, y por otro, las que utilizan test específicos en diferentes áreas de trabajo (lectura, matemáticas, ortografía, idiomas, etc.). Una importante proporción de estudios consultados tiene en cuenta las notas de los centros escolares donde las calificaciones quedan sujetas a multitud de variables extrañas como actitud del alumno en clase, trabajo diario del mismo, exigencia del tutor, clima de estudio en casa, motivación y orientación tutorial, etc. En cuanto a los artículos que utilizan pruebas de habilidades en las diferentes áreas, aunque el método de medición resulta mucho más objetivo, este obvia la habilidad del alumno a la hora de enfrentarse ante las características del test, los procesos de aprendizaje previos del discente, etc. Teniendo en cuenta estos factores, a nuestro juicio la utilización de variables de RA resulta delicada ya que, a pesar de que la AF puede tener efectos sobre este, los resultados sobre el rendimiento del alumno podrían ser apreciables a largo plazo y difícilmente cuantificables.

En conclusión, la AF tiene una influencia positiva sobre los procesos cognitivos del discente si bien estos efectos no parecen ser apreciables en su RA a corto plazo. La utilización del RA como variable utilizando calificaciones escolares parece poco acertada, teniendo la mayoría de los artículos consultados al respecto resultados débiles o nulos. Por otro lado parece existir una fuerte relación entre intensidad de AF y funciones ejecutivas, por lo que más investigación resultaría de gran interés para la comunidad científica.

### Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

1. Lanigan J. Physical activity for young children: A quantitative study of child care providers' knowledge, attitudes, and health promotion practices. *Early Childhood Educ J.* 2014;42(1):11–8.
2. Pontifex MB, Raine LB, Johnson CR, Chaddock L, Voss MW, Cohen NJ, et al. Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *J Cogn Neurosci.* 2011;23(6):1332–45.
3. Howie EK, Pate RR. Physical activity and academic achievement in children: A historical perspective. *J Sport Health Sci.* 2012;1(3):160–9.
4. Ruiz Llamas G, Cabrera Suárez D. Los valores en el deporte. *Rev Educ.* 2004;335:9–19.
5. Colín-Ramírez E, Castillo-Martínez L, Orea-Tejeda A, Vergara-Castañeda A, Keirns-Davis C, Villa-Romero A. Outcomes of a school-based intervention (RES-CATE) to improve physical activity patterns in Mexican children aged 8–10 years. *Health Educ Res.* 2010;25(6):1042–9.
6. Escalante Y, Saavedra JM, García-Hermoso A, Domínguez A. Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: A systematic review. *Prev Med.* 2012;54(5):293–301.
7. Taverno Ross SE, Byun W, Dowda M, McIver KL, Saunders RP, Pate RR. Sedentary behaviors in fifth-grade boys and girls: Where, with whom, and why? *Child Obes.* 2013;9(6):532–9.
8. González J, Portolés A. Actividad física extraescolar: relaciones con la motivación educativa, rendimiento académico y conductas asociadas a la salud. *Rev Iberoam Psicol Ejerc Dep.* 2014;1(9):51–65.
9. Chaddock-Heyman L, Erickson KI, Voss MW, Knecht AM, Pontifex MB, Castelli DM, et al. The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: A randomized controlled intervention. *Front Hum Neurosci.* 2013;7(7):1–13.
10. Chomitz VR, Slining MM, McGowan RJ, Mitchell SE, Dawson GF, Hacker KA. Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. *J Sch Health.* 2009;79(1):30–7.
11. Fedewa AL, Ahn S. The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: A meta-analysis. *Res Q Exerc and Sport.* 2011;82(3):521–35.
12. Ahamed Y, Macdonald H, Reed K, Naylor PJ, Liu-Ambrosed T, McKay H. School-based physical activity does not compromise children's academic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;39(2):371–6.
13. LeBlanc MM, Martin CK, Han H, Newton R Jr, Sothorn M, Webber LS, et al. Adiposity and physical activity are not related to academic achievement in school-aged children. *J Dev Behav Pediatr.* 2012;33(6):486–94.
14. Pirrie AM, Lodewyk KR. Investigating links between moderate-to-vigorous physical activity and cognitive performance in elementary school students. *Ment Health Phys Act.* 2012;5(1):93–8.
15. Keeley T, Fox K. The impact of physical activity and fitness on academic achievement and cognitive performance in children. *Int Rev Sport and Exerc Psychol.* 2009;2(2):198–214.
16. Hillman CH, Kamijo K, Scudder M. A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Prev Med.* 2011;52 Suppl 1:S21–8.
17. Coe DP, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(8):1515–9.
18. Welk GJ, Morrow JRJ, Falls HB. *FITNESSGRAM reference guide.* Dallas: Cooper Institute; 2002.
19. Hillman CH, Buck SM, Themanson JR, Pontifex MB, Castelli DM. Aerobic fitness and cognitive development: Event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children. *Dev Psychol.* 2009;45(1):114–29.
20. Hansen DM, Herrmann SD, Lambourne K, Lee J, Donnelly JE. Linear/nonlinear relations of activity and fitness with children's academic achievement. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(12):2279–85.
21. Eriksen CW, Eriksen BA. Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Percept Psychophys.* 1974;16(1):143–9.
22. Syväoja HJ, Kantamäa MT, Ahonen T, Hakonen H, Kankaanpää A, Tammelin TH. Physical activity, sedentary behavior, and academic performance in Finnish children. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(11):2098–104.
23. Tremblay MS, Inman JW, Willms JD. The relationship between physical activity, self-esteem, and academic achievement in 12-year-old children. *Pediatr Exerc Sci.* 2000;12:312–23.
24. Wang PS, Huang YC, Wu SF, Wang KM. Effects of daily energy expenditure on academic performance of elementary students in Taiwan. *Jpn J Nurs Sci.* 2014;11(1):1–9.
25. Booth JN, Tomporowski PD, Boyle JM, Ness AR, Joinson C, Leary SD, et al. Associations between executive attention and objectively measured physical activity in adolescence: Findings from ALSPAC, a UK cohort. *Ment Health Phys Act.* 2013;6(3):212–9.
26. Tompkins CL, Hopkins J, Goddard L, Brock DW. The effect of an unstructured, moderate to vigorous, before-school physical activity program in elementary school children on academics, behavior, and health. *BMC Public Health.* 2012;12:300.
27. Kamijo K, Pontifex MB, O'Leary KC, Scudder MR, Wu CT, Castelli DM, et al. The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Dev Sci.* 2011;14(5):1046–58.
28. Khan NA, Hillman CH. The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: A review. *Pediatr Exerc Sci.* 2014;26(2):138–46.
29. Haapala EA. Physical activity, academic performance and cognition in children and adolescents. A systematic review. *Balt J Health Phys Act.* 2012;4(1):147–55.
30. Liang J, Matheson BE, Kaye WH, Boutelle KN. Neurocognitive correlates of obesity and obesity-related behaviors in children and adolescents. *Int J Obes (Lond).* 2014;38(4):494–506.
31. Chaddock L, Pontifex MB, Hillman CH, Kramer AF. A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. *J Int Neuropsychol Soc.* 2011;17(6):975–85.



Review article

# Chronic effect of aerobic exercise on anthropometric, biochemical and hemodynamic variables in individuals with type 2 diabetes mellitus: A systematic review



C.A. De Sá<sup>a,\*</sup>, P. Grudka Heizen<sup>b</sup>, V.S. Corralo<sup>a</sup>, G.A. Gonzaga dos Santos<sup>b</sup>, N.M. Moura Soares<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Graduate Program in Health Sciences, Unochapecó University, Brazil

<sup>b</sup> Physical Education Course, Unochapecó University, Brazil

<sup>c</sup> Physical Education Course, Tiradentes University - UNIT, Brazil

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 7 April 2015

Accepted 9 September 2015

Available online 6 September 2016

### Keywords:

Exercise therapy

Glycemia

Anthropometric profile

Lipid profile

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study was to analyze the effects of aerobic exercise on biochemical, anthropometric and hemodynamic profiles of patients with type 2 diabetes mellitus, in randomized clinical trials and case-control studies.

**Method:** The databases used in the study were: MEDLINE, BVS (LiLacs), IBECs (Spain), MED Caribbean and Central Controlled Clinical Trial Registry. We included studies published from 2004 to 2014. Were analyzed anthropometric (body mass index, waist circumference and percentage of body fat), hemodynamic (blood pressure and heart rate) and biochemical parameters (glycemia, glycated hemoglobin, insulin, cholesterol-HDL, cholesterol-LDL and triglycerides).

**Results:** The results showed that, aerobic exercise of moderate intensity and often three or more times a week, promoted a significant reduction in waist circumference, blood glucose and diastolic blood pressure.

**Conclusion:** It is concluded that there are benefits of aerobic exercise of moderate intensity practiced regularly often more than three times a week on waist circumference, glycemia and diastolic blood pressure in diabetes mellitus type 2.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Efecto crónico de ejercicio aeróbico en variables antropométricas, bioquímicas y hemodinámicas en individuos con diabetes mellitus tipo 2: una revisión sistemática

## RESUMEN

**Objetivo:** El propósito de este estudio fue analizar los efectos del ejercicio aeróbico sobre los perfiles bioquímicos, antropométricos y hemodinámicos de pacientes con diabetes mellitus tipo 2, en ensayos clínicos aleatorizados y estudios de casos y controles.

**Método:** Las bases de datos utilizadas en el estudio fueron: MEDLINE, BVS (LiLacs), IBECs (España), MED Caribe y el Registro Central de Ensayos Clínicos Controlados. Se incluyeron estudios publicados desde 2004 hasta 2014. Se analizaron medidas antropométricas (índice de masa corporal, circunferencia de la cintura y porcentaje grasa), hemodinámicas (presión arterial y frecuencia cardíaca) y bioquímicas (glucemia, hemoglobina glicosilada, insulina, Colesterol-HDL, Colesterol-LDL y triglicéridos).

### Palabras clave:

Terapia por ejercicio

Glucemia

Perfil antropométrico

Perfil lipídico

\* Corresponding author.

E-mail address: [clodoaldodesa@gmail.com](mailto:clodoaldodesa@gmail.com) (C.A. De Sá).

**Resultados:** Los resultados mostraron que el ejercicio aeróbico, de intensidad moderada, realizado de 3 veces o más por semana causó una reducción significativa en la circunferencia de la cintura, la glucemia y la presión arterial diastólica.

**Conclusión:** Se concluye que hay beneficios del ejercicio aeróbico de intensidad moderada, practicado regularmente más de 3 veces a la semana, en el perímetro de la cintura, glucemia y presión arterial diastólica en pacientes con diabetes tipo 2.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Efeito crónico do exercício aeróbico sobre variáveis antropométricas, bioquímicas e hemodinâmicas em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2: uma revisão sistemática

### R E S U M O

#### Palavras-chave:

Terapia por exercício  
Glicemia  
Perfil antropométrico  
Perfil lipídico

**Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos do exercício aeróbico sobre os perfis bioquímico, antropométrico e hemodinâmico de pacientes com diabetes mellitus tipo 2, em ensaios clínicos randomizados e estudos de caso-controle.

**Método:** As bases de dados utilizadas no estudo foram: MEDLINE, BVS (LiLacs), IBECs (Espanha), MED Caribe e Central de Registros de Ensaios Clínicos Controlados. Foram incluídos estudos publicados nos anos de 2004-2014. Foram analisadas as medidas antropométricas (IMC, circunferência de cintura e percentual de gordura), hemodinâmicas (pressão arterial e frequência cardíaca) e bioquímicas (glicemia, hemoglobina glicada, insulina, colesterol-HDL, colesterol-LDL, triglicérides).

**Resultados:** Os resultados evidenciaram que o exercício aeróbico, de intensidade moderada e com frequência igual ou superior a três vezes por semana promoveu redução significativa no perímetro da cintura, na glicemia e na pressão arterial diastólica.

**Conclusão:** Conclui-se que há efeitos benéficos do exercício físico aeróbico de moderada intensidade, praticado de forma regular com frequência de 3 ou mais vezes por semana, sobre o perímetro da cintura, glicemia e pressão arterial diastólica em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introduction

Diabetes mellitus type 2 (DM2) is a metabolic disease characterized by insulin resistance and dysfunctional pancreatic beta cells. Patients are often concomitantly overweight or obese.<sup>1</sup> DM2 is one of the leading causes of death worldwide, and is primarily associated with an aging population, urbanization, and high prevalence of physical inactivity. Diabetes affects 382 million people worldwide, of which 61 million are located in the Americas, with 24 million in Central and South America.<sup>2</sup> In developed countries, DM2 is ranked between the fourth and eighth position among the major diseases in terms of prevalence, and the direct costs of treatment vary between 2.5 and 15% of annual health budgets.<sup>3</sup> In Brazil, between 1991 and 2000 there was a 19% increase in the number of cases, followed by a decline of 8% between 2000 and 2009; however, in 2009 alone, incidence increased by 24%.<sup>4</sup> The Brazilian capitals with the highest prevalence of DM2 in 2012 were São Paulo (9.3%) and Florianópolis (7.3%).<sup>4</sup>

Given this epidemiological situation, it is critical to invest in studies that provide scientific evidence on the efficiency and effectiveness of targeted protocols and intervention processes that improve the quality of life for DM2 patients. In this context, active participation in exercise programs is the unanimous recommendation of health professionals for both prevention and treatment of DM2.

Physical exercise programs may aid long-term control of blood glucose levels, and can acutely stimulate glucose uptake, which helps to increase the sensitivity of insulin to receptors.<sup>5</sup> An understanding of the underlying physiological responses to physical exercise is crucial for adequate medical management and proper counseling with respect to suggested activity and/or physical

exercise load. This goal will improve the efficiency of diabetes interventions, increasing exercise and activity levels in DM2 patients.<sup>6</sup>

Current recommendations for DM2 patients include at least 150 min of moderate intensity exercise per week (over 3–7 days), or 75 min of high intensity exercise per week (over 3 days).<sup>1</sup> This review article evaluated the effects of aerobic exercise on biochemical, anthropometric, and hemodynamic profiles of patients with DM2 in randomized clinical trials, case studies, and controls.

## Method

### Literature search strategy

Systematic survey of the primary studies was conducted using the following databases: MEDLINE (PubMed), BVS (LiLacs), IBECs (Spain), Med Caribe, and the Central Registry of Controlled Clinical Trials (Cochrane), published between 2004 and December 2014. A search strategy was developed for MEDLINE, accessed via PubMed, based on titles of Medical Subject Headings (MeSH) identified through article terms and key words. We searched for articles in LiLacs using Health Sciences Descriptors (DeCS). We reviewed reference lists of all articles included in the study.

The search strategy for Med Caribbean used MeSH terms and their synonyms as a starting point. However, the search strategy for articles in the Central Registry of Controlled Clinical Trials was based on the keywords to yield a greater number of articles.

Various combinations of the keywords “physical exercise”, “physical activity” and “diabetes mellitus type 2” were used in English, Portuguese, and Spanish as appropriate, using the MeSH terms “exercise”, “motor activity”, and “diabetes mellitus type 2” crossed with Boolean connectors AND, OR, or AND OR.

The search strategy began with selection of a diabetic population (type 2) consisting of groups with diabetic intervention via regular exercise or physical activity, and control patients (with or without diabetes) that received only counseling/education about intervention methods and related health outcomes. An additional search filter was used to select only clinical controlled studies and/or randomized trials performed with adult humans.

#### Criteria for inclusion and exclusion

The following inclusion criteria were selected, which were applied independently: (a) the study presented a controlled clinical trial design (to identify impacts of the intervention) and/or randomized or case studies and controls (identical risk factors for the outcome) with the use of proposal-based activity and/or aerobic exercise; (b) the study contained a population with individuals over the age of 19; (c) the study had at least two groups; (d) the duration of the study included more than 3 months of intervention; (e) the intervention group was composed of a diabetic population; (f) the study evaluated anthropometric measurements (body fat, body weight, or waist circumference) and/or biochemical (cholesterol, fasting glucose, or glycated hemoglobin) and/or hemodynamic (blood pressure or heart rate) parameters; and (g) the study presented intervention data (type of exercise, load, and intensity).

The studies were separated for analysis according to the objectives and parameters evaluated. Researchers assessed aerobic training vs. education or sedentary lifestyle intervention, and the relationship between the weekly frequency of exercise and improvement in biochemical, anthropometric and hemodynamic profiles. We excluded studies with children or teenagers, or including patients with pathologies associated with diabetes. We also excluded studies of systematic review, narrative review, overview and meta-analysis, as well as animal studies.

#### Data extraction

Two independent examiners searched for articles in the databases by analysis of titles, abstracts, and full papers, and

assessed eligibility for inclusion of each study. Disagreements were discussed and, if unresolved, a third reviewer was consulted to decide whether the study should be included or excluded. Standardized worksheets were designed for data extraction such that the reviewers were able to extract information about the study characteristics, participants, eligibility criteria, intervention methods, and the observed outcomes, including measures of variability when available.

For data mining, results were considered as outcomes related to the chosen anthropometric, biochemical, and hemodynamic parameters. Researchers reviewed articles twice to ensure accuracy.

## Results

#### Inclusion of studies

Database searched yielded 119 articles in total. Of these, 87 were excluded after evaluation of titles and abstracts, leaving 32 articles identified as eligible. Of these, 13 did not evaluate biochemical and anthropometric profiles, one studied an adolescent population, three evaluated the effect of only a single intervention session, one evaluated a monitoring program, seven did not evaluate the effects of an exercise program, and two did not include diabetes type 2 (Fig. 1).

Five studies met all inclusion criteria, all of which had a case-control design. Studies were arranged alphabetically by first author name. Table 1 presents the main results of analysis, considering the population sampled, type of treatment (frequency, volume and intensity), and the outcomes achieved.

#### Chronic effects of aerobic exercise on anthropometric parameters

Four studies assessed the effects of aerobic exercise on anthropometric measures in diabetic patients.<sup>7–10</sup> Of these, only Vancea et al.<sup>8</sup> demonstrated significant effects of the intervention programs. In this study, the intervention protocol consisted of exercise

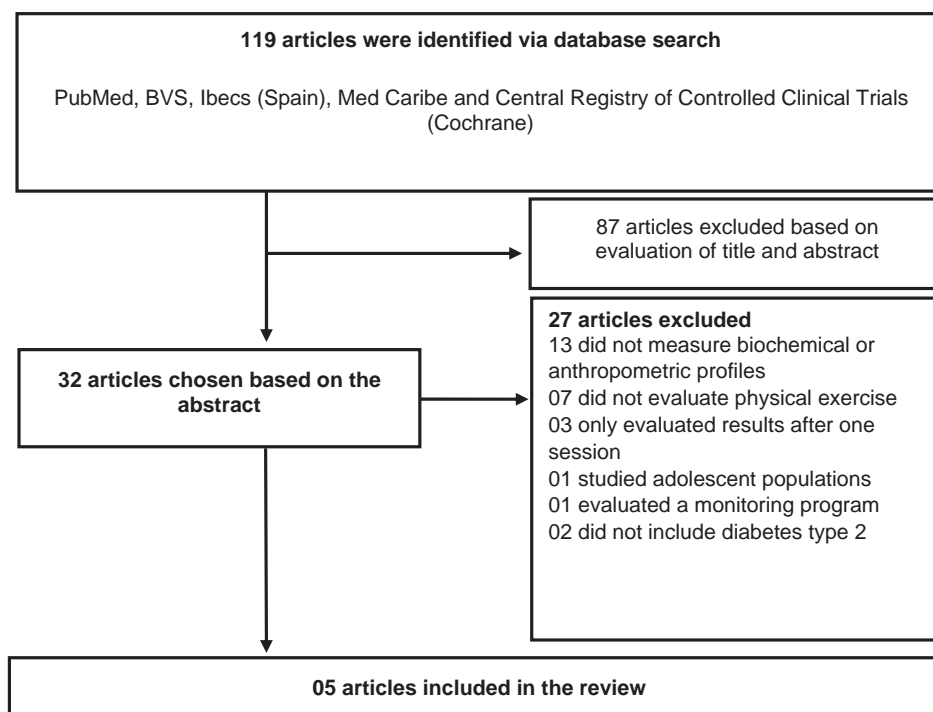


Fig. 1. Identification flow, screening, eligibility and inclusion or exclusion criteria of articles in the systematic review.



**Table 1**  
Main characteristics of the studies included in this review.

Study	Participants	Intervention	Result
Monteiro et al. <sup>7</sup>	Diabetic women over 60 years old (divided into aerobic group control) without participation in physical exercise and capillary blood glucose less than 240 mg/dl	<i>Control group</i> Intervention: educational guidelines Frequency: 1 time/week Duration: 2 h/session → 13 weeks <i>Aerobic group</i> Intervention: walking (treadmill) Intensity: 60, 70 and 80% of MHR Duration: 50 min Frequency: 3×/week → 13 weeks	– BMI (both groups) ↓ Glucose (both groups) ↓ DBP (both groups)
Vancea et al. <sup>8</sup>	Males and females DM2 patients divided into three groups: • Control group: n = 17; age: 55.8 ± 6.6 years • G3 group: n = 14; age: 57.4 ± 5.3 years • G5 group: n = 9; age: 58.8 ± 6.1 years	<i>Control group</i> Intervention: guidelines and incentives for spontaneous regular activity <i>G3 group</i> Intervention: walking Intensity: 70% of maximum heart rate Frequency: 3 sessions Duration: – <i>G5 group</i> Intervention: walking Intensity: 70% of maximum heart rate Frequency: 5 sessions Duration: –	↓ BMI (G3, G5) ↓ % Fat (G3, G5) ↓ Waist (G5) ↓ Fasting glucose (G5) ↓ Postprandial glucose (G5) – Glycated hemoglobin (G3, G5) – SBP (G3, G5) – DBP (G3, G5)
Ribeiro et al. <sup>9</sup>	32 subjects (male and female) • Healthy control: n = 1M and 10F • Exercising diabetics: n = 3M and 8F • Sedentary diabetics: n = 4M and 6F	<i>Healthy control group (HC)</i> Intervention: cycle ergometer Intensity: corresponding to the anaerobic threshold Frequency: 3×/week Duration: 40 min <i>Diabetic group with exercise (DE)</i> Intervention: cycle ergometer Intensity: corresponding to the anaerobic threshold Frequency: 3×/week Duration: 40 min <i>Sedentary diabetic group (SD)</i> No intervention	↓ Waist circ. (HC, DE) – BMI – Body weight – Insulin – Glycated hemoglobin – Cholesterol HDL – Cholesterol LDL – Triglycerides – Post-heparin lipase – Lipoprotein (HC, DE, SD)
Andrade-Rodriguez et al. <sup>10</sup>	Diabetic males and females, sedentary, max 10 years post-diagnosis, divided into two groups: • Group 1 (G1): n = 10M and 15F; age: 46.1 ± 9.1 years • Group 2 (G2): n = 12M and 13F; age: 50.6 ± 6.9 years	<i>G1</i> Intervention: walking (auto adjusted) Intensity: – Frequency: 2×/week Duration: 20 min <i>G2</i> Intervention: walking (auto adjusted) Intensity: – Frequency: 3×/week Duration: 20 min	– BMI (G1, G2) ↓ Glycated hemoglobin (G1, G2)
Bhagyalakshmi et al. <sup>11</sup>	Males and females, diabetic, age between 45 and 69 years, divided into two groups: Control: n = 20 Exercise: n = 28	<i>Control Group (CG)</i> No intervention <i>Exercise Group (EG)</i> Intervention: walking or cycling Intensity: – Frequency: – Duration: 45 min	↑ Glucose (CG) ↓ Glucose (EG) ↓ Glycated hemoglobin (EG) ↓ HR variability (CG) ↑ HR variability (CG; men) – HR variability (CG; women): exercise accounted for 50.5% of HRV after training

BMI, body mass index; CG, control group; DBP, diastolic blood pressure; DE, diabetic group with exercise; DM2, diabetes mellitus type 2; EC, exercise group; F, female; G1, Group 1; G2, Group 2; HC, healthy control group; HR, heart rate; HRV, heart rate variability; M, male; MHR, maximum heart rate; SBP, systolic blood pressure; SD, sedentary diabetic group; ↑, increase in parameter evaluated; ↓, reduction in parameter evaluated; –, no changes in parameter evaluated.

for 45 min either three or five times per week, with 30 min of that time walking to 70% of maximum HR. Patients showed a significant reduction in BMI, waist circumference, percent body fat, and fasting glucose, and the magnitude of these changes was greater in the five times per week group than in the three times per week group. The authors also point out that capillary blood glucose showed a downward trend after exercise in the group that exercised five times per week.

In a study by Monteiro et al.<sup>7</sup> older female DM2 patients practiced aerobic exercise three times a week for 13 weeks, with an intensity of 60–80% maximum heart rate. Results from the exercise

group were compared to those from a control group that underwent DM2 educational sessions only. This study found no influence of aerobic exercise on BMI, however there was a BMI reduction of 1 kg/m<sup>2</sup> in the control group and 1.2 kg/m<sup>2</sup> in the experimental group.

Ribeiro et al.<sup>9</sup> compared 32 subjects divided into three groups: 10 sedentary individuals with DM2; 11 physically active subjects without diabetes; 11 physically active diabetic subjects. The subjects with healthy vs. diabetic attributes were participated in an aerobic exercise program using a cycle ergometer (40 min, three times per week for 4 months), while the sedentary DM2 subjects

participated only a regular care program at the Clinical Hospital in Sao Paulo and did not engage in regular exercise. The aerobic exercise group had no changes in body weight or BMI, but did show a statistically significant reduction in waist circumference compared to the DM2 sedentary group.

Andrade-Rodriguez et al.<sup>10</sup> evaluated the effects of weekly frequency of aerobic training (walking 2–3 times per week with moderate intensity, 20 min per session, for 16 weeks) in two groups of 25 DM2 patients. In addition to the exercise protocol, all patients received 20 h of educational lectures about the various benefits of exercise, food, and drug treatments. The subjects had no changes in BMI as a function of the training regimens. However, the distance covered in 12-min test increased significantly at the end of the training period in both groups, and glycated hemoglobin reduced significantly in both treatments (exercise and educational sessions).

#### *Chronic effects of aerobic exercise on biochemical parameters*

The studies showed a reduction in blood glucose<sup>7,8,11</sup> and postprandial glucose,<sup>7</sup> however results vary with respect to glycated hemoglobin. Ribeiro et al.<sup>9</sup> and Vancea et al.<sup>8</sup> reported no changes in glycated hemoglobin, while Bhagyalakshmi et al.<sup>11</sup> and Andrade-Rodriguez et al.<sup>9</sup> reported a decrease in these values.

According to Monteiro et al.,<sup>7</sup> 13 weeks of aerobic exercise was as effective as educational sessions for reducing blood glucose levels in their experimental population. They also found that aerobic exercise sessions did not improve triglycerides, glycemia, or insulinemia in diabetic or healthy adults (i.e., no differences compared to sedentary diabetic adults).

Ribeiro et al.<sup>9</sup> reported that groups performing exercise for 4 months (both diabetic and non-diabetic) showed no changes in plasma concentrations of total cholesterol, cholesterol-LDL (LDL), cholesterol-HDL (HDL), triglycerides (TG), glucose or insulin compared to the sedentary DM2 groups. However, HDL particles were converted to larger particles in the exercise group, which improved LDL oxidation rates.

Bhagyalakshmi et al.<sup>11</sup> observed improvement in blood glucose and glycated hemoglobin rate in DM2 patients that participated in an exercise program for 9 months. In this study, 48 patients (male and female) were separated into two groups, an aerobic training group (30 min/session,  $n=28$ ), and a control group that did not perform physical exercise ( $n=20$ ).

Vancea et al.<sup>8</sup> evaluated the effects of 20 weeks of aerobic training at 70% maximum heart rate in three groups of diabetic patients aged 55–59 years, in order to compare the effects of exercise programs performed with three and five weekly sessions, and controls. Results showed that neither training regimen influenced glycated hemoglobin levels, however fasting plasma glucose and postprandial glucose significantly reduced after 20 weeks in the in five times per week group compared to controls.

Andrade-Rodriguez et al.<sup>10</sup> evaluated the effects of the weekly frequency of aerobic training on glycated hemoglobin level and aerobic capacity in 50 male and female subjects. Subjects were divided in two groups, that walked with moderate intensity for 20 min either two (Group 1 = G1) or three times per week (Group 2 = G2), for 16 weeks. During this period all patients received 20 h of educational lectures on exercise, food, and drug therapies, and the associated benefits. At the start of the program majority of participants had high glycated hemoglobin levels, which reduced after 16 weeks in both groups (7.38% and 7.10% in groups G1 and G2, respectively). Although there were no significant changes in aerobic capacity, glycated hemoglobin index was three times less in the G2 group, a result that could have been related to other factors as well.

#### *Chronic effects of aerobic exercise on hemodynamic parameters*

Only three studies reported chronic effect of aerobic exercise on hemodynamic parameters.<sup>7,8,11</sup> Monteiro et al.<sup>7</sup> found that systolic blood pressure (SBP) benefited from both aerobic exercise and educational interventions, with the control group (educational) decreasing from 139.8 mmHg to 128.1 mmHg and the aerobic group decreasing from 140.0 mmHg to 124.5 mmHg. Diastolic blood pressure (DBP) reduced to a greater extent in the aerobic exercise group (75.4–54.4 mmHg) than in the educational group (77.5–69.1 mmHg).

Vancea et al.<sup>8</sup> evaluated the effects of 20 weeks of aerobic training at 70% maximum heart rate, and found no changes in SBP and DBP in groups training either three or five times per week. The latter showed a slight drop in blood pressure (SBP decreased from  $128.0 \pm 2.0$  to  $125.0 \pm 2.0$  mmHg, and DBP increased from  $80.0 \pm 2.0$  to  $76.0 \pm 3.0$  mmHg). Further, Bhagyalakshmi et al.<sup>11</sup> assessed the effects of aerobic exercise in DM2 patients after nine months of training, and demonstrated improvements in heart rate variability. The improvement was greater in men than in women, and greater in younger than in older subjects.

In general, hemodynamic improvements from aerobic training regimens can provide favorable long-term prognosis for patients with DM2.

#### **Discussion**

After an exhaustive search of the selected databases, we were only able to include five studies in this review. This highlights the lack of controlled clinical trials and case studies, and lack of appropriate controls in studies assessing chronic effects of aerobic exercise in DM2 patients.

#### *Chronic effects of aerobic exercise on anthropometric parameters*

The anthropometric measurements most affected in the studies were BMI, body fat percentage, and waist circumference. Waist circumference was evaluated in Vancea et al.,<sup>8</sup> with a greater reduction in individuals who exercised five times per week compared to three times per week. Ribeiro et al.<sup>9</sup> also found a reduction in waist circumference of healthy and diabetic groups after a 4-month aerobic exercise program. There was also a significant reduction in body fat percentage in both groups. Considering the positive relationship between abdominal circumference, central obesity, insulin resistance, metabolic syndrome and cardiovascular disease, exercise programs that promote reduction in these variables are good candidates for inclusion in DM2 treatment programs.<sup>12</sup>

Mathieu et al.<sup>13</sup> showed a reduction in body fat percentage in diabetics who increased their level of physical activity, resulting in improved physical fitness and reduced cardiovascular risk in participants. Adipose tissue, stores energy, but is also considered an active endocrine organ. It is responsible for secreting hormones that form the link between muscle tissue, the central nervous system, and adipocytes in carbohydrate metabolism regulation, intermediary metabolism, and insulin signaling pathways.<sup>14</sup> However, excess adipose tissue impedes the uptake of glucose by muscle tissue. Accordingly, reducing body fat percentage plays an important role in metabolic regulation, reducing the risk of developing diseases, particularly those of cardiovascular origin.<sup>14</sup>

The effects of aerobic training on BMI were assessed in Miller et al.,<sup>7</sup> Vancea et al.,<sup>8</sup> Ribeiro et al.<sup>9</sup> and Andrade-Rodriguez et al.;<sup>10</sup> Vancea et al.<sup>8</sup> was the only one to show significant differences in BMI of DM2 patients in response to intervention. Vancea et al.<sup>8</sup> believe that the delayed decrease in BMI (which occurred only after the 20th week of training) was likely due to unconscious

compensatory increase in caloric intake (i.e., due to training). It is also worth noting that individuals with BMI close to normal may still have a waist circumference associated with risk for cardiovascular disease, especially in males. For this reason, this particular method may not be as reliable for diagnosing risk cardiovascular risk.<sup>15</sup> Reduction in BMI as the primary purpose of aerobic exercise programs from diabetics should be reviewed, since the protocols used in the studies analyzed in this review did not find significant reductions in BMI over their respective intervention periods.

#### *Chronic effects of aerobic exercise on biochemical measures*

The studies analyzed in this review evaluated biochemical responses to different intervention protocols with various relationships between exercise duration, intensity, and weekly frequency. Blood glucose levels, glycated hemoglobin, total cholesterol, HDL, and LDL were measured.

Blood glucose decreased significantly only in groups with high weekly training frequency (five times a week).<sup>8,11</sup> In one study, changes in basal blood glucose levels were similar in the groups that exercised three times a week and control groups.<sup>7</sup> These studies provide evidence that the positive responses in the control of DM2 patient blood glucose levels are associated with higher weekly frequency of exercise.

Ribeiro et al.<sup>9</sup> was the only study evaluating effects of aerobic exercise on lipid profile. Although the authors did not find positive treatment effects on lipid profile, they did find that aerobic exercise practiced three times a week at moderate intensity increased the efficiency of HDL in LDL oxidation (regardless of changes in insulin resistance), and increased HDL plasma concentrations.

One of the main targets in the treatment of diabetic dyslipidemia is HDL. Low HDL levels are often associated with elevated levels of TG, and may be associated with the aggressive nature of cardiovascular disease in diabetic patients.<sup>16</sup> According to the American Association of Diabetes,<sup>17</sup> DM2 patients generally do not show quantitative differences in the mean concentration of cholesterol and LDL compared to healthy individuals. However, from a qualitative point of view, are distinguished by high profile atherogenicity by the higher proportion of small, dense LDL particles.

Andrade-Rodriguez et al.<sup>10</sup> and Bhagyalakshmi et al.<sup>11</sup> showed that aerobic exercise at a frequency of three times a week is more efficient than twice per week for controlling glycated hemoglobin levels, a result also found in other studies.<sup>18,19</sup> Although glycated hemoglobin is an important parameter for the diagnosis and monitoring of diabetes and pre-diabetes, studies by Andrade-Rodriguez et al.,<sup>10</sup> Bhagyalakshmi et al.,<sup>11</sup> and Miller et al.<sup>7</sup> suggest that only high-frequency training protocols (five times a week) promote positive changes in this parameter. Thus, intervention programs for patients with DM2 should be structured to include aerobic activity of moderate to high intensity, and should aim for five times per week.

#### *Chronic effects of aerobic exercise on hemodynamic measurements*

Several studies evaluated chronic effect of exercise on heart rate variability and blood pressure (systolic and diastolic). Bhagyalakshmi et al.<sup>11</sup> was the only study that found that exercise training increasing Heart Rate Variability (HRV) (i.e., exercise training provided benefits relative to the control group). HRV quantifies changes in beat-to-beat heart rate caused by changes in autonomic activity, and low HRV is a strong predictor of mortality in diabetic patients. A healthy body system responds quickly and completely to environmental challenges in order to maintain homeostasis.<sup>20</sup>

Monteiro et al.<sup>7</sup> showed significant decrease in DBP rates in subjects that exercised compared to those that received only

educational sessions. SBP reduced in both groups. Vancea et al.<sup>8</sup> demonstrated marginal influence of aerobic exercise on SBP. However, weekly frequency of training also seems to affect blood pressure response, where greater reduction in DBP was observed in the group that performed exercise five times weekly compared to other groups (three times weekly and sedentary).

According to Green et al.<sup>6</sup> the cardiovascular system is designed to perfuse the cells of all tissues. Each tissue has control over its own perfusion or blood flow, but the level of local control depends on a sufficiently high level of blood pressure maintained by a central control mechanism. Local control of blood flow occurs through regulation of systemic arterial pressure systems. Among systems controls, central regulation of blood pressure is the most important feature of the cardiovascular system because it allows local control of blood flow. In DM2 patients, heart rate is one variable that can be monitored to control progression of the training regimen.

All studies required training at least twice a week, and for at least 20 min per session. Balducci et al.<sup>21</sup> concluded that, at least in diabetic subjects with low physical fitness, low-intensity training is as effective as a high-intensity training to improve modifiable risk factors for cardiovascular disease. This suggests that, for practical and therapeutical purposes, intensity is not as important as training frequency and type of exercise.

Studies have shown that suitable training intensity for diabetic patients should be between 60 and 80% maximum heart rate.<sup>8,10</sup> Aerobic exercise of moderate intensity performed between 3 and 5 times a week can aid control of cardiometabolic parameters in type 2 diabetics.

Sigal et al.<sup>22</sup> recommend that to control glycemic parameters, maintain weight, and reduce cardiovascular disease risk, diabetics should perform moderate-intensity aerobic exercise more than 150 min per week (40–60% of  $VO_{2max}$  or 50–70% HR), or more than 90 min/week of vigorous aerobic exercise (>60% of  $VO_{2max}$  or >70% HR). Physical activity should occur 3 days per week, with no more than two consecutive days of no activity. Boulé et al.<sup>23</sup> assert that the effects of a single aerobic exercise session on insulin sensitivity lasts 24–72 h, depending on duration and intensity. Although the acute response rarely exceeds 72 h,<sup>23</sup> it nonetheless plays an important role in modulation of glucose, independent of drug treatments or other interventions.

#### *Limitations*

One limitation of the study is heterogeneity in the variables observed in the reviewed studies. Although the studies addressed the same theme, heterogeneity may result in reducing the power of generated conclusions. Another limitation was that not all the potential effects were evaluated.

#### **Conclusion**

The scientific literature demonstrates beneficial effects of moderate-intensity aerobic exercise practiced with a frequency of three times a week or more on waist circumference, blood glucose and diastolic blood pressure in DM2 patients. This study also points to the need for development of randomized clinical trials to provide more information about the types of exercises, as well as duration, intensity, and appropriate weekly frequency to yield positive effects for patients with DM2.

#### **Ethical disclosures**

**Protection of human and animal subjects.** The authors declare that no experiments were performed on humans or animals for this study.

**Confidentiality of data.** The authors declare that no patient data appear in this article.

**Right to privacy and informed consent.** The authors declare that no patient data appear in this article.

### Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

### References

1. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes/2013–2014. São Paulo: Farmacêutica AC, editor; 2014. p. 382.
2. Cho NH, Whiting D, Guariguata L, Montoya PA, Forouhi N, Hambleton I, et al. IDF Diabetes Atlas. 6th ed; 2013. International Diabetes Foundation. Available from: <http://www.idf.org/sites/default/files/EN.6E.Atlas.Full.0.pdf> [cited 10.05.2016].
3. Schmidt MI, Duncan BB, Silva GA, Menezes AM, Monteiro CA, Barreto SM, et al. Doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: carga e desafios atuais. In: Victora CG, editor. Saúde no Brasil: a série The Lancet. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2011. p. 61–74.
4. Ministério da Saúde. Vigitel Brasil 2012: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, Editor; 2013. p. 136.
5. Hey-Mogensen M, Højlund K, Vind BF, Wang L, Dela F, Beck-Nielsen H, et al. Effect of physical training on mitochondrial respiration and reactive oxygen species release in skeletal muscle in patients with obesity and type 2 diabetes. *Diabetologia*. 2010;53:1976–85.
6. Green S, Egaña M, Baldi JC, Lamberts R, Regensteiner JG. Cardiovascular control during exercise in type 2 diabetes mellitus. *J Diabetes Res*. 2015;2015:654204.
7. Monteiro LZ, Fiani CRV, Freitas MCF, Zanetti ML, Foss MC. Redução da pressão arterial, da IMC e da glicose após treinamento aeróbico em idosos com diabetes tipo 2. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95:563–70.
8. Vancea DMM, Vancea JN, Pires MIF, Reis MA, Moura RB, Dib SA. Efeito da frequência do exercício físico no controle glicêmico e composição corporal de diabéticos tipo 2. *Arq Bras Cardiol*. 2009;92:23–30.
9. Ribeiro IC, Iborra RT, Neves MQ, Lottenberg SA, Charf AM, Nunes VS, et al. HDL atheroprotection by aerobic exercise training in type 2 diabetes mellitus. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:779–86.
10. Andrade-Rodríguez HdeJ, Valadez-Castillo FJ, Hernández-Sierra JF, Gordillo-Moscoso AA, Dávila-Esqueda ME, Díaz-Infanteb CL. Efectividad del ejercicio aeróbico supervisado en el nivel de hemoglobina glucosilada en pacientes diabéticos de tipo 2 sedentarios. *Gac Méd Méx*. 2007;143:11–5.
11. Bhagyalakshmi S, Nagaraja H, Anupama B, Ramesh B, Prabha A, Niranjana M, et al. Effect of supervised integrated exercise on heart rate variability in type 2 diabetes mellitus. *Kardiol Pol*. 2007;65:363–8.
12. Duncan BB, Schmidt MI. Chronic activation of the innate immune system may underlie the metabolic syndrome. *Sao Paulo Med J*. 2001;119:122–7.
13. Mathieu ME, Brochu M, Béliveau L. DiabetAction: changes in physical activity practice, fitness, and metabolic syndrome in type 2 diabetic and at-risk individuals. *Clin J Sport Med*. 2008;18:70–5.
14. Lustig RH. The neuroendocrinology of obesity. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2001;30:765–85.
15. de Castro SH, de Mato HJ, Gomes MB. Parâmetros antropométricos e síndrome metabólica em diabetes tipo 2. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2006;50:450–5.
16. National Diabetes Education Initiative (NDEI). HPS2-THRIVE randomized placebo-controlled trial in 25,673 high-risk patients of ER niacin/laropiprant. [Internet]. Available from: <http://www.ndei.org/HPS2-THRIVE-niacin-laropiprant.aspx> [cited 10.05.16].
17. American Diabetes Association. Cardiovascular disease and risk management. *Diabetes Care*. 2015;38 Suppl.:S49–57.
18. Muñoz Canché KA, Salazar González BC. Ejercicio de resistencia muscular en adultos con diabetes mellitus tipo 2. *Rev Lat Am Enferm*. 2005;13:21–6.
19. Loimaala A, Huikuri HV, Kööbi T, Rinne M, Nenonen A, Vuori I. Exercise training improves baroreflex sensitivity in type 2 diabetes. *Diabetes*. 2003;52:1837–42.
20. Wagner J, Keuky L, Lampert R, Fraser-King L, Feinn R, Kuoch T, et al. Socioeconomic status, waist-to-hip ratio, and short-term heart rate variability in Cambodians with type 2 diabetes. *Int J Behav Med*. 2015;22:786–91.
21. Balducci S, Zanuso S, Cardelli P, Salvi L, Bazuro A, Pugliese L, et al. Effect of high-versus low-intensity supervised aerobic and resistance training on modifiable cardiovascular risk factors in type 2 diabetes; the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *PLoS ONE*. 2012;7:e49297.
22. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27:2518–39.
23. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA*. 2001;286:1218–27.



## Caso clínico

## Trombosis venosa profunda masiva de miembro superior secundaria a fractura de tercio medio de clavícula. Caso clínico



Í. Úbeda-Pérez de Heredia\* y G.Á. Sobrá-Hidalgo

Servicio de Traumatología y Urgencias Traumatológicas, Hospital FREMAP Sevilla, Sevilla, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

*Historia del artículo:*

Recibido el 21 de diciembre de 2015

Aceptado el 27 de enero de 2016

On-line el 6 de septiembre de 2016

*Palabras clave:*

Trombosis venosa profunda

Extremidad superior

Fractura de clavícula

### R E S U M E N

**Objetivo:** La trombosis venosa profunda del miembro superior es una entidad rara que se asocia con el uso de catéteres, estados de hipercoagulabilidad, anticonceptivos orales, neoplasias, síndrome de costilla cervical o de los escalenos, fracturas de clavícula y trombosis inducida por el esfuerzo.

**Método:** Varón de 53 años que desarrolló una trombosis venosa de las venas axilar, cefálica y basílica tres días después de sufrir una fractura de tercio medio de clavícula que se inmovilizó inicialmente con vendaje en ocho.

**Resultados:** El cuadro se resolvió con tratamiento con Tinzaparina sódica y rehabilitación funcional, consolidando la fractura de clavícula y recanalizándose las venas trombosadas.

**Discusión:** Se han reportado algunos casos de trombosis de las venas axilar o subclavia ocasionadas por fracturas claviculares, siendo muy infrecuente la aparición de trombosis extensa afectando a varias venas, en este caso, secundarias al traumatismo o a la presión ejercida por el vendaje.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Upper-extremity massive deep venous thrombosis due to middle third clavicle fracture. A clinical case

#### A B S T R A C T

**Objective:** Deep venous thrombosis of the upper-extremity is an uncommon pathology and it is associated with the use of central venous catheters, coagulopathy, oral contraception, neoplasia, cervical rib or scalenus syndrome, clavicle fractures or weight lifting.

**Method:** 53 years-old- man who suffered from axillary, cephalic and basilar thrombosis after a three days injury with middle third clavicle fracture treated initially with a figure-of-8 brace.

**Results:** Both venous thrombosis and clavicle fracture solved respectively with Tinzaparin sodium and Physiotherapy, consolidating the broken clavicle and with a recanalization of thrombosed veins.

**Discussion:** Few cases of axillary or subclavian thrombosis associated to clavicle fractures have been reported. It is very uncommon extended thrombosis affecting more than one vein after trauma or brace pressure as shown in this case report.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*Keywords:*

Deep venous thrombosis

Upper limb

Clavicle fracture

\* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: [dr.iubedap@gmail.com](mailto:dr.iubedap@gmail.com), [inigo.ubeda@fremap.es](mailto:inigo.ubeda@fremap.es) (Í. Úbeda-Pérez de Heredia).



## Trombose venosa profunda massiva dos membros superiores secundária a fratura do terço médio da clavícula. Caso clínico

### R E S U M O

#### Palavras-chave:

Trombose venosa profunda  
Extremidade superior  
Fratura de clavícula

**Objetivo:** A trombose venosa profunda do membro superior é uma entidade rara que está associada com o uso de cateteres, estados de hipercoagulabilidade, contraceptivos orais, neoplasias, costela cervical ou síndrome escaleno, fratura de clavícula e trombose induzida pelo esforço.

**Método:** Homem de 53 anos que desenvolveu trombose venosa da veia axilar, cefálica e basílica de três dias, depois de sofrer uma fratura no terço médio da clavícula que foi imobilizado inicialmente com bandagem em oito.

**Resultados:** O quadro foi resolvido com o tratamento Tinzaparina de sódio e reabilitação funcional, consolidando a fratura de clavícula e recanalizando as veias trombosadas.

**Discussão:** Foram relatados alguns casos de trombose de veias subclávia e axilar causada por fraturas claviculares, sendo muito influente a aparição de trombose extensa afetando várias veias e, neste caso, secundária ao trauma ou a pressão exercida pela bandagem.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Introducción

La trombosis venosa profunda del miembro superior (TVPMS) es una entidad rara que supone un pequeño porcentaje de todas las trombosis venosas de las extremidades. Esta patología ha venido siendo infradiagnosticada por su baja frecuencia de aparición, aunque su incidencia se está incrementando debido al uso de vías venosas centrales y a la disponibilidad de nuevos métodos diagnósticos de detección<sup>1</sup>.

La TVPMS afecta principalmente a las venas axilar o subclavia<sup>2</sup> y se asocia con estados de hipercoagulabilidad, el uso de anticonceptivos orales, neoplasias, utilización de catéteres de vía central, síndrome de costilla cervical, síndrome de los escalenos, fracturas de clavícula y trombosis inducida por el esfuerzo o síndrome de Paget-Schroetter<sup>3</sup>.

Si bien la TVPMS es mucho menos común que la trombosis venosa profunda del miembro inferior, ambas pueden desarrollar complicaciones similares incluyendo síndrome posttrombótico, trombosis recurrente y, de manera más infrecuente, embolismo pulmonar<sup>4</sup>.

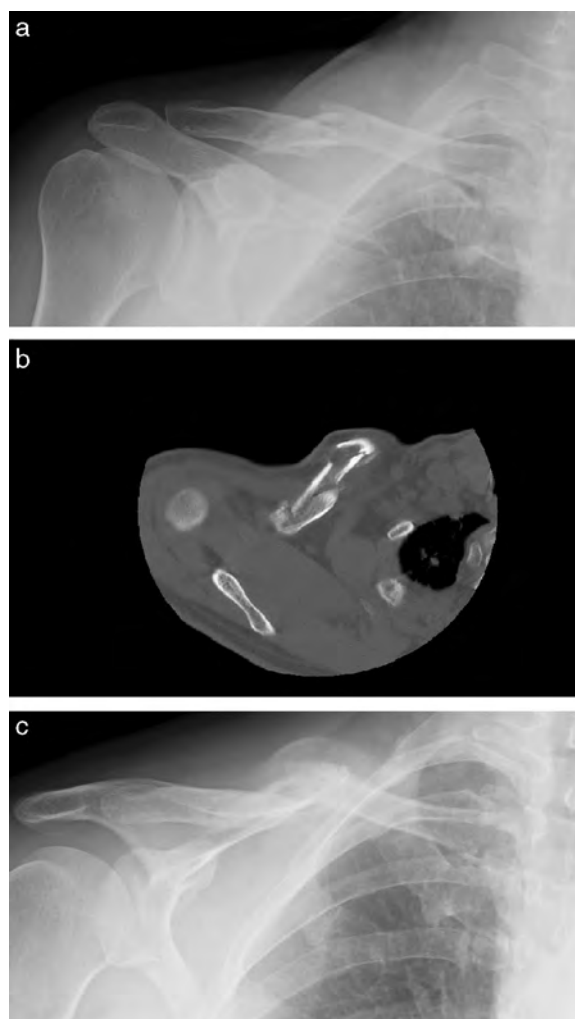
Se presenta un caso de trombosis extensa, con afectación de las venas axilar, cefálica y basilar del miembro superior derecho, secundaria a una fratura de tercio medio de clavícula.

### Caso clínico

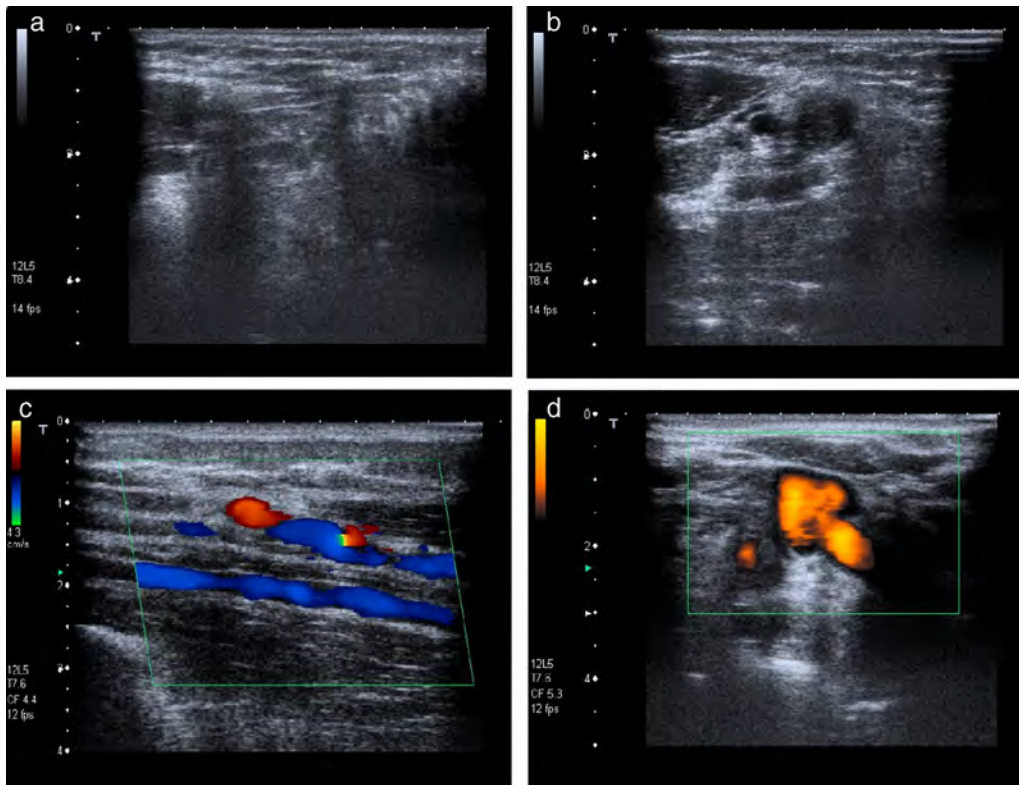
Varón de 53 años de edad, ciclista veterano de carretera, sin antecedentes médico-quirúrgicos de interés, hábitos tóxicos ni reacción alérgica conocida a medicamentos, que consultó en nuestro servicio de urgencias por fractura de tercio medio de clavícula derecha y fractura de arcos costales derechos producidos en accidente con caída en calzada.

Al ingreso presentó buen estado general, estando hemodinámicamente estable, sin disnea, aquejando dolor a nivel de clavícula y pared costal derechas sin síntomas ni signos de afectación neurovascular del miembro superior derecho. En el estudio radiológico simple se constató la existencia de fractura de arcos costales derechos cuarto y quinto sin evidencia de hemotórax ni neumotórax, y fractura de tercio medio de la clavícula derecha con tercer fragmento, confirmada en la tomografía axial computarizada (a, 1b).

Se trató inicialmente con analgesia, antiinflamatorios no esteroideos y colocación de vendaje en ocho, consultando el paciente tres días después en el mismo servicio por edematización del



**Figura 1.** 1a: radiografía simple anteroposterior de clavícula derecha, realizada el día del accidente, en la que se observa fratura de tercio medio. 1b: corte de TAC de clavícula derecha en donde se aprecia la fratura desplazada con un tercer fragmento. 1c: radiografía simple de clavícula derecha que muestra la consolidación de la fratura.



**Figura 2.** Eco-Doppler venosa que muestra la trombosis venosa (2a, 2b) y la recanalización tras la resolución del cuadro (2c, 2d).

miembro superior derecho sin pérdida de sensibilidad y con pulsos periféricos conservados, normalidad de constantes y auscultación cardiorrespiratoria con ruidos cardíacos normales a frecuencia normal sin soplos ni extratonos, y murmullo vesicular conservado en ambos campos pulmonares, sin estertores ni otros hallazgos patológicos.

La espirometría, el electrocardiograma y el ecocardiograma fueron normales; la analítica sanguínea mostró valores anormales de CHCM = 31.4 g/dl, neutrófilos = 76.6%, linfocitos = 16.4%, eosinófilos = 0.9%, fibrinógeno = 645 mg/dl, GGT = 52 U/l y D-Dímero positivo. El estudio de eco-Doppler venoso reveló una trombosis venosa de las venas axilar, cefálica y basílica con compresión de la rama cubital del nervio cutáneo braquial medial a nivel del hiato basílico (a, 2b).

Se sustituyó el vendaje en ocho por cabestrillo sencillo que se mantuvo hasta el inicio de la rehabilitación funcional, y se realizó tratamiento con Tinzapaina sódica, realizándose radiografías y ultrasonografía-Doppler seriadas de control hasta la consolidación de la fractura de clavícula (fig. 1c) y la recanalización completa de las venas trombosadas (fig. 2c, 2d).

## Discusión

De entre todas las fracturas de clavícula, las del tercio medio son las más frecuentes y el tratamiento más aceptado para las fracturas sin desplazamiento ha sido el conservador, habida cuenta de los buenos resultados funcionales, el bajo índice de complicaciones y la baja incidencia de pseudoartrosis<sup>5,6</sup>, pudiéndose optar indistintamente por la inmovilización con un cabestrillo sencillo o con un vendaje en ocho<sup>7</sup>. Existe controversia en la toma de decisiones en cuanto a las fracturas de tercio medio de clavícula desplazadas en cuanto a que, a día de hoy, se cuestiona que dichas fracturas consoliden sin déficit funcional alguno<sup>8</sup>.

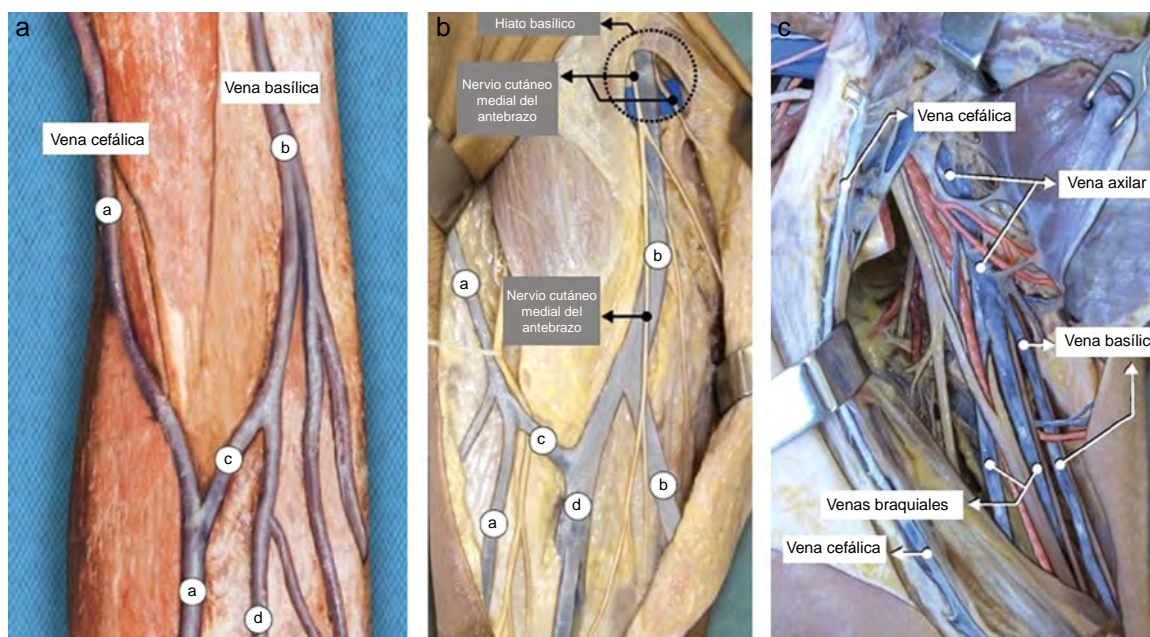
La TVPMS representa el 10% de todos los casos de trombosis venosa profunda. Es definida como proximal si involucra la vena

axilar u otras venas profundas proximales, y distal cuando afecta a las venas braquiales o más distales del brazo. Las venas axilares y subclavias son las más afectadas y la forma primaria es más común que la secundaria, siendo en la TVPMS primaria más común la trombosis relacionada con el esfuerzo (síndrome de Paget-Schroetter), y debiéndose las formas secundarias al uso de catéteres centrales y, menos comúnmente, a marcapasos y desfibriladores. Se han establecido unos factores de riesgo como la presencia de neoplasias, antecedentes de trombosis y trombofilia, reportándose con menos frecuencia casos asociados a cirugía, inmovilización, embarazo, toma de anticonceptivos orales, síndrome de hiperestimulación ovárica y traumatismos<sup>9</sup>.

El sistema venoso de la extremidad superior adopta una doble disposición, profunda y superficial (fig. 3). Las venas profundas son satélites de las arterias, existiendo dos venas por cada arteria, que confluyen en una vena axilar la cual se convierte intratorácicamente en vena subclavia que desagua en el tronco braquiocefálico homolateral. Las venas superficiales discurren entre la piel y las aponeurosis musculares, originándose en los dedos de las manos y ascendiendo hacia la mano (venas colaterales, intermetacarpianas, cefálica del pulgar y palmares) y el antebrazo, organizándose en las venas cefálica (lateral), mediana y basílica (medial) que confluyen en el pliegue anterior del codo («M» venosa). La vena basílica asciende hacia la mitad de la cara interna del brazo donde se hace profunda para desembocar en las venas humerales y la vena cefálica asciende por la parte externa del brazo y llega hasta el hombro en donde profundiza hacia la vena axilar a través del espacio deltopectoral<sup>10</sup>.

La flebografía es la técnica más adecuada para llegar a un diagnóstico definitivo pero, debido a su coste y agresividad, ha sido desplazada por el estudio de eco-Doppler venoso que también proporciona una elevada sensibilidad y especificidad<sup>3</sup>.

El tratamiento de elección es la heparina de bajo peso molecular seguida de anticoagulación oral que se debe administrar al menos durante tres meses, manteniéndose de forma indefinida en



**Figura 3.** 3a: pieza anatómica de las venas del codo y del brazo: vena cefálica (a), vena basilíca (b), vena intermedia del codo (c), vena intermedia del antebrazo (d). 3b: la vena basilíca perfora la fascia profunda por el hiato basilíco junto con el nervio cutáneo medial del antebrazo. 3c: relación entre las venas del brazo.

los casos en los que persiste la causa trombogénica. En algunos casos se propone tratamiento trombolítico aunque se considera de segunda elección debido al mayor riesgo de sangrado y a que no se ha demostrado que reduzca el síndrome posflebítico<sup>2,3</sup>.

En la literatura se encuentran referencias a la TVPMS de las venas axilar o subclavia de manera aislada<sup>2</sup> siendo muy infrecuente la aparición de una trombosis extensa secundaria a un traumatismo como es el caso que se reporta. Pese a que la fractura clavicular habría sido tributaria de indicación de tratamiento quirúrgico, la complicación vascular acontecida en los primeros días llevó a decidir un tratamiento conservador, sustituyéndose el vendaje en ocho por un cabestrillo simple al considerar que la trombosis venosa profunda podría haber tenido su origen tanto en el propio traumatismo como en la presión ejercida por dicho sistema de inmovilización a nivel de la axila. A este respecto y dado que los estudios donde se ha comparado la eficacia de ambos métodos de inmovilización (cabestrillo simple y vendaje en ocho) no han revelado diferencias significativas<sup>7</sup>, consideramos preferible el uso de un cabestrillo simple para el tratamiento conservador de las fracturas de clavícula para evitar la infrecuente pero posible complicación de TVPMS.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

1. Peivandi MT, Nazemian Z. Clavicular fracture and upper-extremity deep venous thrombosis. *Orthopedics*. 2011;34(3):227.
2. Sabeti S, Schillinger M, Mlekusch W, Haumer M, Ahmadi R, Minar E. Treatment of subclavian-axillary vein thrombosis: long-term outcome of anticoagulation versus systemic thrombolysis. *Thromb Res*. 2002;108(5-6):279-85.
3. Prandoni P, Polistena P, Bernardi E, Cogo A, Casara D, Verlato F, et al. Upper-extremity deep vein thrombosis. Risk factors, diagnosis and complications. *Arch Intern Med*. 1997;157(1):57-62.
4. Shennib H, Hickie K, Bowles B. Axillary vein thrombosis induced by an increasingly popular oscillating dumbbell exercise device: A case report. *J Cardiothorac Surg*. 2015;10:73.
5. Van der Meijden OA, Gaskill TR, Millet PJ. Treatment of clavicle fractures: Current concepts review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012;21(3):423-9.
6. Andersen K, Jensen PO, Lauritzen J. Treatment of clavicular fractures. Figure-of-eight bandage versus a simple sling. *Acta Orthop Scand*. 1987;58(1):71-4.
7. Lenza M, Belloti JC, Andriolo RB, Faloppa F. Conservative interventions for treating middle third clavicle fractures in adolescents and adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;5:CD007121.
8. Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures. A multicenter, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(1):1-10.
9. Engelberger RP, Kucher N. Management of deep vein thrombosis of the upper extremity. *Circulation*. 2012;126(6):768-73.
10. Jiménez-Castellanos J, Catalina CJ, Carmona A. *Anatomía Humana General*. Sevilla: Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones; 2007. p. 78.



¿Prácticas deporte?

¿Gestionas deporte?

# ANDALUCÍA *es* DEPORTE

 Actualidad  Eventos  Instalaciones  Recursos

ENTRA Y PARTICIPA.  
DÉJATE SORPRENDER

[www.andaluciaesdeporte.org](http://www.andaluciaesdeporte.org)



MEDICINA INTERNA Y CARDIOLOGÍA, FISIOLÓGIA, NUTRICIÓN, BIOQUÍMICA Y CINEANTROPOMETRÍA, PSICOLOGÍA,  
APARATO LOCOMOTOR, BIOMECÁNICA, RECUPERACIÓN FUNCIONAL Y LABORATORIO MUSCULAR

# Centro Andaluz de Medicina del Deporte

## ALMERÍA

C/ Isla de Fuerteventura, s/n  
04071 (Almería)  
Teléfono: 950 884 039  
Fax: 955 540 623  
camd.almeria.ctd@juntadeandalucia.es

## CÁDIZ

Complejo Deportivo Bahía Sur  
(Paseo Virgen del Carmen, s/n)  
11100, San Fernando (Cádiz)  
Teléfono: 956 902 270  
Fax: 955 540 623  
camd.cadiz.ctd@juntadeandalucia.es

## CÓRDOBA

Inst. Deportivas Munic. Vista  
Alegre (Plaza Vista Alegre, s/n)  
14071 (Córdoba)  
Teléfono: 957 743 007  
Fax: 955 540 623  
camd.cordoba.ctd@juntadeandalucia.es

## GRANADA

Hospital San Juan de Dios  
(San Juan de Dios, s/n)  
18071, Granada  
Teléfono: 958 980 018  
Fax: 955 540 623  
camd.granada.ctd@juntadeandalucia.es

## HUELVA

Ciudad Deportiva de Huelva  
(Avda. Manuel Siurot, s/n)  
21071, Huelva  
Teléfono: 959 076 073  
Fax: 955 540 623  
camd.huelva.ctd@juntadeandalucia.es

## JAÉN

Ctra. Madrid, 23  
(esq. c/ Ana María Noguerras s/n)  
23009 (Jaén)  
Teléfono: 953 362 086  
Fax: 955 540 623  
camd.jaen.ctd@juntadeandalucia.es

## MÁLAGA

Inst. Deportivas de Carranque  
(Avda. Santa Rosa de Lima, s/n)  
29071, Málaga  
Teléfono: 951 917 029  
Fax: 955 540 623  
camd.malaga.ctd@juntadeandalucia.es

## SEVILLA

Glorieta Beatriz Manchón, s/n  
(Isla de la Cartuja)  
41092, Sevilla  
Teléfono: 955 540 186  
Fax: 955 540 623  
camd.sevilla.ctd@juntadeandalucia.es



**JUNTA DE ANDALUCÍA**  
CONSEJERÍA DE TURISMO Y DEPORTE  
Centro Andaluz de Medicina del Deporte

[www.juntadeandalucia.es/turismoydeporte/opencms/areas/deporte/camd/](http://www.juntadeandalucia.es/turismoydeporte/opencms/areas/deporte/camd/)





**JUNTA DE ANDALUCIA**

CONSEJERÍA DE TURISMO Y DEPORTE

CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE

Glorieta Beatriz Manchón s/n  
(Isla de la Cartuja)  
41092 SEVILLA

Teléfono  
955 540 186

Fax  
955 540 623

e-mail  
[camd.sevilla.ctd@juntadeandalucia.es](mailto:camd.sevilla.ctd@juntadeandalucia.es)