

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 9 Número. 1

Marzo 2016



Editorial

Revista Andaluza de Medicina del Deporte: Balance 2015

Originales

Efecto de 8 semanas de corriente TENS modificada y la corriente rusa, sobre la fuerza muscular y la composición corporal

Workload and cortisol levels in helicopter combat pilots during simulated flights

Student and parental perception about physical activity in children and adolescents

Aerobic fitness in adolescents in southern Brazil: Association with sociodemographic aspects, lifestyle and nutritional status

Efeitos do Programa Escola de Postura e Reeducação Postural Global sobre a amplitude de movimento e níveis de dor em pacientes com lombalgia crônica

Artículo especial

Dimensionamento de amostras e o mito dos números mágicos: ponto de vista

Revisión

Efectos del ejercicio físico y pautas básicas para su prescripción en la enfermedad de Alzheimer

Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: revisión

Caso clínico

Efecto inmediato del vendaje *Dynamic Tape*® sobre la torsión tibial externa con dolor en un futbolista

RAM

ISSN: 1888-7546

MEDICINA INTERNA Y CARDIOLOGÍA, FISIOLOGÍA, 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/

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 Duate
(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. Maffiuletti
(Schulthess Klinik, Zürich, Suiza)

Estélio 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)

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 Jerônimo dos Santos Silva
(Universidade Federal de Sergipe, Brasil)

David Jiménez Pavón
(Universidad de Zaragoza, España)

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, 1º
Tel.: 932 000 711
08029 Barcelona

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

Publicación trimestral (4 números al año).

© 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, diríjase a CEDRO [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/authorsrights>).

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.

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

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

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

Te sientes bien. Te diviertes.

Te realizas. Te olvidas del resto y, sobre todo, te da vida.

¿Por qué no te animas a practicarlo?

**Deporte
de por
vida**

andalucía,

Andalucía

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 9 Number 1

March 2016

Contents

Editorial

- 1 Andalusian Journal of Sports Medicine. Stocktaking 2015
J.D. Beas-Jiménez, C. López-López, M.E. da Silva Grigoletto, C. Rodríguez Sorroche and L. Jiménez López

Original Articles

- 3 Effects of 8 weeks of modified TENS current and russian current, on muscle strength and body composition
C. Campos-Jara, C. Martínez-Salazar, V. Carrasco-Alarcón, R. Arcay-Montoya, R. Ramírez-Campillo, M. Mariscal-Arcas, D. Jerez-Mayorga and M.E. Da Silva-Grigoletto
- 7 Workload and cortisol levels in helicopter combat pilots during simulated flights
A. García-Mas, E. Ortega, J. Ponseti, C. de Teresa and D. Cárdenas
- 12 Student and parental perception about physical activity in children and adolescents
J.P. Greca, G.A. Arruda, D.C. Coledam, R. Pires Junior, M. Teixeira and A.R. Oliveira
- 17 Aerobic fitness in adolescents in southern Brazil: Association with sociodemographic aspects, lifestyle and nutritional status
D.A.S. Silva, D. Monteiro Teixeira, G. de Oliveira, E.L. Petroski and J. Marcio de Farias
- 23 Effects of School-based exercise Program of Posture and Global Postural Reeducation on the range of motion and pain levels in patients with chronic low back pain
P. Soares, V. Cabral, M. Mendes, R. Vieira, G. Avolio and R. Gomes de Souza Vale

Special Article

- 29 Sample size and the myth of magical numbers: point of view
C.J. Brito, M.E. da Silva Grigoletto, O. de Toledo Nóbrega and C. Córdova

Review Articles

- 32 Effects of physical exercise and basically orientations for prescription in Alzheimer's disease
C.M.C. Nascimento, S. Varela, C. Ayan and J.M. Cancela
- 41 Introduction to strength training at early age: A review
G. Peña, J.R. Heredia, C. Lloret, M. Martín and M.E. Da Silva-Grigoletto

Clinical Case

- 50 Immediate effect of *Dynamic Tape*® on external torsion tibial clinically painful in a football player. A case report
B. de la Cruz Torres, M. Albornoz Cabello and L. Espejo Antúñez



Editorial

REVISTA ANDALUZA DE MEDICINA DEL DEPORTE: Balance 2015



Andalusian Journal of Sports Medicine. Stocktaking 2015

Como es obligado, a principios de cada año el Comité Editorial de la REVISTA ANDALUZA DE MEDICINA DEL DEPORTE (RAMD) realiza un balance de la evolución de la revista en el año anterior y se plantean los diferentes objetivos para el presente, con la finalidad de mantener a la RAMD en el nivel de calidad que ha conseguido y, en la medida de lo posible, mejorar aquellos aspectos de la misma que nos permitan ser una herramienta eficaz y útil para que los investigadores puedan difundir el conocimiento científico relacionado con la Medicina y las Ciencias del Deporte.

La consolidación de la RAMD es todo un hecho y, pese a la situación económica, gracias al inestimable apoyo de la Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía, se ha conseguido la financiación necesaria para continuar publicando esta revista, que es ya un referente entre las fuentes bibliográficas en el área del conocimiento de la Medicina y Ciencias del Deporte Iberoamericanas, hecho corroborado por la evolución de los datos referentes a las visitas y número de páginas consultadas en la página web de la RAMD (fig. 1) y por el dato que, tras España, sea desde países como México, Colombia, Chile y Brasil, desde donde más se acceda a nuestra página web.

Otro aspecto al que hemos prestado atención y que ha mejorado sustancialmente es el número de artículos publicados por nuestra revista anualmente. En este sentido la modificación de nuestras normas de publicación, y su riguroso cumplimiento por los autores, nos está permitiendo incluir un mayor número de artículos en cada uno de los números impresos de la RAMD y esto, junto con el avance online de los artículos aceptados, ha supuesto que hayamos publicado un total de 36 artículos a los que hay que sumar la publicación de 100 resúmenes de comunicaciones presentadas a diferentes eventos científicos celebrados en Andalucía, con lo que la contribución de la RAMD a la divulgación de la producción científica en el área de la Medicina y Ciencias del Deporte es más que evidente. La confianza en la RAMD, que reflejan los autores al enviarnos sus manuscritos, es un aliciente para nosotros, afianzándonos en nuestra firme apuesta por publicar sus trabajos con la mayor calidad y en el plazo de tiempo más corto posibles. Desde estas líneas queremos agradecer a todos los investigadores que han remitido sus trabajos a nuestra publicación, su colaboración con este proyecto editorial, que a las vísperas de cumplir la década, es ya toda una prometedora realidad.

La repercusión de los artículos publicados en la RAMD también ha mejorado notablemente. Por ejemplo, el número de citaciones en la base de datos SCOPUS ha aumentado de 34 citas en 2013 a 59

en 2014 (último periodo publicado por esta base de datos), el Índice H ha pasado de 3 en 2014 a 5 en 2015 (5 artículos de la RAMD han recibido al menos 5 citas) y los artículos publicados en la RAMD reciben un total de 0.46 citas por documento publicado en 2015, frente a las 0.33 citas por documento de 2014.

El tiempo invertido en cada uno de los procesos de edición, desde que se recibe un manuscrito hasta que finalmente es publicado, constituye una de las principales preocupaciones del Comité Editorial de la RAMD, conscientes de la importancia para la comunidad científica de la rápida difusión de los conocimientos generados mediante la investigación. En este sentido, durante el último año hemos conseguido reducir sustancialmente los tiempos de cada uno de los procesos que terminan con la publicación de un manuscrito. Sirva como ejemplo que el tiempo para la revisión técnica de un trabajo ha sido reducido de 18.4 días en 2014 a 2.1 días en 2015 o que el tiempo de recepción por el editor del manuscrito se ha reducido de 41 días en 2014 a 3.8 días en 2015. Otros tiempos que también han sido reducidos, tales como el necesario para tomar la primera decisión sobre un trabajo remitido a la RAMD (158.6 días en 2014 vs. 65.6 días en 2015), debemos conseguir que mejoren aún más.

Durante los procesos editoriales de 2015 se ha invitado a 265 revisores y 177 revisores han completado un total de 188 revisiones, con un tiempo de respuesta a la invitación de 13.1 días y un tiempo de 23.3 días para completar la revisión. Estos datos ponen de relieve la importante labor realizada por los revisores de la RAMD en el pasado ejercicio y su compromiso en acortar los plazos de duración de los procesos editoriales. Además, la rigurosa labor altruista realizada por los revisores se refleja en que tan solo el 3.6% de los manuscritos recibidos en la RAMD durante 2015 han sido aceptados sin modificaciones, en la primera revisión de los mismos (tabla 1). Aprovechamos este espacio para agradecer a todos nuestros revisores su colaboración.

La inclusión de la RAMD en las principales bases de datos bibliográficas es uno de los objetivos permanentes de nuestro Comité Editorial (tabla 2). En este apartado de nuestro balance es de resaltar que el pasado mes de junio de 2015 nuestra revista ha sido evaluada por el *Literature Selection Technical Review Committee* para valorar la inclusión de la RAMD en MEDLINE. Tras una exhaustiva evaluación de toda la trayectoria de nuestra publicación, sobre una puntuación máxima de 5, la RAMD ha sido valorada en 2.75 puntos. Lo más interesante del informe de valoración realizado por el *Literature Selection Technical Review Committee* es que señala nuestros

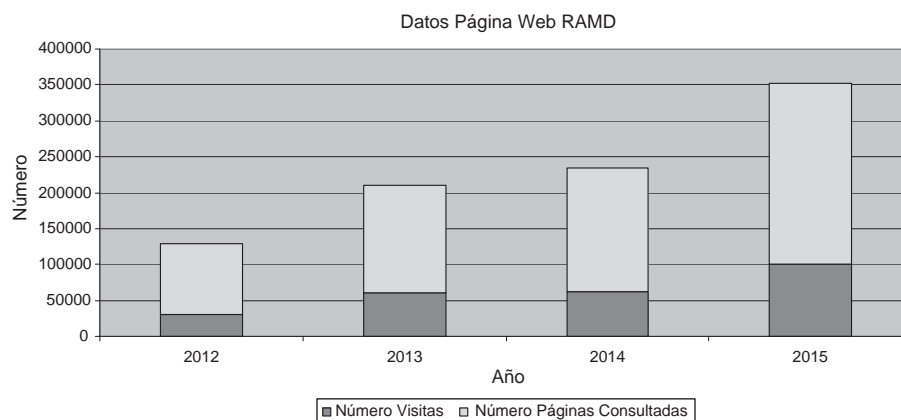


Figura 1. Evolución del número de visitas y del número de páginas consultadas de la página web de la RAMD; <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-deporte-284>

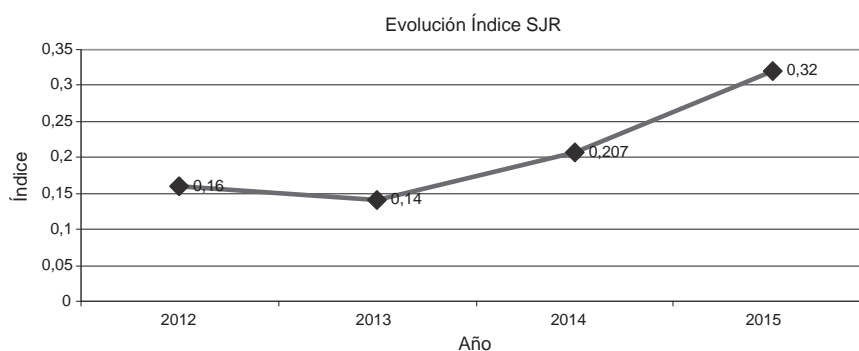


Figura 2.

Tabla 1

Evolución de las decisiones editoriales adoptadas en la primera revisión de los manuscritos recibidos en la RAMD

Decisión	Año		
	2013	2014	2015
Aceptados sin modificaciones (%)	1.3	3.9	3.6
Grandes cambios (%)	27.3	36.9	30.4
Pequeños cambios (%)	27.3	22.4	20.5
Rechazados (%)	44.1	36.8	20.5
Revisión técnica negativa (%) ^a			25

^a La decisión «Revisión técnica negativa» ha sido establecida en 2015, por lo cual no se reflejan datos de años anteriores.

puntos fuertes y nos marca las áreas de mejora de la RAMD, tarea en la que ya estamos trabajando, para que en un futuro próximo nuestra revista sea incluida en MEDLINE.

En el indicador de calidad editorial *SCImago Journal Rank*, la RAMD ha sido incluida en las áreas de Ortopedia y Medicina del Deporte (cuartil 3), Fisiología (cuartil 4) y Ciencias del Deporte (cuartil 4) y en 2015 ha obtenido un Índice *SCImago Journal Rank* de 0.32 (0.207 en 2014) que sitúa a nuestra revista entre una de las mejor valoradas en este índice en su área de conocimiento (fig. 2).

Como hemos señalado anteriormente, la evaluación de la RAMD por prestigiosas entidades nos pone en conocimiento de los aspectos mejorables de nuestra revista. Por este motivo son objetivos prioritarios para el 2016 el acortar los plazos de publicación lo máximo posible y el aumentar la difusión de nuestra revista, especialmente en el ámbito de los países anglosajones de manera que, tanto las consultas a nuestra fuente documental como las contribuciones de autores, se diversifiquen lo más posible.

Tabla 2

Bases de datos e índices en los que se encuentra indexada la REVISTA ANDALUZA DE MEDICINA DEL DEPORTE

Nacionales	Internacionales
- COMPLUDOC	- CIRC
- DIALNET	- DICE
- IME – Revistas de Biomedicina	- DULCINEA
- IBECES	- e-Revist@s
- C17	- Google Académico
- REBIUN	- Index copernicus
- Red IDEA	- LATINDEX
- Red de Bibliotecas Públicas de Andalucía	- QUALIS-CAPES
	- Redalyc
	- RESH
	- SciELO
	- ScienceDirect
	- SCImago Journal & Country Rank
	- SCOPUS
	- SPORTDiscus
	- SPORTDocs
	- ULRICH'S Web
	- Web of Science (WOS)

J.D. Beas-Jiménez^{a,*}, C. López-López^b, M.E. da Silva Grigoletto^a,
C. Rodríguez Sorroche^b y L. Jiménez López^b
^a Comité Editorial, REVISTA ANDALUZA DE MEDICINA DEL DEPORTE
^b Centro andaluz de medicina del deporte, Junta de Andalucía, España

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: juan.beas@juntadeandalucia.es
(J.D. Beas-Jiménez).



Original

Efecto de 8 semanas de corriente TENS modificada y la corriente rusa, sobre la fuerza muscular y la composición corporal



C. Campos-Jara^{a,*}, C. Martínez-Salazar^b, V. Carrasco-Alarcón^b, R. Arcay-Montoya^c,
R. Ramírez-Campillo^{b,d}, M. Mariscal-Arcas^e, D. Jerez-Mayorga^f y M.E. Da Silva-Grigoletto^g

^a Facultad de Ciencias de la Rehabilitación, Universidad Andres Bello, Santiago, Chile

^b Departamento de Educación Física, Universidad de La Frontera, Temuco-Chile

^c Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Los Lagos, Osorno-Chile

^d Carrera de Educación Física, Escuela de Pedagogía, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt-Chile

^e Research group on Nutrition, Diet and Risk Assessment (Dpt. Nutrition and Food Science, University of Granada-Spain), Dpt. Food Technology, Nutrition and Food Science, University of Murcia-Spain

^f Carrera de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Sebastián, Chile

^g Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe-Brasil

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 18 de enero de 2014

Aceptado el 25 de marzo de 2015

Palabras clave:

Electroestimulación

Fuerza muscular

Cuádriceps

Keywords:

Electrostimulation

Muscular strength

Quadriceps

RESUMEN

Objetivo: Comparar el efecto de 2 métodos de electroestimulación en las siguientes variables: fuerza y antropometría.

Método: Se realizó una investigación experimental, aleatoria y simple ciego. Se evaluó a 18 sujetos, distribuidos en: Grupo Corriente TENS Modificada (CTM: n=6), Grupo Corriente Rusa (CR: n=6) y Grupo Control (TC: n=6, sometido a corriente TENS Convencional, considerada en la presente investigación como placebo).

Resultados: Al cabo de 8 semanas, solo CTM incrementó la fuerza máxima ($p < 0.035$) y redujo el grosor del pliegue subcutáneo de la pierna derecha ($p < 0.03$).

Conclusiones: La técnica de electroestimulación con corriente TENS Modificada es efectiva para el entrenamiento muscular.

© 2015 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/>).

Effects of 8 weeks of modified TENS current and russian current, on muscle strength and body composition

ABSTRACT

Objective: To compare the effect of two methods of electrostimulation on the following variables: strength and anthropometry.

Method: An experimental, randomized, and simple blind investigation was performed. Eighteen subjects were evaluated distributed into a Modified TENS Current Group (CTM: n=6), Russian Current Group (CR: n=6), and a Control Group (TC: n=6, submitted to traditional TENS current, considered as placebo in this research).

Results: After 8 weeks, only CTM obtained an increase in maximal strength ($p < 0.035$), and a reduction in the subcutaneous fat thickness of the right thigh ($p < 0.03$).

Conclusions: A Modified TENS Current is effective for muscular training.

© 2015 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/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: Christian.campos@unab.cl (C. Campos-Jara).

Efeito de 8 semanas de corrente TENS modificada e corrente russa sobre a força e composição corporal

R E S U M O

Palavras-chave:
Eletroestimulação
Força muscular
Quadríceps

Objetivo: Comparar o efeito de 2 métodos de eletroestimulação nas seguintes variáveis: força e antropometria.

Método: Um estudo experimental, randomizado, cego simples. Foram avaliados 18 indivíduos, distribuídos em: grupo de corrente TENS modificada (CTM: n = 6), grupo corrente russa (CR: n = 6) e grupo controle (TC: n = 6, submetido a corrente TENS convencional, considerada nesta investigação como placebo).

Resultados: Após 8 semanas, CTM aumentou a força máxima ($p < 0,035$) e reduziu a espessura de pregas subcutâneas da coxa direita ($p < 0,03$).

Conclusões: A técnica de eletroestimulação com corrente TENS modificada é eficaz para treinamento muscular.

© 2015 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

INTRODUCCIÓN

La electroestimulación es un método utilizado en el área de rehabilitación clínica y entrenamiento de deportistas de alto rendimiento, siendo la corriente rusa e interferencial de aplicación común¹, ya sea con fines de conservación y/o recuperación de la masa muscular. Durante períodos prolongados de inactividad o inmovilización², se usa para mejorar la función muscular siendo aplicable en diferentes poblaciones (i.e., adulto mayor³, jóvenes⁴, atletas recreativos y competitivos⁵). Se emplea también como medida de fortalecimiento preoperatoria⁶.

El TENS Modificado se ha aplicado en los músculos cuádriceps de jugadores de voleibol y tenis, obteniendo resultados significativos en el aumento de fuerza muscular^{7,8}. Los estudios electromiográficos muestran que la actividad eléctrica en la contracción isométrica mantiene una relación lineal con la fuerza que se está ejerciendo y a una velocidad constante de acortamiento o estiramiento, esta es directamente proporcional a la fuerza, por lo tanto, para una fuerza constante, la actividad eléctrica aumenta linealmente con la velocidad de acortamiento, pero disminuye cuando el músculo se encuentra elongado^{9,10}.

Según MacDougall¹¹ la correlación no es alta como se preveía, existiendo una correlación débil y no significativa entre la fuerza y la superficie el área de sección de las fibras después del entrenamiento o del desentrenamiento. Esto sugiere que la fuerza máxima voluntaria no depende, más que en parte, de la cantidad de material contráctil. Los factores nerviosos son igual de importantes que el fenómeno de hipertrofia¹². Por otra parte la hipertrofia consecutiva de un trabajo con cargas pesadas afecta a los dos tipos de fibras musculares, pero es más marcada para las fibras de tipo II^{13,14}. El propósito del presente estudio es comparar el efecto de los tipos más usuales de corriente eléctrica para ganancia de fuerza muscular.

MÉTODOS

Sujetos

En el estudio participaron 18 sujetos entre 17 y 22 años de edad, (18.63 ± 1.32 años) pertenecientes al 1er año de la carrera de Educación Física, seleccionados a partir de un muestreo aleatorio simple. El estudio fue desarrollado de acuerdo a la Declaración de Helsinki y aprobado por el comité de ética del Departamento de Ciencias de la Actividad Física de la Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile. Las características antropométricas de la muestra se presentan en la tabla 1.

Diseño experimental

Se ha realizado un estudio experimental, aleatorio y prospectivo, evaluando antes y después de la intervención con técnicas de electroestimulación.

Medidas antropométricas

- Peso y talla: se obtuvieron a través de una pesa digital (Tanita UM 2204, graduada en gramos, con precisión de 5 g) y un estadiómetro.
- Perímetro del muslo medial bilateral: se obtuvo a través de una cinta métrica metálica graduada en mm (Lufkin®). La medida se toma en el nivel medio entre el trocánter mayor y el platillo tibial lateral, con los sujetos en posición bípeda según norma ISAK.
- Pliegue del muslo frontal bilateral: se obtuvo a través de un calibre para medición de pliegues cutáneos, graduado en mm (caliper modelo Gaucho Pro, marca Rosscraft, Argentina), siguiendo un protocolo previamente descrito¹⁵. Para la obtención de esta medida el sujeto se encuentra en posición bípeda con la rodilla flexionada a 90° y el pie en reposo sobre un cajón. El pliegue se ubica en la distancia media entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula. Para facilitar la medición del pliegue se le puede pedir al sujeto que ayude levantando el muslo desde la parte posterior con sus manos para liberar la tensión de la piel.
- Fuerza máxima del cuádriceps femoral: antes de realizar la evaluación, los sujetos fueron sometidos a un calentamiento previo, que consistió en 10 minutos sobre un cicloergómetro, en modalidad manual, con exigencia de 50 rpm. Posteriormente se realizaron 2 repeticiones de elongaciones de 15 segundos para grupos musculares de extremidades inferiores.

El objetivo de este calentamiento previo fue preparar la musculatura que se requiere en la prueba, para mejorar las condiciones musculares y evitar una posible lesión.

Tabla 1

Medias y desviaciones estándar de todos los parámetros antropométricos

Datos Antropométricos	CTM	CR	TC
EDAD (años)	18.6 ± 0.8	19.1 ± 2.0	18.2 ± 1.2
ALTURA (cm)	165.2 ± 6.7	166.0 ± 9.1	163.9 ± 6.4
PESO (kg)	64.4 ± 8.6	69.8 ± 10.4	68.3 ± 9.8
IMC (kg/m ²)	23.8 ± 2.2	24.5 ± 2.0	25.3 ± 3.0

IMC: Índice de Masa Corporal.

CTM: Grupo Corriente TENS Modificada.

CR: Grupo Corriente Rusa.

TC: Grupo Control.

Tabla 2
Parámetros para la electroestimulación

	Ancho de pulso	Frecuencia	Ciclo de Trabajo	Intensidad
CTM	400 μ s	100 Hz	ON: 3 s OFF: 17 s	0-100 mA*
CR	-	2500 Hz	ON: 10 s OFF: 50 s	0-100 mA*
TC	150 μ s	100 Hz	-	Percepción de parestesias

CTM: Corriente TENS Modificada, **CR:** Corriente Rusa, **TC:** Corriente TENS Convencional.

* Según máxima contracción isométrica tolerada

Los valores de fuerza máxima se obtuvieron a través de la prueba de 1RM, la cual se define como el peso máximo que puede levantarse en una repetición de movimiento. El sujeto debe posicionarse con un correcto alineamiento corporal y apoyo de tronco en la silla de cuádriceps. Para la realización de la prueba se le solicita al sujeto cruzar los brazos, con el fin de evitar compensaciones a nivel de tronco y pelvis.

El valor de la fuerza de 1RM se obtiene mediante el sistema de ensayo – error. Después de cada intento con éxito hay que aumentar el peso entre 2.268 – 4.536 kg. El individuo debe descansar entre 2 a 3 minutos entre cada intento¹⁶.

Intervención

La intervención fue realizada con una frecuencia de tres veces por semana, con una duración de ocho semanas y el tiempo de electroestimulación fue de 15 minutos para los tres tipos de corrientes, los parámetros utilizados en la electroestimulación para cada grupo se mantuvieron constantes durante las 8 semanas, a excepción de la intensidad que varía según la percepción del paciente. (Electroterapia marca ENRAF-NONIUS©; Sonopuls 591, Miomed 932, Sonopuls 992, Sonopuls 590 y Endomed 582).

Los 18 sujetos fueron distribuidos al azar en 3 grupos: grupo de entrenamiento con electroestimulación muscular mediante Corriente TENS Modificada (CTM, n=6), grupo de entrenamiento con electroestimulación muscular mediante Corriente Rusa (CR, n=6) y grupo Control (TC, n=6), sometido a electroestimulación muscular mediante corriente TENS convencional, considerada en la presente investigación como placebo. Los parámetros para la electroestimulación se muestran en la tabla 2.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el programa computacional SPSS (versión 17.0, SPSS Inc., Chicago, USA). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk y de Levene para determinar la normalidad y homocedasticidad de la muestra, respectivamente. Ya que la muestra no presentó homocedasticidad, para comparar los resultados entre los grupos se utilizó la prueba de Dunnett T3 y Games – Howell. El nivel α de significación estadística se estableció en $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Después de 8 semanas de fortalecimiento muscular por medio de electroestimulación, se aprecia un aumento significativo de la fuerza máxima (31%) de la pierna derecha en el grupo sometido a corriente TENS modulada en relación al pre y post intervención ($p < 0.05$). Los resultados son presentados en la tabla 3.

Se observó una disminución significativa en el grosor del pliegue cutáneo del muslo derecho en el grupo CTM (-21%, $p < 0.05$). Los resultados son presentados en la tabla 3.

Tabla 3

Valores promedios de las evaluaciones iniciales y finales en los tres grupos de las variables estudiadas

	Grupos	Promedio Inicial	Promedio Final
Perímetro de Muslo Derecho (cm)	CTM	51.63	53.50
	CR	49.91	52.06
	TC	51.38	52.53
Perímetro de Muslo Izquierdo (cm)	CTM	51.71	53.33
	CR	49.81	51.92
	TC	50.50	51.58
Grosor Pliegue Subcutáneo de Muslo Derecho (mm)	CTM*	19.00	15.00
	CR	20.16	17.66
	TC	19.33	18.50
Grosor Pliegue Subcutáneo de Muslo Izquierdo (mm)	CTM	19.33	15.16
	CR	20.00	17.33
	TC	20.33	19.00
1RM Pierna Derecha (kg)	CTM*	20.50	26.83
	CR	17.10	22.16
	TC	18.50	19.66
1RM Pierna Izquierda (kg)	CTM	19.66	26.33
	CR	16.83	21.66
	TC	18.50	19.00

* $p \leq 0.05$

CTM: Grupo Corriente TENS Modificada.

CR: Grupo Corriente Rusa.

TC: Grupo Control.

DISCUSIÓN

Ocho semanas con electroestimulación muscular fueron suficientes para el incremento sustancial de la fuerza máxima de los extensores de rodilla de la pierna derecha del grupo CTM. Estos resultados son similares a los obtenidos por otros autores¹⁷.

La electroestimulación muscular se usa como método de entrenamiento^{18,19}, pero no está claro qué técnica de tratamiento pueda ser, por sí sola, de mayor efectividad, como método alternativo de tratamiento²⁰. Esto viene marcado por la disparidad de resultados que reflejan los diversos estudios que se han realizado en esta área^{20,21}.

Los resultados también muestran un cambio significativo en el grosor del pliegue cutáneo del muslo derecho (-21%, $p < 0.05$), mismo segmento que mostró un incremento significativo de su 1RM. Otros autores también han demostrado una reducción en el grosor del pliegue cutáneo adyacente al músculo entrenado²², sin embargo, esta reducción se explicaría por una compresión del tejido adiposo subcutáneo, que secundaría a un incremento de la masa muscular del segmento entrenado²². La electroestimulación muscular, aplicada en forma aislada²⁰⁻²² o en combinación con ejercicios voluntarios^{23,24} ha mostrado ser efectiva para incrementar la fuerza en sujetos saludables, y en aquellos que se recuperan de una cirugía reconstructiva²⁵⁻²⁸.

El aumento de la fuerza muscular que se refleja en las diferentes técnicas de tratamiento de electroestimulación muscular, indica la potencialidad del sistema que es capaz de mejorar la fuerza dinámica concéntrica en movimientos analíticos simples, ya que en los grupos tratados se han conseguido mejoras significativas de aumento de fuerza muscular^{29,30}. Una frecuencia de 50 Hz produciría tetanización de la fibra tipo IIa, mientras que si no se superan los 66 Hz, no se produciría tetanización de la fibra tipo IIb³¹. Diversos autores^{32,33}, utilizando frecuencias de estimulación superiores a 66 Hz, apoyan estos resultados, observando un incremento de fuerza, similar al encontrado en el grupo CTM. Es posible que parte del incremento de fuerza observado en la presente investigación, se explique por un incremento en la masa muscular de los extensores de rodilla, incremento no detectado por la técnica de evaluación utilizada. La compresión del tejido adiposo subcutáneo podría tener relevancia para deportes donde la estética juegue un rol importante en el rendimiento, como el fisicoculturismo u otros similares.

Futuras líneas de investigación podrían determinar los efectos de diferentes métodos de electroestimulación en sujetos no entrenados y con diversas patologías crónicas en las variables de parámetros metabólicos y composición corporal, utilizando una muestra más amplia a la de nuestra investigación.

En conclusión, en el grupo estudiado se observa que la técnica de electroestimulación con corriente TENS modificada fue efectiva para el entrenamiento muscular, por lo que podría ser una técnica adecuada para la ganancia o el aumento de fuerza muscular en población físicamente activa, aunque se debería estudiar con una muestra más elevada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Maffiuletti NA, Cometti G, Amiridis IG, Martin A, Pousson M, Chatard JC. The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *Int J Sports Med.* 2000;21:437-43.
- Stevens-Lapsley JE, Balter JE, Wolfe P, Eckhoff DG, Kohrt WM. Early neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps muscle strength after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2012;92:210-26.
- Caggiano E, Emrey T, Shirley S, Craik RL. Effects of electrical stimulation or voluntary contraction for strengthening the quadriceps femoris muscles in an aged male population. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20:22-8.
- Currier DP, Mann R. Muscular strength development by electrical stimulation in healthy individuals. *Phys Ther.* 1983;63:915-21.
- Deley G, Cometti C, Fatnassi A, Paizis C, Babault N. Effects of combined electromyostimulation and gymnastics training in prepubertal girls. *J Strength Cond Res.* 2011;25:520-6.
- Walls RJ, McHugh G, O'Gorman DJ, Moyna NM, O'Byrne JM. Effects of preoperative neuromuscular electrical stimulation on quadriceps strength and functional recovery in total knee arthroplasty. A pilot study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010;11:119.
- Maffiuletti NA, Bramanti J, Jubeau M, Bizzini M, Deley G, Cometti G. Feasibility and efficacy of progressive electrostimulation strength training for competitive tennis players. *J Strength Cond Res.* 2009;23:677-82.
- Malatesta D, Cattaneo F, Dugnani S, Maffiuletti NA. Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *J Strength Cond Res.* 2003;17:573-9.
- Cometti G. Los métodos modernos de musculación Barcelona: Paidotribo; 1998. p. 293.
- Altenburg TM, de Ruiter CJ, Verdijk PW, van Mechelen W, de Haan A. Vastus lateralis surface and single motor unit electromyography during shortening, lengthening and isometric contractions corrected for mode-dependent differences in force-generating capacity. *Acta Physiol (Oxf).* 2009;196:315-28.
- MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ. Canadian Association of Sport Sciences. Physiological testing of the high-performance athlete: published for the Canadian association of Sport Sciences, 2a ed Champaign. Ill: Human Kinetics Books; 1991. p. 432.
- Sale D, MacDougall D. Specificity in strength training: a review for the coach and athlete. *Can J Appl Sport Sci.* 1981;6:87-92.
- Thorstensson. Muscle strength, fibre types and enzyme activities in man. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1976;443:1-45.
- Karavirta L, Hakkinen A, Sillanpaa E, Garcia-Lopez D, Kauhanen A, Haapa-saari A, et al. Effects of combined endurance and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40-67-year-old men. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21:402-11.
- Norton K, Olds T. *Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health education.* Indian ed New Delhi: CBS; 2006. p. 420.
- Heyward VH. *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio/Vivian H. Heyward.* 5ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2008. p. 425.
- Maffiuletti NA, Dugnani S, Folz M, Di Pierro E, Mauro F. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:1638-44.
- Billot M, Martin A, Paizis C, Cometti C, Babault N. Effects of an electrostimulation training program on strength, jumping, and kicking capacities in soccer players. *J Strength Cond Res.* 2010;24:1407-13.
- Brocherie F, Babault N, Cometti G, Maffiuletti N, Chatard JC. Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:455-60.
- Hainaut K, Duchateau J. Neuromuscular electrical stimulation and voluntary exercise. *Sports Med.* 1992;14:100-13.
- Bampouras TM, Reeves ND, Baltzopoulos V, Jones DA, Maganaris CN. Is maximum stimulation intensity required in the assessment of muscle activation capacity? *J Electromyogr Kinesiol.* 2012;22:873-7.
- Kostek MA, Pescatello LS, Seip RL, Angelopoulos TJ, Clarkson PM, Gordon PM, et al. Subcutaneous fat alterations resulting from an upper-body resistance training program. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1177-85.
- Laughman RK, Youdas JW, Garrett TR, Chao EY. Strength changes in the normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. *Phys Ther.* 1983;63:494-9.
- Wolf SL, Ariel GB, Saar D, Penny MA, Railey P. The effect of muscle stimulation during resistive training on performance parameters. *Am J Sports Med.* 1986;14:18-23.
- Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey SL, Stralka SW. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77:1166-73.
- Snyder-Mackler L, Ladin Z, Schepsis AA, Young JC. Electrical stimulation of the thigh muscles after reconstruction of the anterior cruciate ligament. Effects of electrically elicited contraction of the quadriceps femoris and hamstring muscles on gait and on strength of the thigh muscles. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:1025-36.
- Wigerstad-Lossing I, Grimby G, Jonsson T, Morelli B, Peterson L, Renstrom P. Effects of electrical muscle stimulation combined with voluntary contractions after knee ligament surgery. *Med Sci Sports Exerc.* 1988;20:93-8.
- Wright RW, Preston E, Fleming BC, Amendola A, Andrish JT, Bergfeld JA, et al. ACL Reconstruction Rehabilitation: A Systematic Review Part II. *J Knee Surg.* 2008;21:225-34.
- Portmann M, Montpetit R. Effets de l'entraînement par électrostimulation isométrique et dynamique sur la force de contraction musculaire. *Sci Sports.* 1991;6:193-203.
- Colson S, Martin A, Van Hoecke J. Re-examination of training effects by electrostimulation in the human elbow musculoskeletal system. *Int J Sports Med.* 2000;21:281-8.
- Sinacore DR, Delitto A, King DS, Rose SJ. Type II fiber activation with electrical stimulation: a preliminary report. *Phys Ther.* 1990;70:416-22.
- Martin L, Cometti G, Pousson M, Morlon B. Effect of electrical stimulation training on the contractile characteristics of the triceps surae muscle. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1993;67:457-61.
- Snyder-Mackler L, Delitto A, Stralka SW, Bailey SL. Use of electrical stimulation to enhance recovery of quadriceps femoris muscle force production in patients following anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther.* 1994;74:901-7.



ELSEVIER

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

www.elsevier.es/ramd



Original article

Workload and cortisol levels in helicopter combat pilots during simulated flights

A. García-Mas^a, E. Ortega^b, J. Ponseti^{c,*}, C. de Teresa^d, D. Cárdenas^e^a Psychology Faculty, Universitat de les Illes Balears (UIB), Cra. Valldemossa, km. 7.5, 07122 Palma de Mallorca, Illes Balears, Spain^b Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Murcia, Spain^c Department of Pedagogy, Physical Education and Sports, Universitat de les Illes Balears (UIB), Spain^d Andalusian Center of Sports Medicine, Ministry of Tourism and Sports, Regional Government of Andalusia, Spain^e Department of Physical Education and Sport, Faculty of Sport Sciences, University of Granada, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 4 November 2015

Accepted 4 December 2015

Keywords:

Workload
Anxiety
Cortisol
Simulated flights
Combat helicopters
Pilots

ABSTRACT

Objective: Examine and compare the cortisol levels before and after a simulated flight related to workload in experienced helicopter combat pilots, searching for physiological levels of anxiety.

Method: 15 volunteer Spanish Army helicopter combat pilots (36.83 ± 8.04 years) were studied before and after a simulated flight (eight new tasks). Salivary cortisol was measured by DRG salivary cortisol ELISA, and we studied workload using the NASA-TLX.

Results: The differences in the mean values of cortisol level before (5.33 ± 1.55) and after the task at the flight simulator (4.47 ± 0.73) are statistically significant ($t_{14} = 3.301$; $p = .005$) with a high effect size ($d = 0.75$). Similar significant differences were also found ($t_{14} = 3.301$; $p = .005$) between the workload before (19.76 ± 10.54), and after the task (24.82 ± 10.42 ; medium effect size $d = -0.48$). No significant relationships were found between the cortisol levels and the workload.

Conclusions: Cortisol levels in saliva and workload are the usual in stress situations, and change inversely: workload increases at the end of the task, whereas the cortisol levels decrease after the simulated flight. The somatic anxiety decreases as the task is done. In contrast, when the pilots are faced with new and demanding tasks, even if they fly this type of helicopter in different conditions, the workload increases toward the end of the task. From an applied point of view, these findings should impact the tactical, physical and mental training of such pilots.

© 2015 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/>).

Carga mental y niveles de cortisol en pilotos de helicóptero de combate en vuelos simulados

RESUMEN

Objetivo: Examinar y comparar los niveles de cortisol antes y después de un vuelo simulado en relación con la carga de trabajo de pilotos de helicópteros con experiencia de combate, en busca de niveles fisiológicos de la ansiedad.

Método: Se estudió a 15 pilotos de helicópteros voluntarios del Ejército Español (36.83 ± 8.04 años) antes y después de un vuelo simulado compuesto por 8 tareas nuevas. El cortisol salival se midió por DRG Cortisol ELISA y la carga de trabajo con el NASA-TLX.

Resultados: Las diferencias entre los valores medios de nivel de cortisol antes (5.33 ± 1.55) y después de la tarea en el simulador de vuelo (4.47 ± 0.73) son estadísticamente significativas ($t_{14} = 3.301$; $p = 0.005$; elevado tamaño de efecto, $d = 0.75$), así como ($t_{14} = 3.301$; $p = 0.005$) entre la carga de trabajo antes (19.76 ± 10.54) y después de la tarea (24.82 ± 10.42 ; tamaño de efecto medio, $d = -0.48$). No hubo relaciones significativas entre los niveles de cortisol y la carga de trabajo.

Palabras clave:

Carga de trabajo
Ansiedad
Cortisol
Vuelos simulados
Helicópteros de combate
Pilotos

* Corresponding author.

E-mail address: xponseti@uib.es (J. Ponseti).

Conclusiones: Los niveles de cortisol en saliva y la carga de trabajo son habituales en situaciones de estrés, y cambian inversamente: la carga de trabajo aumenta al final de la tarea, mientras que los niveles de cortisol —y de ansiedad somática— disminuyen después del vuelo simulado. En cambio, frente a tareas nuevas y exigentes, la carga de trabajo aumenta al final. Estos hallazgos deberían afectar la planificación del entrenamiento táctico, físico y mental de estos pilotos.

© 2015 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/>).

Carga de trabalho e níveis de cortisol em pilotos de helicópteros de combate durante voos simulados

R E S U M O

Palavras-chave:

Carga de trabalho
Ansiedade
Cortisol
Voos simulados
Helicópteros de combate
Pilotos

Objetivo: Examinar e comparar os níveis de cortisol antes e depois de voo simulado em relação a carga de trabalho de experientes pilotos de helicóptero de combate, procurando por níveis fisiológicos de ansiedade.

Métodos: 15 voluntários pilotos de helicópteros de combate do exército espanhol (36.83 ± 8.04 años) foram estudados antes e depois de um voo simulado (8 novas tarefas). Cortisol salivar foi mensurado por DRG Cortisol salivar ELISA, e foi estudado a carga de trabalho usando o NASA-TLX.

Resultados: As diferenças nos valores médios dos níveis de cortisol antes (5.33 ± 1.55) e depois da tarefa no simulador de voo (4.47 ± 0.73) foram estatisticamente significantes ($t_{14} = 3.301$; $p = .005$) com o tamanho do efeito ($d = 0.75$). Diferenças significantes similares também foram encontradas ($t_{14} = 3.301$; $p = .005$) entre a carga de trabalho antes (19.76 ± 10.54), e depois da tarefa (24.82 ± 10.42); tamanho do efeito médio ($d = -0.48$). Nenhuma relação significativa foi encontrada entre os níveis de cortisol e a carga de trabalho.

Conclusão: Níveis de cortisol na saliva e carga de trabalho são comuns em situações de estresse, e mudam inversamente: a carga de trabalho aumenta ao final da tarefa, enquanto o nível de cortisol diminui depois do voo simulado. A ansiedade somática diminui quando a tarefa acaba. Em contraste, quando os pilotos enfrentam uma nova e exigente tarefa, mesmo que eles voem no mesmo tipo de helicóptero em diferentes situações, a carga de trabalho aumenta em direção ao final da tarefa. Para um ponto de vista aplicável, os achados devem impactar o treinamento tático, físico e mental destes pilotos.

© 2015 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introduction

It has been well known that the cortisol levels are related with anxiety and anger in performance situations.¹ Globally, it has been demonstrated preferentially in athletes,²⁻⁵ although there are other demanding performance settings.

Military combat helicopter pilots have a great physical and mental demanding tasks, forcing them to undergo high training loads and long-duration flights.⁶

Mental effort is tightly related to *cognitive workload*, and this to the amount of information and the level of processing that information demands. Or, in other words, cognitively loading tasks are those requiring managing and operating with large amounts of information in a non-automatic way as piloting an aircraft. In addition, mental workload has emotional correlations. In general, the effort associated to mental workload is hedonically negative, and increases general arousal. Indirectly, load makes tasks subjectively more difficult, and elicits more errors, which can imply more frustration and a lesser sense of self-efficiency.⁷⁻⁹

The anxiety reaction is an emotional state characterized by high activation levels of the autonomic nervous system, stress, worry that can alter attentional processes and other cognitive functions.¹⁰ These responses depend critically on the subject's perception of a situation as challenging, potentially dangerous, or harmful.

Somatic anxiety is the direct result of increased physiological arousal, showing several bodily signs.⁸

Psychological manifestations such as fear, panic, alarm, restlessness, apprehension, obsessions, and attentional changes, or intrusive thoughts⁹ make up cognitive anxiety, which in turn is split into two components: preoccupation or worry regarding the

consequences associated with a poor performance and lack of attention, which prevents clear thinking during the task.^{11,12}

Both types of anxiety can be modulated by their interpretation by individuals, who even may believe them to be beneficial to his performance,¹³ indeed developing a sense of "excitation",¹⁴ which does not interfere negatively with their performance.

However, it is known that the directional component of anxiety depends on various factors, such as the preceding temporal patterns of response to the anxiety, or the type of task.¹⁵

Considering these antecedents, the objective of this study is to examine and compare the cortisol levels before and after an helicopter simulated flight which includes a complex set of tasks, related to the perceived workload levels in experienced combat pilots, in order to determine the physiological levels of task related anxiety.

Method

Subjects

15 volunteer military helicopter combat pilots (14 men and 1 woman) from the base in Almagro, Ciudad Real (Spain), with a mean age between 25 and 52 years ($M = 36.83$; $SD = 8.04$), took part in this study (see Table 1, where personal and professional data are explained). This sample means the whole population certified for to flight in the Spanish solely combat helicopter type ("Tigre"). The academic training and military rank were diverse, between the foreman and the lieutenant colonel. In order to take part in the experiment, participants were required to maintain a regular sleep-wake cycle for at least one day before the study and to

Table 1

Descriptive statistics: height, body mass (Bm), age, body fat (BF), body mass index (BMI) and flight hours in Tigre helicopter (FHTI).

Subject	Height (cm)	Bm (kg)	Age (years)	BF (%)	BMI (kg m ⁻²)	FHTI
1	180.50	81.20	48	22.50	24.90	3211.50
2	180.00	86.00	36	20.70	26.40	2060.80
3	170.00	95.50	52	25.00	33.00	4562.20
4	170.50	66.00	41	19.20	22.70	4562.20
5	173.50	79.30	45	19.80	26.30	3021.00
6	173.00	71.40	37	24.30	23.90	2398.30
7	184.50	88.50	33	30.20	26.00	904.50
8	182.50	84.50	43	24.00	25.40	2673.70
9	178.00	86.80	34	30.30	27.40	1399.20
10	184.00	101.20	46	26.00	29.90	2378.80
11	179.00	82.70	33	26.80	25.80	1372.30
12	175.00	78.50	36	26.00	25.60	1533.10
13	167.00	62.50	37	18.20	22.40	1863.30
14	185.50	90.90	31	23.10	26.40	545.20
15	183.50	83.80	34	22.80	24.90	389.70
M	175.77	82.59	39.07	23.93	26.07	2191.72

abstain from stimulating beverages or any intense physical activity for the day of the experiment. Once in the simulator, none of them reported having had any stimulating beverage or exercise session, and they all reported a regular sleep the night before (6.0–8.5 h; $M = 7.6$; $SD = 0.8$). None of the participants smoked, and all of them reported normal hearing and normal or corrected-to-normal vision.

The experiment reported in this paper was conducted according to the ethical requirements of the local committee and complied with the ethical standards laid down in the 1964 Declaration of Helsinki. Before the beginning of the experimental session the participants read and signed an informed consent statement. They were informed about their right to leave the experiment at any time. All participants' data were analyzed and reported anonymously.

The Ethics Committee in Human Research of the University of Granada, issued a favorable report for the study.

Experimental procedures

Salivary cortisol and subjective workload were measured to pilots before and after performing a simulated flight with eight different tasks. The first and the last ones consisted of traffic and recognition flight of the work area, around the military base, and a return flight respectively, so the difficulty level must be considered medium. During the other six tasks pilots were demanded to solve different special problems according to their current training program, representing diverse cognitive and psychomotor complexity. Tasks order was randomized among pilots.

Neither before nor during the flight in the simulator, pilots were informed nor about the task to be performed nor they obtained feedback about the best maneuvers to solve them, in order to increase the workload by means of a higher cognitive uncertainty.

Each flight task started with take off and finished with landing. After that, the instructor gave the pilots general instructions for the next task, without any feedback about the past flight.

The duration mean of the eight flight tasks were 9 min 4 s, 5 min 3 s, 5 min 23 s, 5 min 8 s, 5 min 31 s, 4 min 16 s, 4 min 10 s, and 9 min 9 s, respectively.

In order to make the cortisol analysis, pilots were required to avoid eating, drinking, chewing gums or brushing teeth for 30 min before sampling. Saliva samples were collected at the beginning of each session (without stimulation, by spitting directly into a plastic tube), and immediately following completion of the last task of the simulated flight. Samples were obtained for all the subjects who participated in the study. Salivary cortisol has been shown to have a

circadian rhythm.¹³ To avoid any confounding effects due to variations in circadian rhythm all testing sessions were performed at the same time of day between 8 a.m. and 11 a.m. Samples were stored at -20°C until analyzed. Salivary cortisol levels were determined by using commercial enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) kits (salivary cortisol ELISA, SLV-2930, DRG Instruments GmbH, Germany) with a sensitivity of 1.482 nmol/l, intra-assay variation of 1.80% ($M = 35.29 \pm 0.63$ nmol/l) and interassay variation of 7.47% ($M = 67.02 \pm 4.99$ nmol/l). The range of the assay is between 0 and 220.72 nmol/l.

In order to measure mental workload the NASA-TLX^{16,17} questionnaire was used. Participants received the necessary instructions to complete it before the beginning of the first simulated flight task in a close room and isolated from external noise.

The NASA-TLX provides an overall workload score (from 0 to 100 points) based on a weighted average of ratings on six dimensions: mental demands, physical demands, temporal demands, own performance, effort, and frustration.

Participants were instructed to rate each dimension on a visual analogical scale (from 0 to 100 points). NASA-TLX obtained a reliability alpha index of 0.917.

Statistical analysis

After analyzing the nature of the data, Student's *t* test for paired samples was used, with a significance level of $p < 0.05$. To calculate the effect size, Cohen's *d* was used. The Pearson correlation coefficient was used to analyze the relationship between the two continuous variables. In order to do that, the SPSS v.21 (SPSS Inc., Chicago, IL) statistical program was used.

Results

Table 2 shows the values of cortisol and NASA-TLX, measured before and after the test in the simulator, for each one of the helicopters pilots, with average and SD values added.

There are statistically significant differences ($t_{14} = 3.301$; $p = 0.005$) between the mean values obtained of cortisol levels before the task at the flight simulator (5.33 ± 1.55), compared with those obtained at the end of the test (4.47 ± 0.73), with a high value of effect size ($d = 0.75$).

Statistically significant differences were also found ($t_{14} = -3.374$; $p = 0.005$) between the mean values of workload obtained with the NASA-TLX before the task at the simulator (19.76 ± 10.54), compared to those obtained at the end of the task (24.82 ± 10.42). These differences showed a medium value of effect size ($d = -0.48$).

No statistically significant relationships ($r = -0.151$) were found when the correlation between the differences (before and after) of cortisol levels and workload was analyzed.

Discussion

First, the raw results of the salivary cortisol are at the average obtained in similar tasks¹ in both conditions, before and after the task, including the expected individual differences among the pilots.

The significant decrease (-0.92 ± 1.07 ; 17.39%; $d = 0.75$) of the salivary cortisol level indicates that the activation of the pilots' autonomic nervous system (ANS) descended as the task was being completed in the simulator, so the somatic component of anxiety associated to the performance was also lower at the end, when compared to the pre-task level. Indeed, it is not possible to state if this emotional feature acts as a facilitator to the correct completion of the task.^{14,18}

Table 2

Cortisol and NASA-TLX descriptive values before and after the flight simulator tasks.

Subject	Cortisol**			NASA-TLX		
	Pre	Post	Change	Pre	Post	Change
1	4.03	3.75	-0.28	18.30	13.30	-5.00
2	4.84	4.38	-0.46	10.80	22.50	11.70
3	4.82	4.20	-0.62	30.80	28.30	-2.50
4	5.33	3.39	-1.94	22.50	40.80	18.30
5	8.86	5.10	-3.76	20.80	21.70	0.90
6	4.69	4.43	-0.26	10.80	13.30	2.50
7	5.54	5.06	-0.48	10.80	17.50	6.70
8	7.43	5.31	-2.12	7.50	14.20	6.70
9	5.50	4.96	-0.54	17.50	25.80	8.30
10	8.16	6.24	-1.92	43.30	46.70	3.40
11	4.72	4.09	-0.63	15.80	20.80	5.00
12	3.79	4.15	0.36	36.70	35.80	-0.90
13	3.76	3.90	0.14	13.30	18.30	5.00
14	5.06	4.25	-0.81	10.80	18.30	7.50
15	4.31	3.90	-0.41	26.70	35.00	8.30
<i>M ± SD</i>	5.39 ± 1.55	4.47 ± 0.73*	-0.92 ± 1.07	19.76 ± 10.54	24.82 ± 10.42*	5.06 ± 5.81

* Significant at $p = 0.005$.

** Cortisol values in nanomol/l.

Results show that the perceived mental workload increases at the end of the task performed in the flight simulator, which were designed as a new task for the pilots. This finding indicates that the effect of habituation⁷ it does not occur in this case, but the uncertainty of the new cognitive tasks, the lack of continuous feedback, their perception of physical load and/or the associated fatigue while still not being in the recovery phase, have an incremental effect on the pilot's workload.⁶

While some studies have found a relationship between the perceived workload and the cortisol level among other similar physiological measures of the ANS activation,¹⁹⁻²¹ in this study these two variables are disconnected. In addition, changes that occur in them are in reverse, as long as the perceived mental load increases, the level of cortisol in saliva decreases at the end of the task.

Therefore, it is possible to infer the level of workload via the somatic components of anxiety, such as the level of salivary cortisol.

Somewhat surprising, this amount of perceived workload has not been found in other fields of human performance such as elite sport.²² However, it should be analyzed carefully to determine the composition and weight of the different dissociative and associative components that appear both during the task and in the recovery period.⁷

Also, after these results, we realize the need for to have an objective system for monitoring the perceived mental workload by pilots – before, during and after a task – more accurate and reliable than the behavioral observation of “nervousness” (mainly based on the apparent changes associated with the activation of ANS) which can lead to an incorrect interpretation of the mental effect of the task on the pilots.

As a general conclusion, we can say that while pilots perceived an increasing physical and mental workload as they are working in the simulator, the anxiety associated with the task decreases. Therefore, they can be seen as unrelated events, opposed to the common belief about the impact of the performance anxiety on cognitively complex tasks combined with physical load.

These results should have an impact on the design of the pilots' physical, tactical and mental training as well on the pre-flight anxiety detection systems.

This study has limitations regarding to the small number of participants (they are the only certified pilots in this helicopter model in Spain), and the use of simulated flights, due to the impossibility of study out in real flights.

Due in part to these limitations, future studies have to determine if the cognitive anxiety is due to the worries or concerns associated with the task, or if it is a source for some lack of focus, since the anxiety mode has a direct impact on the pilots' performance when it is objectively assessed. Also, the pilot's perception of fatigue and recovery after the accomplishment of the task should be analyzed in terms of its relationship with the global workload.

Financial support

Grants DEP2013-48211-R from the Ministerio de Economía y Competitividad, Spain, and grant PIN 11 from CEMIX (Centro Mixto UGR-MADOC, Spain).

Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Acknowledgements

The authors deeply thank the collaboration of the pilots of BHELA-1, their commanders, specially Lieutenant-Colonel Santiago Juan Fenández Ortiz-Repiso and commander Alberto José Cherino Muñoz, and the CEMIX (Centro Mixto UGR-MADOC, Army of Spain).

References

- Cevada T, Vasues PE, Moraes H, Deslandes A. Salivary cortisol levels in athletes and nonathletes: a systematic review. *Horm Metab Res.* 2014;46:905-10.
- Vaamonde D, Da Silva-Grigolotto M, Fernandez JM, Algar-Santacruz C, García-Manso J. Findings on sperm alterations and DNA fragmentation, nutritional, hormonal and antioxidant status in an elite triathlete. *Case Report. Rev Andal Med Deporte.* 2014;7:143-8.
- Doan BK, Newton RU, Kraemer WJ, Kwon YH, Scheet TP. Salivary cortisol, testosterone, and T/C ratio responses during a 36-hole golf competition. *Int J Sports Med.* 2007;28:470-9.
- Filaire E, Sagnol M, Ferrand C, Maso F, Lac G. Psychophysiological stress in judo athletes during competitions. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41:263-8.
- Filaire E, Alix D, Ferrand C, Verger M. Psychophysiological stress in tennis players during the first single match of a tournament. *Psychoneuroendocrinology.* 2009;34:150-7.
- Watson AR, Ntuen C, Park E. Effects of task difficulty on pilot workload. *Comput Ind Eng.* 1996;31:487-90.
- Cárdenas D, Conde-González J, Perales JC. El papel de la carga mental en la planificación del entrenamiento deportivo [The role of mental workload in sport training planning]. *Rev Psicol Deporte.* 2015;24:91-100.

8. Baumeister RF, Vohs KD, Tice DM. The strength model of self control. *Curr Dir Psychol Sci.* 2007;16:351-5.
9. Wallace RM, Baumeister RF. The effect of success versus failure feedback on further self-control. *Self Identity.* 2002;1:35-41.
10. Cervantes JL, Rodas G, Capdevila L. Perfil psicofisiológico de rendimiento en nadadores basado en la variabilidad de la frecuencia cardíaca y en estados de ansiedad precompetitiva [Psychophysiological performance profile based on the cardiac frequency variability and the pre-competitive anxiety states]. *Rev Psicol Deporte.* 2009;18:37-52.
11. Grossbard J, Smith R, Smoll F, Cumming S. Competitive anxiety in young athletes: differentiating somatic anxiety, worry, and concentration disruption. *Anxiety Stress Coping.* 2009;22:153-66.
12. Klay P. *Redeployment.* New York: Plenum; 2013.
13. Montero C, Moreno-Murcia J, González I, Pulido J, Cervelló Gimeno E. Ansiedad estado precompetitiva en judocas [Pre-competitive state anxiety in Judo athletes]. *Rev Artes Marciales Asiáticas.* 2012;7:26.
14. Brooks A. Get excited: reappraising pre-performance anxiety as excitement. *J Exp Psychol Gen.* 2014;143:1144-58.
15. Hanton S, Jones G, Mullen R. Intensity and direction of competitive state anxiety as interpreted by rugby players and rifle shooters. *Percept Mot Skills.* 2000;90:513-21.
16. Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (task load index): results of empirical and theoretical research. In: Hancock PA, Meshkati N, editors. *Human mental workload.* Amsterdam: Elsevier Science; 1988. p. 139-83.
17. de Arquer I, Nogareda C. NTP 544: estimación de la carga mental del trabajo: el Método NASA-TLX. Madrid: Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social del Gobierno de España; 2000.
18. Meglino BM. Stress and performance. Are they always incompatible? *Superv Manag.* 1977;22:2-12.
19. Veltman JA, Gaillard AW. Physiological indices of workload in a simulated flight task. *Biol Psychol.* 1996;42:323-42.
20. Veltman JA. A comparative study of psychophysiological reactions during simulator and real flight. *Int J Aviat Psychol.* 2002;12:33-48.
21. Sauvet F, Jouanin JC, Langrume C, Van Beers P, Papelier Y, Dussault C. Heart rate variability in novice pilots during and after a multi-leg cross-country flight. *Aviat Space Environ Med.* 2009;80:862-9.
22. Melna C, Cascino N. A multidisciplinary approach of workload assessment in real-job situations: investigation in the field of aerospace activities. *Front Psychol.* 2014;5:964.



ELSEVIER

Revista Andaluza de
Medicina del Deporte

www.elsevier.es/ramd



Original article

Student and parental perception about physical activity in children and adolescents



J.P.A. Greca^{a,b,c,*}, G.A. Arruda^{a,b,c}, D.C. Coledam^{a,b,c}, R. Pires Junior^{a,b,c}, M. Teixeira^{a,b,c}, A.R. Oliveira^{a,b,c}

^a Universidade Estadual de Londrina UEL, Londrina, PR, Brazil

^b Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEL-UEM, Londrina, PR, Brazil

^c Grupo de Estudo e Pesquisa em Atividade Física e Saúde – GEPAFIS, Londrina, PR, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 October 2013

Accepted 20 May 2015

Keywords:

Health

Sedentary lifestyle

Adolescent

ABSTRACT

Introduction: This study aimed to investigate the association between physical activity levels of children and adolescents and the perception of their parents or guardians regarding physical activity of their children.

Method: A total of 306 subjects, aged eight to eighteen years, living in a city in southern Brazil, participated in the study. The physical activity of schoolchildren was measured using the Physical Activity Questionnaire for Children. The Chi-squared test examined possible associations between the independent and dependent variables. Poisson regression was used to calculate the prevalence ratio and confidence intervals of 95%.

Results: The prevalence of schoolchildren who were insufficiently physically active was 86.6%. The incidence of physically active schoolchildren was lower in females. Both the children who perceived themselves as more physically active than their peers and those with guardians who perceived them as active, were more active.

Conclusions: Intervention programs to promote physical activity in schoolchildren should consider the perception of the schoolchildren and their parents.

© 2015 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/>).

Percepción de estudiantes y de los padres acerca de la actividad física habitual en niños y adolescentes

RESUMEN

Introducción: Este estudio tuvo como objetivo investigar la asociación entre los niveles de actividad física de niños y adolescentes y la percepción de sus padres o tutores sobre la actividad física de sus hijos.

Método: Un total de 306 sujetos, entre ocho y dieciocho años, del sur de Brasil, participaron en el estudio. La actividad física de los escolares se midió a través del Cuestionario de Actividad Física para Niños. La prueba de Chi-cuadrado examinó las posibles asociaciones entre las variables independientes y dependientes. La regresión de Poisson fue utilizada para calcular la razón de prevalencia e intervalos de confianza de 95%.

Resultados: La prevalencia de los escolares que estaban insuficientemente físicamente activos fue del 86.6%. La incidencia en de los escolares físicamente activos fue menor en las mujeres. Tanto los niños que

Palabras clave:

Salud

Estilo de vida sedentario

Adolescente

* Corresponding author.

E-mail address: joaogreca@hotmail.com (J.P.A. Greca).

perciben a sí mismos como más activos físicamente que sus compañeros y los que tienen los padres que los perciben como activos, fueron más activos.

Conclusiones: Los programas de intervención para promover la actividad física en escolares deben considerar la percepción de los alumnos y sus padres.

© 2015 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/>).

Percepção dos estudantes e pais sobre atividade física em crianças e adolescentes

R E S U M O

Palavras-chave:

Saúde
Estilo de vida sedentário
Adolescente

Introdução: Este estudo teve como objetivo investigar a associação entre níveis de atividade física de crianças e adolescentes e a percepção de seus pais ou responsáveis quanto à atividade física dos seus filhos.

Método: Participaram do estudo um total de 306 indivíduos, com idades entre 8 e 18 anos, de uma cidade do sul do Brasil. A atividade física dos escolares foi mensurada por meio do Questionário de Atividade Física para Crianças. O teste do qui-quadrado analisou as possíveis associações entre as variáveis independentes e dependentes. A regressão de Poisson foi utilizada para calcular a razão de prevalência com um intervalo de confiança de 95%.

Resultados: A prevalência de escolares insuficientemente ativos fisicamente foi de 86.6%. A ocorrência de escolares fisicamente ativos foi menor em garotas. Tanto as crianças que se perceberam como mais ativas fisicamente do que os seus colegas, quanto aquelas com pais que as perceberam como ativas, eram mais ativas.

Conclusão: Programas de intervenção para promover a atividade física em escolares devem considerar a percepção dos alunos e seus pais.

© 2015 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introduction

The current literature presents that practicing the recommended levels of physical activity is beneficial to muscular fitness, to individuals with diabetes mellitus and for cardiovascular health¹ and individuals who practice more physical activity seem to be less prone to cardiovascular risks and many other diseases that might lead to disability or death.^{1,2} Practicing physical activity at the school age is imperative, because it is a factor that contributes to increased physical activity in adulthood,³ and parents or guardians might have an important role on their children's physical activity.^{4–8}

In Brazil, high levels of physical inactivity in children and adolescents were reported in the southern⁹ and other regions.¹⁰ Due to this, different types of interventions have been presented and suggested^{11,12} in the literature and urgent strategies should aim to increase levels of activity in youth. Social support represents a type of functional interaction between parents and children,¹³ and the knowledge of parents or guardians about their children's behavior regarding the practice of physical activity seems to play an important role in the active behavior of children.^{14–17}

Previous Brazilian studies investigating children and adolescents influences and determinants for enhancing physical activity practice have focused on school-based programs, socioeconomic variables or neighborhood conditions.¹⁰ There is a lack of studies presenting information regarding parental influences on physical activity levels of their children. The way parents perceive their children's physical activity might encourage them to motivate their children to be more active or make them negligent in this matter, and these mechanisms should be investigated.⁸

Understanding and monitoring these mechanisms, especially the perception of parents and children about their physical activity, will contribute to the development of intervention programs for physical activity and health promotion in the community

according to recommendations in the current literature,^{11,18} specifically in Brazil.¹² Therefore, the aim of this study was to investigate the association between physical activity levels of children and adolescents and the perception of their parents or guardians regarding physical activity of their children.

Method

This study had a cross-sectional design and followed all guidelines and norms that regulate ethics in research in Brazil. The protocols of this study were approved by the local Ethics Committee on Research. The sample was chosen from one public school based in the town of Londrina, in the south of Brazil, with 2239 students enrolled in that school year and no formula was used for the sample size calculation. There were 306 student participants, consisting of 145 males and 161 females with a mean age of 12.8 (± 1.8) years, and 306 parents or guardians, 72 male and 234 female. Students eligible to compose the sample were enrolled from 3rd grade to 8th grade (9–15 years old).

Physical activity evaluation

The physical activity of students was measured using the Physical Activity Questionnaire for Children (PAQ-C); its administration and scoring are described elsewhere.¹⁸ A translated and then modified version to exclude physical activities not practiced in Brazil¹⁹ was used in this study. In brief, this instrument investigates the amount of moderate and intense physical activity carried out by children in the seven days prior to completing the questionnaire. It is composed of 13 questions about the practice of sports and games, including physical activities at school and during leisure time, including weekends. Each question has a value of 1–5 and the final score is obtained by averaging the responses, ranging from

“very inactive (1)” to “very active (5)”. Scores 2, 3, and 4 represent the categories “fairly inactive”, “neither inactive or active” or “fairly active” respectively (see Corder et al., 2010).²⁰ Therefore, from the final score, it was possible to classify individuals as very active or very inactive. Students with scores ≥ 3 were considered active and those with scores < 3 were considered inactive for statistical analysis and comparisons.²⁰ Crocker et al.¹⁸ reported that the PAQ-C has internal consistency values between 0.79 and 0.89, and test–retest reproducibility of between 0.75 and 0.82. The validity was investigated by correlating the scores of the PAQ-C with the results of physical activity compared ($r=0.63$) with the Godin and Shephard physical activity questionnaire ($r=0.41$), and with the Caltrac accelerometer ($r=0.39$).²¹

Parents or guardians' perception about students' physical activity

Analysis of parents' or guardians' perceptions about the student's physical activity was investigated through the following question²⁰: *Compared to other children, how physically active or inactive would you say that your child is?* The answers were on a scale from 1 to 5, with 1 being *very inactive* and 5 *very active*, set as: *very active, apparently active, neither active or inactive, apparently inactive and very inactive*. The observed responses were separated into two groups, “active” (very active, apparently active, not inactive or active) and “inactive” (apparently inactive, and very inactive) for the perception of physical activity.

Students' perception about physical activity

Schoolchildren's perception about their physical activity was assessed through the following question²⁰: *Compared to other friends your age, how active would you say you are? (Choose only one)*. The possible answers were: “much more active,” “more active,” “average,” “less active” and “much less active.” In the same way as those for the perceptions of parents and guardians, the scores for these responses represented values of 1 (much less active) to 5 (much more active). The responses were divided into two groups: active ≥ 3 , consisting of the answers: “much more active”, “more active”, “average” and inactive < 3 , corresponding to the responses “less inactive” and “much less inactive” for the perception of physical activity.

Statistical analysis

The chi-squared test examined the possible associations between variables. Poisson regression was used to construct a model for the observed associations. Therefore, the dependent variable in the chi-squared test, which was associated with the independent variable up to 20% ($P < 0.20$), was included in the model. To analyze the degree of the associations between variables, prevalence ratios and confidence intervals of 95% were used. All cases of significance (P) of less than 5% were considered statistically significant. Analyses were performed on the statistical software SPSS – (Statistical Package for the Social Sciences Inc., Chicago, IL), version 17.0. For the reason of providing robust adjustment of variance, STATA 8.0 (Statistics/Data Analysis, Lakeway Drive, TX) was used.

Results

The results showed that 41 students (13.4%) were classified as active and 265 (86.6%) as inactive. Of this total, 250 (85%) had declared themselves to be physically active and 46 (15%) as inactive. A total of 234 women (76.6%), and 72 men (23.5%) answered the questionnaires. Of these parents or guardians, 285 (93.1%)

Table 1

Association between students' physical activity and parental perception about physical activity ($n = 306$).

Variables	Physical activity		χ^2	P
	Active ^a	Inactive ^b		
Sex				
Girls	14 (8.7%)	147 (91.3%)	5.650	0.017
Boys	27 (18.6%)	118 (81.4%)		
<i>Perception of students about physical activity</i>				
Active	40 (15.4%)	220 (84.6%)	4.795	0.029
Inactive	1 (2.2%)	45 (97.8%)		
<i>Perception of parents or guardians about physical activity</i>				
Active	41 (14.4%)	244 (85.6%)	2.359	0.125
Inactive	0 (0%)	21 (100%)		

^a PAQ-C score ≥ 3 .

^b PAQ-C score < 3 .

Table 2

Results of Poisson regression for the associations with physical activity of students ($n = 306$).

Variable	Category	SE	Physically active	
			PR _{Adjusted} (CI 95%)	P
Sex				
	Boys	0.019	1.00	0.028
	Girls		0.95 (0.92–0.99)	
<i>Students' perception of PA</i>				
	Inactive	0.017	1.00	> 0.001
	Active		1.07 (1.03–1.10)	
<i>Parent or guardian's perception</i>				
	Inactive	0.015	1.00	0.001
	Active		1.05 (1.02–1.08)	

Active: ≥ 3 points in PAQ-C; PA = physical activity; PR = prevalence ratio; SE = standard error; CI 95% = 95% confidence interval.

perceived their children as active, whereas, only 21 (6.9%) perceived them as inactive.

Table 1 shows the association between the physical activity of students, the perceptions of parents or guardians, and the perception of students. A significant association ($\chi^2 = 5.650$; $P = 0.017$) was found when comparing physical activity between genders. 18.6% of males and 8.7% of females were found to be physically active. The students' perception about physical activity was significantly associated with physical activity in school ($\chi^2 = 4.795$; $P = 0.029$), indicating that 15.4% of students who considered themselves active in relation to their colleagues were also classified as active. On the other hand, 2.2% who considered themselves to be inactive were classified as active. All the children perceived by their parents or guardians to be inactive were classified as inactive. However, the association was not statistically significant ($\chi^2 = 2.359$; $P = 0.125$).

Table 2 shows the model for the results of the Poisson regression. Parents or guardians with a greater perception of physical activity about their children had more physically active children.

Discussion

The purpose of this study was to investigate the association between physical activity levels of children and adolescents and the perception of their parents or guardians regarding physical activity of their children. Physical activity levels measured through self-report questionnaires are widely used in the current literature^{10,22} due to the possibility of measuring duration, frequency, intensity or the setting of physical activity. This method for evaluating physical activity was also chosen for the following reasons: (1) the ability to make comparisons between results with other national and international studies; (2) a very good liability and concordance with

motion sensors; (3) the short application time and capacity to be fully supervised by researchers.

Some of the findings in the present study corroborate previous studies. The prevalence of physical activity in this study was higher in boys than in girls and this is in concordance with data presented in current literature.^{5,10,11,23} In the present study, 86.6% of the sample were classified as inactive. This result is in agreement with a study involving children from the northeast region in Brazil, where 93.5% of physical activity was classified as low,¹⁹ and with a recent investigation lead by Hallal et al.,¹¹ where the authors presented an 80.3% prevalence of children and adolescents doing fewer than 60 minutes of moderate to vigorous physical activity per day.

Rivera et al.¹⁰ reported low levels of physical activity and that 60% of students did not have regular physical education classes at school, indicating that these students might attend schools in poorer socioeconomic areas. Economic status might influence the physical activity levels of children and adolescents, a variable that our study did not include. Children and adolescents living in regions with better infrastructure are possibly more active when compared to those living in areas with fewer public improvements, appropriate facilities for practice, or areas with accessibility problems.^{24,25}

The present study adds to the current literature that the perceptions of children and parents about physical activity influences students' physical activity levels. A recent study with children from the southern region of Brazil did not include this variable.²⁶ In our results, students' perceptions about their physical activity were positively associated with their actual physical activity. Corder and Sluijs²⁰ found that 30.9% of children were classified as inactive and 40% overestimated their physical activity levels.

Van Sluijs and Griffin²⁷ reported that people who overestimate their level of physical activity appear to be healthier than people who are aware of their low level of physical activity. Those who overestimated themselves also had a more positive outlook on various psychosocial factors, and were considered less likely to change their physical activity behavior, making the perception a potential factor in promoting physical activity. These findings cannot be generalized for students who wrongly consider themselves active or physically inactive. Perceptions of physical activity should match their real values, so that people can evaluate and modify their behavior in relation to physical activity.

Strategies to promote physical activity in schools should support the way students perceive themselves physically.²⁷ One of the goals is to encourage them to be more physically active, and children and adolescents should have perceptions equal to their level of physical activity. In the present study, students who perceived themselves as more active than their peers were more active than those who considered themselves less active. Similar to these findings, a longitudinal study²⁸ reported that boys perceived themselves as more active than girls, which increased the chances of being active 3.8 times.

An important way that parents or guardians influence the physical activity of students is by providing them with proper support.²⁹ This involves aspects such as the purchase of materials for sports or watching the child in physical activity, as well as presenting incentives and teaching about the benefits of physical activity.¹³ This shows the importance of parents being strongly aware about their child's physical activity practice. This influence is stronger during the first years of infancy.⁶ During this period of human development, parents provide valuable support by way of example and conversation, while the child is more susceptible to behavior that will be incorporated into their own behavior and personality.

These results provide information that can justify the importance of physical activity in families, not just children and adolescents. Longitudinal studies working with these variables could deliver information about different periods of youth and its relation with physical activity. This study has limitations, which

need to be described and considered when analyzing its results; firstly, the sample size is not representative of the child and adolescent population of the town where it took place; secondly, although the self-report method for physical activity evaluation is widely used, this method is not better than motion sensors already used elsewhere in a similar study.²⁰ Finally, the literature suggests that socioeconomic variables might influence physical activity in children and adolescents, and this information was not investigated in this study.

In conclusion, boys were more physically active than girls in this sample. The results found in this study suggest that the way parents perceive their children and the students perceive themselves might influence their physical activity levels. The Poisson regression results showed that children and adolescents perceiving themselves as physically inactive might be another barrier, maybe the first, which intervention programs need to include in order to help children and adolescents to become more active.

Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Acknowledgements

The author J.P.A.G would like to thank CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil) for the scholarship.

References

- Warburton DER, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*. 2006;174:801–9.
- Paffenbarger RS Jr, Kampert JB, Lee IM, Hyde RT, Leung RW, Wing AL. Changes in physical activity and other lifeway patterns influencing longevity. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26:857–65.
- Azevedo MR, Araújo CL, Cozzensa da Silva M, Hallal PC. Tracking of physical activity from adolescence to adulthood: a population-based study. *Rev Saúde Publica*. 2007;41:69–75.
- Fernandes RA, Christofaro DG, Milanez VF, Casonatto J, Cardoso JR, Ronque ERV, et al. Atividade física: prevalência, fatores relacionados e associação entre pais e filhos. *Rev Paul Pediatr*. 2011;29:54–9.
- Kirby J, Levin KA, Inchley J. Parental and peer influences on physical activity among Scottish adolescents: a longitudinal study. *J Phys Act Health*. 2011;8:785–93.
- Alderman BL, Benham-Deal TB, Jenkins JM. Change in parental influence on children's physical activity over time. *J Phys Act Health*. 2010;7:60–7.
- Lemos N, Nakamura PM, Grisi RNF, Kokubun E. Associação entre nível de atividade física de lazer dos pais com o nível de atividade física dos filhos. *Rev Bras Ativ Fis Saúde*. 2010;15:95–100.
- Gustafson SL, Rhodes RE. Parental correlates of physical activity in children and early adolescents. *Sports Med*. 2006;36:79–97.
- Guilherme FR, Molena-Fernandes CA, Guilherme VR, Fávero MT, Reis EJ, Rinaldi W. Physical inactivity and anthropometric measures in school children from Paranavaí, Paraná, Brazil. *Rev Paul Pediatr*. 2015;33:50–5.
- Rivera IR, Silva MA, Silva RD, Oliveira BA, Carvalho AC. Physical inactivity, TV-watching hours and body composition in children and adolescents. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95:159–65.
- Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*. 2012;380:247–57.
- Bastos JP, Araujo CL, Hallal PC. Prevalence of insufficient physical activity and associated factors in Brazilian adolescents. *J Phys Act Health*. 2008;5:777–94.
- Beets MW, Cardinal BJ, Alderman BL. Parental social support and the physical activity-related behaviors of youth: a review. *Health Educ Behav*. 2010;37:621–44.
- Barros SSH, Lopes AS, Barros MVG. Prevalência de baixo nível de atividade física em crianças pré-escolares. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2012;14:390–400.
- Salmon J, Booth ML, Phongsavan P, Murphy N, Timperio A. Promoting physical activity participation among children and adolescents. *Epidemiol Rev*. 2007;29:144–59.
- Van Sluijs EMF, McMinn A, Griffin SJ. Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *Br J Sports Med*. 2008;42:653–7.
- Trost SG, Kerr LM, Ward DS, Pate RR. Physical activity and determinants physical activity in obese and non-obese children. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001;25:822–9.

18. Crocker PR, Bailey DA, Faulkner RA, Kowalski KC, McGrath R. Measuring general levels of physical activity: preliminary evidence for the physical activity questionnaire for older children. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29:1344-9.
19. Silva RCR, Malina RM. Nível de atividade física em adolescentes do Município de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica.* 2000;16:1091-7.
20. Corder K, van Sluijs EM, McMinn AM, Ekelund U, Cassidy A, Griffin SJ. Perception versus reality: awareness of physical activity levels of British children. *Am J Prev Med.* 2010;38:1-8.
21. Kowalski KC, Crocker PRE, Faulker RA. Validation of the physical activity questionnaire for older children. *Pediatr Exerc Sci.* 1997;9:174-86.
22. Bervoets L, Van Noten C, Van Roosbroeck S, Hansen D, Van Hoorenbeeck K, Verheyen E, et al. Reliability and Validity of the Dutch Physical Activity Questionnaires for Children (PAQ-C) and Adolescents (PAQ-A). *Arch Public Health.* 2014;72:47.
23. Escalante Y, Backx K. Relación entre actividad física diaria, actividad física en el patio escolar, edad y sexo en escolares de educación primaria. *Rev Esp Salud Publica.* 2011;85:481-9.
24. Umstattd Meyer MR, Walsh SM, Sharkey JR, Morgan GB, Nalty CC. Physical and social environmental characteristics of physical activity for Mexican-origin children: examining differences between school year and summer perceptions. *BMC Public Health.* 2014;14:958.
25. D'Haese S, Van Dyck D, De Bourdeaudhuij I, Deforche B, Cardon G. The association between objective walkability, neighborhood socio-economic status, and physical activity in Belgian children. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2014;11:104.
26. Bielemann RM, Xavier MO, Gigante DP. Preference for behavior conducive to physical activity and physical activity levels of children from a southern Brazil city. *Cien Saude Colet.* 2014;19:2287-96.
27. Van Sluijs EMF, Griffin SJ, van Poppel MN. A cross-sectional study of awareness of physical activity: associations with personal, behavioral and psychosocial factors. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2007;4:53.
28. Inchley J, Kirby J, Currie C. Longitudinal changes in physical self-perceptions and associations with physical activity during adolescence. *Pediatr Exerc Sci.* 2011;23:237-49.
29. Dowda M, Pfeiffer KA, Brown WH, Mitchell JA, Byun W, Pate RR. Parental and environmental correlates of physical activity of children attending preschool. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2011;165:939-44.



ELSEVIER

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

www.elsevier.es/ramd



Original

Aerobic fitness in adolescents in southern Brazil: Association with sociodemographic aspects, lifestyle and nutritional status

D.A.S. Silva^{a,*}, D. Monteiro Teixeira^a, G. de Oliveira^a, E.L. Petroski^a, J. Marcio de Farias^b^a Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil^b Universidade do Extremo Sul Catarinense, Grupo de Extensão e Pesquisa em Exercício e Saúde, Criciúma, Santa Catarina, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 6 November 2013

Received in revised form 31 October 2014

Accepted 5 November 2014

Keywords:

Physical fitness

Exercise

Anthropometry

Epidemiology

ABSTRACT

Objective: The purpose was to investigate the factors related to aerobic fitness levels of adolescents in southern Brazil.

Methods: The sample consisted of 1081 students (545 males and 536 females), with mean age of 12.8 (± 1.2) years. This is a cross-sectional epidemiological study. Aerobic fitness was assessed by the 9-min running test. The independent variables analyzed were: age, socioeconomic status, school system (public/private), sedentary behavior, physical activity level, nutritional status and body adiposity. Analyses were stratified by sex. We used the Student “t” test for independent samples and logistic regression to estimate odds ratio (OR) and confidence intervals of 95% (95% CI).

Results: The prevalence of low aerobic fitness levels was 92.5%. Boys aged 13–14 years were 2.44 times more likely to have low aerobic fitness levels; poorer boys were 4.31 times more likely to have low aerobic fitness levels. Girls aged 13–14 years were 5.35 times more likely to have low aerobic fitness levels; poorer girls were 10.70 times more likely to have low aerobic fitness levels; girls with sedentary behavior were approximately 4 times more likely to have low aerobic fitness levels.

Conclusion: Thus, it was concluded that almost all adolescents show low aerobic fitness levels, which makes necessary effective interventions in the school environment with the promotion of sports and regular practice of physical activity.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura 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/>).

La condición física aeróbica en adolescentes del sur de Brasil: asociación con aspectos sociodemográficos, estilo de vida y el estado nutricional

R E S U M E N

Objetivo: El presente estudio tuvo como objetivo investigar los factores relacionados con los niveles de aptitud aeróbica de los adolescentes en el sur de Brasil.

Métodos: La muestra estuvo conformada por 1081 alumnos (545 varones y 536 mujeres), con edad media de 12.8 (± 1.2) años. Se trata de un estudio epidemiológico transversal. La condición física aeróbica se evaluó mediante Test de Caminata de 9 minutos. Las variables independientes analizadas fueron: edad, nivel socioeconómico, el sistema escolar (público/privado), el sedentarismo, el nivel de actividad física, el estado nutricional y la adiposidad corporal. Los análisis fueron estratificados por sexo. Se aplicó la prueba de “t” Student para muestras independientes y regresión logística para estimar la *odds ratio* (OR) y los intervalos de confianza de 95% (IC95%).

Resultados: La prevalencia de bajos niveles de aptitud aeróbica fue de 92.5%. Los niños de edades de 13 a 14 años fueron 2.44 veces más propensos a tener bajos niveles de condición física aeróbica; los niños más pobres fueron 4.31 veces más propensos a tener bajos niveles de condición física aeróbica. Las niñas de 13 a 14 años fueron 5.35 veces más propensas, a tener bajos niveles de condición física aeróbica; las niñas más pobres eran 10.70 veces más propensas a tener bajos niveles de condición física aeróbica; las niñas

Palabras clave:

Aptitud Física

Ejercicio

Antropometría

Epidemiología

* Corresponding author.

E-mail address: diegoaugustoss@yahoo.com.br (D.A.S. Silva).

con el comportamiento sedentario, fueron aproximadamente 4 veces más propensas a tener bajos niveles de condición física.

Conclusión: Se concluyó que casi todos los adolescentes muestran bajos niveles de condición física aeróbica, lo que hace necesarias intervenciones eficaces en el ámbito escolar para la promoción del deporte y la práctica regular de actividad física.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura 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/>).

R E S U M O

Palavras-chave:

Aptidão física
Exercício
Antropometria
Epidemiologia

Objetivo: O objetivo foi investigar os fatores relacionados aos níveis de aptidão aeróbica dos adolescentes no Sul do Brasil.

Métodos: A amostra foi constituída por 1081 estudantes (545 do sexo masculino e 536 do sexo feminino), com idade média de 12.8 (\pm 1.2) anos. Este é um estudo epidemiológico transversal. Aptidão aeróbica foi avaliada pelo teste de corrida de 9 minutos. As variáveis independentes analisadas foram: idade, nível socioeconômico, sistema de escola (pública/privada), comportamento sedentário, nível de atividade física, estado nutricional e adiposidade corporal. As análises foram estratificadas por sexo. Foi utilizado o teste de Student "t" para amostras independentes e regressão logística para estimar odds ratio (OR) e intervalos de confiança de 95% (CI95%).

Resultados: A prevalência de baixos níveis de aptidão aeróbica foi de 92.5%. Meninos com idades entre 13-14 anos foram 2.44 vezes mais propensos a ter baixos níveis de aptidão aeróbica; meninos mais pobres eram 4.31 vezes mais propensos a ter baixos níveis de aptidão aeróbica. Meninas com idades entre 13-14 anos foram 5.35 vezes mais propensas a ter baixos níveis de aptidão aeróbica; as moças pobres foram 10.70 vezes mais propensas a ter baixos níveis de aptidão aeróbica; Meninas com comportamento sedentário foram aproximadamente 4 vezes mais propensas a ter baixos níveis de aptidão aeróbica.

Conclusão: Assim, concluiu-se que quase todos os adolescentes apresentam baixos níveis de aptidão aeróbica, o que faz intervenções eficazes no ambiente escolar com a promoção do desporto e da prática regular de atividade física necessária.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introduction

The lifestyle of children and adolescents has undergone modifications along the last decades. Part of the free time is occupied by sedentary activities, mainly related to the technological advancement and to the wide offer of electronic games.^{1,2} In addition, the decreased safety in streets and other public places in urban centers reduce the possibility of playing popular games that encourage physical activity.³ Such changes reflect in low physical activity levels among young people and, consequently, in low health-related physical fitness levels.⁴

Among the health-related physical valences, aerobic fitness is considered a protective factor for cardiovascular diseases such as type-2 diabetes mellitus, hypertension, atherosclerosis and metabolic syndrome.⁵ Reduced aerobic fitness among young people has been reported in some studies.⁶⁻⁸ In the U.S. state of Georgia, 52% of adolescents were below the healthy condition in relation to aerobic fitness.⁸

Recent studies investigating factors associated with aerobic fitness⁶⁻⁸ observed that adolescents who participated in sports and lived in rural areas had higher aerobic fitness levels. Some factors still need elucidation such as socioeconomic status that in some studies is directly associated with low aerobic fitness levels⁹ and in others, it is inversely proportional.¹⁰

Thus, considering the importance of investigating aerobic fitness in adolescents, since low levels of this physical fitness component in adolescence is associated with chronic diseases in adulthood¹¹ and taking into account the possible association of this physical fitness component with sociodemographic factors in order to direct intervention actions in this population, this study aims to investigate factors related to aerobic fitness among adolescents in southern Brazil.

Method

Population and sample

This cross-sectional study was approved by the Ethics Committee on Human Research of the "Extremo Sul Catarinense" University under protocol 225/2009. Adolescents who participated in the survey and parents/guardians signed the consent form authorizing their participation in the study.

The study was conducted at the city of Criciúma, southern Brazil, located in the Brazilian state of Santa Catarina, with human development index of 0.788, considered high, and life expectancy at birth of 75.8 years.¹²

The target population for this study consisted of 13 508 elementary school students from Criciúma, Santa Catarina, Brazil. The sample size was calculated using an unknown prevalence for the outcome (50%), confidence level of 95%, estimated error of 5%, design effect of 2.0 and increment of 20% for losses and refusals. Given these parameters, a sample of 897 adolescents was estimated.

To ensure that the sample represented the target population, distribution considered school system (public and private), and school size (small, with fewer than 200 students; intermediate, with 200–499 students and large, with 500 students or more). The sample selection used the sampling procedure of clusters in two stages: the school was the sampling unit of the first stage and the classes were the sampling unit of the second stage. All schools in Criciúma with basic education were eligible for inclusion in the study. In the first stage, school density was adopted as stratification criterion, according to system and size, so proportionately more schools in the school system that had more schools and higher density were selected. In the second stage, the density of classes

in the selected schools was considered as a criterion to draw those in which the questionnaires would be applied. All students in the selected classes were invited to participate in the study.

Data collection was conducted in the first half of 2010. Questionnaires were applied in classroom, without the presence of teachers. The evaluation team attended a previous training program for the standardization of data collection procedures. Physical fitness tests were performed in school gyms. For these tests, the students received oral explanation and demonstration of their execution.

The following inclusion criteria were used in the study: (a) students aged 10–14 years, (b) absence of health problems that prevent them from performing physical tests and anthropometric measurements. Adolescents who refused to participate and those who did not have the consent form signed by parents/guardians were considered refusals.

Dependent variable

The dependent variable of this study was aerobic fitness. The aerobic fitness was assessed by the 9-min running test of the American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD),¹³ which has been validated for children¹⁴ and adolescents.¹⁵ Students were instructed to run the longest distance as possible in 9 min. The test took place in school gymnasiums that were prepared for this test. Walking during the test was allowed, but the goal was to cover the longest distance as possible in 9 min.

The distance was measured in meters, so that it was later dichotomized as “high” and “low” aerobic fitness levels. For this classification, the cutoff points described in the AAHPERD Manual¹³ were used, which establish the 50th percentile as the minimum level for adequate cardiorespiratory function. The cutoff points of AAHPERD¹³ are in yards and for the present study, they were transformed into meters (1 yard \cong 0.91 m).

Independent variables

The independent variables of this study were age in years, which was dichotomized into (10–12 years/13–14 years) and socioeconomic level, which was collected through instrument of the Brazilian Association of Research Companies.¹⁶ In this instrument, the population was divided into eight classes in decreasing order of purchasing power (A1, A2, B1, B2, C1, C2, D and E). In this study, A1 and A2 were grouped into “High”, B1 and B2 into “Intermediate” and C1, C2, D and E into “Low”. Another independent variable was school system (public/private).

Physical activity was analyzed by estimating the energy expenditure.¹⁷ The diary was applied in two days, one day of the week and one day of the weekend. In the diary, the adolescent recorded the physical activities carried out on that day every 15 min. Daily activities are classified on a continuum involving nine categories, according to estimates of the average energy expenditure of activities performed by humans: (1) resting in bed; (2) activities performed in a sitting position; (3) light activities in a standing position; (4) activities that require light walking (<4 km/h); (5) light manual work; (6) active leisure activities and recreational sports; (7) manual labor at a moderate pace; (8) active leisure activities and sports of moderate intensity; and (9) and heavy manual labor in competitive sports. This instrument provides reproducibility of $r = 0.91$ in subjects from 10 years of age.¹⁷ In addition, the diary showed a correlation coefficient of 0.87 with the TriTrac accelerometer.¹⁸ From the recorded activities, the physical activity level was determined by estimating the daily energy demand in kilocalories per kilogram of body weight (kcal/kg/day), considering the energy equivalents of activities involving humans. There are no cutoff points for the classification of the physical activity level from the daily energy demand in literature. Therefore, the

sample was classified according to the division into energy expenditure percentiles. Subjects who were below the 25th percentile were classified as insufficiently active. Students showing energy expenditure above the 25th percentile were considered physically active. Similar strategy to classify adolescents as for the physical activity level was adopted by Eisenmann et al.¹⁹ The goal of dividing into percentile is to compare the most active with the least active. The study does not aim to analyze adolescents who reach the recommended physical activity levels, because the instrument used does not have this feature.

Sedentary behavior was verified by time spent watching television in a common day of the week and weekend. The results of the week were added of a weight of five, equivalent to the days of the week and the results of the weekend were added of weight of two, dividing the total result by seven, thus obtaining the average per day. Sedentary risk behavior was considered as time spent watching TV more than 2 h/day.²⁰

The nutritional status was assessed by collecting weight and height²¹ and calculating the body mass index (BMI). International cutoff points for BMI,²² according to age and sex were used. This variable was dichotomized into normal weight and overweight (overweight + obesity).

Triceps and subscapular skinfolds were measured according to procedures described in literature,²¹ which were measured using scientific caliper brand Cescori[®], a Brazilian model that features design and mechanics similar to English Harpenden model, with supposed constant pressure on any opening of its rods of approximately 10 g/mm², measurement unit of 0.1 mm and contact area (surface) of 90 mm². Excess peripheral (triceps skinfold) and central adiposity (subscapular skinfold) was rated based on a value corresponding to the 90th percentile of the reference distribution for sex and age according to the Centers for Disease Control and Prevention curve (CDC).²³ This study examined the variable considering with excess general body adiposity adolescents who had both triceps and subscapular skinfold thickness values above the 90th percentile.²³

Statistical analysis

Analyses were stratified by sex using the Stata 11.0 software. Descriptive and inferential statistics was used. The “t” test for independent samples was used to compare continuous variables between sexes. In crude and adjusted association analysis, Wald test and binary logistic regression were used to estimate odds ratio (OR) and confidence intervals of 95% (95%). Regression analysis followed a hierarchical model to determine low aerobic fitness level, hypothetically temporal, according to recommendations of Victora et al.²⁴ Statistical analysis followed the division into three groups of variables: (a) distal, which included sociodemographic variables (age, socioeconomic status, school system), (b) intermediate, which included health-related behaviors (physical activity and sedentary behavior); (c) proximal, which included nutritional status and body adiposity. All variables were adjusted for analysis, regardless of p -value in the crude analysis.

The adjusted analysis adopted hierarchical approach, following the backward procedure. Initially, the adjustment was made for variables of the distal block to the other factors of the same level. Then, variables of the intermediate block were controlled for variables of the same level and for those of the distal level that remained in the model. Finally, variables of the proximal block were adjusted for the other factors of intermediate and distal levels that remained in the model. The criterion used for the maintenance of the factor in the regression analyses was p -value in the Wald test below 0.20.²⁵ In addition, factors whose p -value was less than 0.05 were considered significantly associated with the outcome.

Table 1

Mean values and standard deviations of variables analyzed according to sex.

Variables	Male (n = 545)	Female (n = 536)	p
Age (years)	12.8 (1.3)	12.8 (1.2)	0.78
Energy expenditure (kcal/kg)	40.0 (4.4)	39.1 (4.2)	<0.01*
Television watching time (minutes for day)	6.0 (3.0)	6.0 (3.0)	0.63
Weight (kg)	48.5 (12.5)	47.6 (11.0)	0.19
Height (cm)	156.7 (11.2)	154.8 (8.3)	<0.01*
Body mass index (kg/m ²)	19.5 (3.2)	19.7 (3.6)	0.30
Triceps skinfold thickness (mm)	11.4 (4.4)	12.9 (4.1)	<0.01*
Subscapular skinfold thickness (mm)	9.7 (4.6)	11.2 (4.4)	<0.01*
Sum of skinfold thickness (mm)	21.1 (8.4)	24.2 (7.9)	<0.01*
Aerobic fitness (run distance – m)	1278.2 (289.5)	1048.5 (202.6)	<0.01*

* $p < 0.05$ (independent "t" test).

Results

The sample of this study consisted of 1081 students due to the characteristics of the sampling process, and all students present in the classroom during the period of data collection were invited to participate in the study. Of all adolescents, 545 were male and 536 were female, with mean age of 12.8 (\pm 1.2) years.

Males had higher values than females for energy expenditure, height and distance covered in the aerobic fitness test ($p < 0.05$). On the other hand, females showed higher subscapular and triceps skinfold thickness values (Table 1).

The prevalence of low aerobic fitness levels was 92.5%. This prevalence was higher among females, in those aged 13–14 years and in those with low socioeconomic level. Adolescents who covered the longest distance in the aerobic fitness test, those of higher economic level and those who watched fewer hours of TV per day were male (Table 2).

In the crude analysis, boys aged 13–14 years and those of low socioeconomic level were more likely to have low aerobic fitness levels. After adjustment, boys aged 13–14 years were 2.44 times more likely to have low aerobic fitness levels than younger boys; poorer boys were 4.31 times more likely to have low aerobic fitness levels than those of higher socioeconomic level (Table 3).

In the crude analysis, girls aged 13–14 years and those with sedentary behavior were more likely to have low aerobic fitness levels. After adjustment, girls aged 13–14 years were 5.35 times more likely to have low aerobic fitness levels than those aged 10–12 years; poorer girls were 10.70 times more likely to have low aerobic fitness levels than those of higher socioeconomic level and those showing sedentary behavior were approximately 4 times more likely to have low aerobic fitness levels than those without sedentary behavior (Table 4).

Discussion

The main findings of this study showed that adolescents of both sexes, aged 13–14 years and of lower socioeconomic status were more likely to have low aerobic fitness levels. Furthermore, it was found that girls with sedentary behavior were less aerobically fit.

The prevalence of low aerobic fitness levels was 92.5% among adolescents investigated in the present study, a result higher than that found in Florianópolis, capital of Santa Catarina, Brazil (64.9%).¹⁰ In a study conducted in Europe by Cuenca-García et al.,²⁶ the prevalence of adolescents with low aerobic fitness levels was 30.9%. In American children from California, approximately 45% of students had inadequate aerobic fitness levels.²⁷ Through comparisons, it was observed that the results of this study indicate a high prevalence of low aerobic fitness levels. However, these comparisons should be made with caution, because the different field tests and cutoff points used in the aforementioned studies may explain the discrepancies found in terms of prevalence. A survey that used

the same test and the same cutoff points used in the current study was conducted by Pelegrini et al.² with data from 7507 students from seven to 10 years of age from all geographical regions. The authors found that approximately 80% of children had low aerobic fitness levels.²

The study by Aryana et al.⁹ with 8.4 million students from public schools in California showed results similar to the present study, in which for both sexes, worse aerobic fitness levels were found for children of low socioeconomic status. According to the study,⁹ adolescents who lived in cities with higher unemployment rates and lower incomes were more likely to have low aerobic fitness level when compared to their peers in more favorable conditions. Dissimilar results were revealed by Vasques et al.,¹⁰ who investigated adolescents of Brazil's capital with the highest human development index. The discrepancy between the results of this study and those revealed by Vasques et al.¹⁰ may be due to the difference between

Table 2

Prevalence of low aerobic fitness levels and mean values and standard deviation of the distance ran in the 9-min test according to independent variables.

Variables	Low aerobic fitness			9-min running test (m)		
	n	%	p	Mean	(SD)	p
<i>Total</i>	1000	92.5		1164.3	(275.2)	
<i>Sex</i>						
Male	484	88.8	<0.01	1278.2	(289.5)	<0.01
Female	516	96.3		1048.5	(202.6)	
<i>Age (years)</i>						
10–12	507	90.2	<0.01	1158.5	(261.3)	0.47
13–14	493	95.0		1170.6	(289.6)	
<i>Socioeconomic level</i>						
High	236	90.4	<0.01	1233.9	(303.9)*	<0.01
Intermediary	482	91.1		1161.1	(267.6)†	
Low	282	96.9		1107.8	(247.6)	
<i>School</i>						
Public	730	92.6	0.78	1165.3	(273.2)	0.84
Private	270	92.2		1161.7	(280.8)	
<i>Physical activity level</i>						
Active	745	92.0	0.25	1170.5	(273.9)	0.21
Little active	255	94.1		1146.0	(278.6)	
<i>Sedentary behavior</i>						
≤2 h/day	115	89.8	0.22	1210.1	(272.2)	0.04
>2 h/day	885	92.9		1158.1	(275.2)	
<i>Nutritional status</i>						
Normal weight	724	92.5	0.93	1174.6	(271.7)	0.06
Overweight	276	92.6		1137.3	(282.8)	
<i>Adiposity level</i>						
Normal	954	92.4	0.37	1164.8	(276.7)	0.75
Overweight	46	95.8		1153.4	(243.4)	

(SD): standard deviation.

* Compared to intermediary and low socioeconomic level ($p < 0.05$).† Compared low socioeconomic level ($p < 0.05$).

Table 3

Crude and adjusted logistic regression analysis between low aerobic fitness levels and independent variables in male.

Variables	Crude analysis		Adjusted analysis*	
	OR (95% CI)	p	OR (95% CI)	p
<i>Age (years)</i> ¹				
10–12	1.00	0.02 [†]	1.00	<0.01 [†]
13–14	1.90 (1.09–3.32)		2.44 (1.30–4.57)	
<i>Socioeconomic level</i> ¹				
High	1.00	0.04 [†]	1.00	<0.01 [†]
Intermediary	1.07 (0.58–1.95)		1.62 (0.80–3.17)	
Low	2.96 (1.20–7.30)		4.31 (1.67–11.13)	
<i>School</i> ¹				
Public	1.00	0.45	1.00	0.43
Private	0.80 (0.45–1.43)		0.79 (0.43–1.42)	
<i>Physical activity level</i> ²				
Active	1.00	0.67	1.00	0.41
Little active	1.14 (0.60–2.15)		1.31 (0.68–2.51)	
<i>Sedentary behavior</i> ²				
≤2 h/day	1.00	0.76	1.00	0.74
>2 h/day	0.88 (0.38–2.02)		0.74 (0.31–1.75)	
<i>Nutritional status</i> ³				
Normal weight	1.00	0.30	1.00	0.63
Overweight	1.39 (0.74–2.61)		1.17 (0.60–2.27)	
<i>Adiposity level</i> ³				
Normal	1.00	0.15	1.00	0.14
Overweight	4.24 (0.57–31.6)		4.66 (0.58–37.2)	

OR: odds ratio; CI: confidence interval.

* Adjusted analysis: All variables were included in the adjusted analysis regardless of p-value in the crude analysis. Remained in the adjusted model variables with p-value ≤0.20.

Superscript numbers (1, 2 and 3): Input of variables in the hierarchic model for the adjusted analysis.

[†] p < 0.05.

cities in which the studies were carried out. This study was conducted in a small town with characteristics different from those of cities with the highest HDI. In more developed cities, the problem of urban violence and lack of physical space for physical activity is more frequent, resulting in the participation of adolescents in sports activities developed at clubs and gyms, places of easy access to those of higher socioeconomic level. On the other hand, small urban centers, as in the present study, most physical activities occur outdoors.²

With respect to the lower aerobic fitness level in adolescents aged 13–14 years when compared to their younger peers, it could be inferred that this trend is similar to results found by Chillón et al.,⁷ since the VO₂max results (mL/kg per min) among adolescents were lower than the values obtained for children of both sexes. The literature reveals that as adolescents grow older, their engagement in physical activities decreases, which can result in low health-related physical fitness levels.¹

The female students in this study that were more likely to have low aerobic fitness levels were those who spent more hours watching of TV/day. Similar result was also found by Mota et al.⁴ in a two-year longitudinal study conducted with students from Portugal. This convergence of results points to an inverse relationship between these variables (time watching TV and aerobic fitness). Thus, initiatives in the school environment demonstrating the need for a reduction in sedentary behavior can have an effect on stimulating the regular practice of physical activities and improving aerobic fitness.

It is noteworthy that this study has some limitations such as the impossibility of knowing whether volunteers did their best in the aerobic fitness test. However, procedures to ensure standardization during the performance of the field test were adopted,

Table 4

Crude and adjusted logistic regression analysis between low aerobic fitness levels and independent variables in female.

Variables	Crude analysis		Adjusted analysis*	
	OR (95% CI)	p	OR (95% CI)	p
<i>Age (years)</i> ¹				
10–12	1.00	0.04 [†]	1.00	<0.01 [†]
13–14	2.84 (1.02–7.93)		5.35 (1.57–18.1)	
<i>Socioeconomic level</i> ¹				
High	1.00	0.21	1.00	0.03 [†]
Intermediary	1.05 (0.38–2.88)		2.72 (0.81–9.06)	
Low	3.89 (0.77–19.6)		10.70 (1.83–62.32)	
<i>School</i> ¹				
Public	1.00	0.47	1.00	0.41
Private	1.50 (0.49–4.57)		1.59 (0.51–4.97)	
<i>Physical activity level</i> ²				
Active	1.00	0.13	1.00	0.11
Little active	3.10 (0.70–13.5)		3.41 (0.74–15.63)	
<i>Sedentary behavior</i> ²				
≤2 h/day	1.00	<0.01 [†]	1.00	0.01 [†]
>2 h/day	3.74 (1.38–10.1)		4.09 (1.38–12.07)	
<i>Nutritional status</i> ³				
Normal weight	1.00	0.16	1.00	0.32
Overweight	0.53 (0.21–1.31)		0.60 (0.22–1.63)	
<i>Adiposity level</i> ³				
Normal	1.00	0.55	1.00	0.67
Overweight	0.53 (0.10–4.24)		0.62 (0.06–5.90)	

OR: odds ratio; CI: confidence interval.

* Adjusted analysis: All variables were included in the adjusted analysis regardless of p-value in the crude analysis. Remained in the adjusted model variables with p-value ≤0.20.

Superscript numbers (1, 2 and 3): Input of variables in the hierarchic model for the adjusted analysis.

[†] p < 0.05.

which reinforces their reproducibility. In addition, the cutoff points adopted to characterize low aerobic fitness levels are from a sample of American adolescents, who have different life habits compared to Brazilians. The outcome and the exposures were collected at the same time, which does not allow establishing a causal relationship. All these limitations may have reflected the lack of association between low aerobic fitness levels and excess body fat, which is widely reported in literature.⁵

Despite the limitations described, this work was developed with a significant sample of adolescents of a city in southern Brazil and aimed to identify related factors such as socioeconomic status, which still does not have consensus in terms of association with aerobic fitness.

It is concluded that more than 90% of adolescents had low aerobic fitness levels, and this prevalence is higher among females. In both sexes, subjects who require special attention to increase the aerobic fitness levels are older adolescents, those with low socioeconomic status and girls with sedentary risk behavior. Further studies on this topic should be carried out in order to elucidate other factors associated with aerobic fitness that were not investigated in this study such as macroeconomic factors related to the environment in which adolescents live and free access to sports practice. Moreover, there is need to investigate whether Physical Education classes are sufficient to stimulate and improve the health-related physical fitness levels of children.

Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

References

- Petroski E, Silva D, Lima ES, Pelegrini A. Health-related physical fitness and associated sociodemographic factors in adolescents from a Brazilian state capital. *Hum Mov.* 2012;13:139-46.
- Pelegrini A, Silva DAS, Petroski EL, Glaner MF. Health-related physical fitness in Brazilian schoolchildren: data from the Brazil sport program. *Rev Bras Med Esporte.* 2011;17:92-6.
- Ronque ERV, Cyrino ES, Mortatti AL, Moreira A, Avelar A, Carvalho FO, et al. Relationship between cardiorespiratory fitness and indicators of body adiposity in adolescents. *Rev Paul Pediatr.* 2010;28:296-302.
- Mota J, Ribeiro JC, Carvalho J, Santos MP, Martins J. Television viewing and changes in body mass index and cardiorespiratory fitness over a two-year period in schoolchildren. *Pediatr Exerc Sci.* 2010;22:245-53.
- Stabelini A, Sasaki JE, Mascarenhas LP, Boguszewski MC, Bozza R, Ulbrich AZ, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2011;11:674.
- Hastie P, Sinelnikov O, Wadsworth D. Aerobic fitness status and out-of-school lifestyle of rural children in America and Russia. *J Phys Act Health.* 2010;7:150-5.
- Chillón P, Ortega FB, Ferrando JA, Casajus JA. Physical fitness in rural and urban children and adolescents from Spain. *J Sci Med Sport.* 2011;14(5):417-23.
- Powell KE, Roberts AM, Ross JG, Phillips MAC, Ujamaa DA, Zhou M. Low physical fitness among fifth- and seventh-grade students, Georgia, 2006. *Am J Prev Med.* 2009;36:304-10.
- Aryana M, Li Z, Bommer WJ. Obesity and physical fitness in California school children. *Am Heart J.* 2012;163(2):302-12.
- Vasques DG, Silva KS, Lopes AS. Aptidão cardiorrespiratória de adolescentes de Florianópolis, SC. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13:376-80.
- Ariza GA, Wigle DT, Mao Y. Risk assessment of physical activity and physical fitness in the Canada Health Survey mortality follow-up study. *J Clin Epidemiol.* 1992;45:419-28.
- United Nations Development Program. Atlas of human development in Brazil; 2013. Available from: <http://www.pnud.org.br/IDH/Atlas2013.aspx?indiceAccordion=1&li=li.Atlas2013> [updated 2013/cited 29.10.13].
- American Alliance for Health Physical Education Recreation and Dance. Health related physical fitness. Test manual. Reston: AAPHERD; 1980.
- Turley KR, Wilmore JH, Simons-Morton B, Williston JM, Reeds Eppling J, Dahlstrom JM. The reliability and validity of the 9-minute run in third-grade children. *PES.* 1994;6:178-87.
- Paludo AC, Batista MB, Serassuelo H, Cyrino ES, Ronque ERV. Estimation of cardiorespiratory fitness in adolescents with the 9-minute run/walk test. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2012;14:401-8.
- Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critério de Classificação Econômica Brasil; 2007.
- Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, Theriault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin Nutr.* 1983;37:461-7.
- Wickel EE, Welk GJ, Eisenmann JC. Concurrent validation of the Bouchard Diary with an accelerometry-based monitor. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:373-9.
- Eisenmann JC, Katzmarzyk PT, Perusse L, Bouchard C, Malina RM. Estimated daily energy expenditure and blood lipids in adolescents: the Quebec Family Study. *J Adolesc Health.* 2003;33:147-53.
- American Academy of Pediatrics. Children, adolescents, and television. *Pediatrics.* 2001;107:423-6.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1991.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000;320:1240-3.
- Addo OY, Himes JH. Reference curves for triceps and subscapular skinfold thicknesses in US children and adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2010;91:635-42.
- Victoria CG, Huttly SR, Fuchs SC, Olinto MT. The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. *Int J Epidemiol.* 1997;26:224-7.
- Maldonado G, Greenland S. Simulation study of confounder-selection strategies. *Am J Epidemiol.* 1993;138:923-36.
- Cuenca-García M, Ortega FB, Huybrechts I, Ruiz JR, González-Gross M, Ottevaere C, et al. Cardiorespiratory fitness and dietary intake in European adolescents: the Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence study. *Br J Nutr.* 2012;107:1850-9.
- Malina R. Physical fitness of children and adolescents in the United States: status and secular change. *Med Sport Sci.* 2007;50:67-90.



ELSEVIER

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

www.elsevier.es/ramd



Original

Efeitos do Programa Escola de Postura e Reeducação Postural Global sobre a amplitude de movimento e níveis de dor em pacientes com lombalgia crônica

P. Soares^a, V. Cabral^a, M. Mendes^a, R. Vieira^a, G. Avolio^{a,*} e R. Gomes de Souza Vale^{a,b}^a Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFIEX), Universidade Estácio de Sá, Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil^b Instituto de Educação Física e Desportos (IEFD), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 11 de agosto de 2013

Aceite a 16 de fevereiro de 2015

Palavras-chave:

Dor lombar

Amplitude de movimento

Reeducação

R E S U M O

Objetivo: Comparar os efeitos do programa escola de postura (PEP) e reeducação postural global (RPG) sobre níveis de dor e amplitude de movimento em pacientes com lombalgia crônica.

Método: A amostra foi dividida em 3 grupos de 10 sujeitos: grupo submetido ao tratamento através do PEP (idade: 46.30 ± 8.50 anos); grupo submetido ao tratamento através da RPG (idade: 43.60 ± 10.93 anos) e grupo controle (idade: 44.30 ± 10.68 anos). As intervenções foram realizadas em 10 sessões. Para avaliação do quadro algico foi utilizada a escala subjetiva de dor CR10 de Borg. Para a análise da amplitude de movimento empregou-se o protocolo de goniometria LABIFIE para os movimentos de extensão coxofemoral (ECF) e flexão da coluna lombar (FCL).

Resultados: O teste de Wilcoxon mostrou uma redução nos escores dos níveis de dor nos grupos PEP e RPG ($p < 0.0001$) do pré para o pós-tratamento. As comparações intergrupos, através do teste de Kruskal-Wallis, apresentaram diminuição dos níveis de dor para o PEP ($p < 0.0001$) e o RPG ($p < 0.0001$) quando comparados ao CG no pós-tratamento. A ANOVA com medidas repetidas revelou um aumento na amplitude do movimento para o PEP (ECF: $p = 0.006$; FCL: $p = 0.002$) e RPG (ECF: $p = 0.034$; FCL: $p = 0.011$) do pré para o pós-tratamento. As comparações intergrupos apresentaram maiores amplitudes de movimento para o PEP (ECF: $p = 0.006$; FCL: $p = 0.018$) e RPG (EQ: $p = 0.019$; FCL: $p = 0.020$) quando comparados ao CG no pós-tratamento. Não houve diferenças significativas entre o PEP e RPG.

Conclusão: Os tratamentos PEP e RPG se mostraram eficientes para redução da lombalgia crônica.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Efectos de un Programa de Escuela de Postura y Reeduación Postural Global sobre rango de movimiento y niveles de dolor en pacientes con dolor lumbar crónico

R E S U M E N

Objetivo: Comparar los efectos de un programa de escuela de postura (PEP) y reeducación postural global (RPG) individual sobre niveles de dolor y rango de movimiento en pacientes con dolor lumbar crónico.

Método: La muestra se dividió en 3 grupos de 10 sujetos: grupo tratado por PEP (edad: 46.30 ± 8.50 años), grupo tratado por RPG (edad: 43.60 ± 10.93 años) y grupo control (edad: 44.30 ± 10.68 años). Las intervenciones se llevaron a cabo en 10 sesiones. Para la evaluación del dolor se utilizó la escala subjetiva del dolor CR10 Borg. Para el análisis de rango de movimiento, se utilizó el protocolo de goniometría en los movimientos de extensión de la cadera (EC) y flexión de la columna lumbar (FCL).

Palabras clave:

Dolor lumbar

Rango de movimiento

Reeducación

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: gabiavolio@yahoo.com.br (G. Avolio).

Resultados: La prueba de Wilcoxon mostró una reducción en los niveles de dolor en los grupos de PEP y RPG ($p < 0.0001$). Las comparaciones entre los grupos mediante el test de Kruskal-Wallis mostró disminución de los niveles de dolor para el PEP ($p < 0.0001$) y RPG ($p < 0.0001$) en comparación con CG después del tratamiento. El ANOVA con medidas repetidas reveló un aumento en rango de movimiento para el PEP (EC: $p = 0.006$; FCL: $p = 0.002$) y RPG (EC: $p = 0.034$; FCL: $p = 0.011$). Las comparaciones entre los grupos mostraron un mayor rango de movimiento para el PEP (EC: $p = 0.006$; FCL: $p = 0.018$) y RPG (EC: $p = 0.019$; FCL: $p = 0.020$) en comparación con el GC después del tratamiento. No hubo diferencias significativas entre el PEP y RPG.

Conclusión: Los tratamientos de PEP y RPG fueron eficaces para reducir el dolor lumbar crónico.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura 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/>).

Effects of School-based exercise Program of Posture and Global Postural Reeducation on the range of motion and pain levels in patients with chronic low back pain

A B S T R A C T

Keywords:

Low back pain
Range of motion
Reeducation

Objective: To compare the effects of school-based exercise program of posture (SPP) and global postural reeducation (GPR) on pain levels and range of motion in patients with chronic low back pain.

Method: The sample was divided into three groups of 10 subjects: group treated by SPP (age: 46.30 ± 8.50 years) group subjected to treatment by GPR (age: 43.60 ± 10.93 years) and control group (age: 44.30 ± 10.68 years). The interventions were performed in 10 sessions. For assessment of pain was used pain subjective scale CR10-Borg. For the analysis of range of motion, we used the protocol to goniometry LABIFIE in the movements of hip extension (HE) and flexion of the lumbar spine (FLS).

Results: The Wilcoxon test showed a reduction in levels of pain scores in groups SPP and GPR ($p < 0.0001$) of pre to post-treatment. Comparisons between groups by the Kruskal-Wallis test showed decreased levels of pain for SPP ($p < 0.0001$) and GPR ($p < 0.0001$) when compared to CG post-treatment. Repeated measures ANOVA revealed an increase in range of motion for the SPP (HE: $p = 0.006$; FLS: $p = 0.002$) and GPR (HE: $p = 0.034$; FLS: $p = 0.011$) of pre to post-treatment. Comparisons between groups showed greater range of motion for the SPP (HE: $p = 0.006$; FLS: $p = 0.018$) and GPR (HE: $p = 0.019$; FLS: $p = 0.020$) when compared to CG post-treatment. There were no significant differences between the SPP and GPR.

Conclusions: SPP and GPR treatments were effective for reducing chronic low back pain.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura 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

A lombalgia é usualmente definida como qualquer dor persistente na região inferior da coluna vertebral. Pode ser aguda ou crônica, caracterizando-se por lombalgia crônica um quadro de dor que persiste por mais de 3 meses. É um dos sintomas mais comuns no sistema musculoesquelético¹⁻⁴.

A síndrome dolorosa lombar é uma das queixas que mais afligem o ser humano, com incidência em cerca de 80% da população mundial em algum momento de sua vida⁴ e em 40% dos casos a dor inicial tende a se tornar crônica⁵. No Brasil existem estimativas de que mais de 10 milhões de pessoas sofram com a incapacidade relacionada à dor lombar. A perspectiva é de que cerca de 70-80% da população sofrerá um episódio de dor na vida, tornando-se uma das patologias mais encontradas na prática fisioterapêutica⁶. As causas podem ser multifatoriais e incluem: fatores sociodemográficos, déficit no condicionamento físico, falta de flexibilidade da cadeia muscular posterior, fatores psicossociais, postura inadequada, trabalhos com cargas excessivas e tarefas repetitivas⁷⁻¹⁰.

A fisioterapia dispõe de vários métodos de tratamento que promovem alívio da sintomatologia algica e auxiliam na reabilitação. Entre as opções de tratamento, podem ser destacados o Programa Escola de Postura (PEP) e a Reeducação Postural Global (RPG)^{11,12}.

O PEP, originalmente denominado «Back School», foi desenvolvido na Suécia em 1969 pela fisioterapeuta Mariane Zachrisson

Forssell. É um método que tem como estratégia básica a educação e a prevenção, sendo utilizado com o objetivo de oportunizar uma melhora tanto da postura corporal quanto das dores na região lombar¹³⁻¹⁵.

Por outro lado, a RPG é um método de avaliação e tratamento de diversas disfunções posturais e alterações da coluna vertebral. Desenvolvida na França por Philippe Souchard, na década de 80, trata-se de uma técnica de tratamento fisioterapêutico onde são aplicadas posturas ativas e simultâneas proporcionando o posicionamento correto das articulações, o fortalecimento e o alongamento global de toda musculatura¹⁶⁻¹⁹.

A RPG pode contribuir para o tratamento da lombalgia, controlando as compensações e eliminando a sintomatologia algica dos pacientes²⁰. Por sua vez, o PEP pode reduzir a dor, estimulando o repouso adequado e enfatizando o prognóstico favorável na tentativa de prevenir episódio de dor na coluna¹². Entretanto, a lombalgia é apresentada como o mais frequente sintoma de dor da coluna vertebral, provocando desde limitação de movimento até invalidez temporária. Há uma grande variedade de tratamentos para lombalgia crônica, porém, não há evidências de que um tratamento seja melhor que o outro e de seus efeitos. No entanto, torna-se necessário analisar quais os efeitos dos métodos RPG e PEP e qual seria mais adequado para a redução do quadro algico na região lombar. Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo comparar os efeitos dos recursos fisioterapêuticos PEP e RPG sobre níveis de dor e amplitude de movimento de extensão coxofemoral (ECF) e flexão da coluna lombar (FCL).

Método

Amostra

O presente estudo definiu-se como do tipo experimental, com uma abordagem comparativa, em que 68 pacientes oriundos da fila de espera da Clínica Escola FisioCaboFrio da Universidade Estácio de Sá, campus Cabo Frio-RJ, foram convidados a participar da investigação. Os sujeitos deveriam estar na faixa etária entre 30-60 anos, apresentar lombalgia por mais de 3 meses, não estar realizando qualquer outro tipo de tratamento clínico e apresentar dor lombar de origem mecânica.

Foram excluídos do estudo os pacientes que faziam uso de medicação analgésica ou anti-inflamatória, relaxante muscular, mulheres grávidas, pessoas portadoras de disfunções reumáticas, infecção urinária, tumor, dismenorréia, cirurgias lombares prévias e fraturas associadas.

Após a aplicação destes critérios, selecionaram-se 30 participantes que foram divididos aleatoriamente por sorteio simples em 3 grupos compostos por 10 sujeitos: o grupo I (PEP, idade: 46.30 ± 8.50 anos) foi submetido ao tratamento através do PEP, o grupo II (RPG, idade: 43.60 ± 10.93 anos) foi submetido ao tratamento através da RPG e o grupo controle (GC, idade: 44.30 ± 10.68 anos).

Os sujeitos assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido conforme a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e a Declaração de Helsinki²¹. O estudo teve seu projeto de pesquisa submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Institucional.

Procedimentos de coleta de dados

O período de realização dos tratamentos foi entre setembro e outubro de 2012. Antes do início do tratamento foi realizado uma anamnese sendo registrados os dados dos participantes.

Para avaliação do quadro algico foi utilizada a escala subjetiva de dor CR10 de Borg²², com objetivo de acompanhar alterações da intensidade da dor no pré e pós-tratamento.

Para a análise da amplitude de movimento articular, empregou-se o protocolo de goniometria do Laboratório de Biometria e Fisiologia do Esforço (LABIFIE)²³ para os movimentos de ECF e FCL. Esta amplitude foi medida por meio de um goniômetro de aço 360° da marca Lafayette (EUA). Todas as coletas foram realizadas antes e no final do tratamento por um mesmo avaliador devidamente treinado, em que o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) apresentou um valor de 0.93 e 0.94 para ECF e FCL, respectivamente.

Intervenção

Os métodos de tratamento aplicados no presente estudo consistiram em aplicações de técnicas do PEP e da RPG em sessões com duração de 40 minutos e frequência de 2 vezes por semana, em dias alternados, sempre no mesmo horário, totalizando 10 sessões, conforme descrição a seguir.

O método de tratamento PEP consistiu em aulas realizadas em grupo. Antes das sessões práticas os pacientes recebiam informações básicas sobre o programa abordando noções sobre a estrutura da coluna vertebral, forma correta de agachar e levantar objetos do solo, posição ideal para dormir e possibilidades de solução das queixas apresentadas pelo grupo. Nas sessões práticas os exercícios foram divididos nas posições deitado e em pé. Foram realizados exercícios de conscientização diafragmática, onde os pacientes realizavam 5 inspirações profundas procurando deixar o abdômen protuso e depois realizar expiração. Em seguida foram iniciados os exercícios de alongamento, na sensação de forçamento segundo a escala PERFLEX²⁴, dos

músculos paravertebrais, quadríceps, isquiotibiais, tríceps sural, iliopsoas, trapézio, esternocleidomastóideo, extensores e flexores do punho. Cada exercício de alongamento foi realizado 3 vezes durante 10 segundos, conforme recomendações de Conceição et al.²⁵. Foram realizados também exercícios dinâmicos de fortalecimento dos músculos glúteos, tríceps sural, abdômen e quadríceps. Estes exercícios foram feitos em 3 séries de 10 repetições, com uma velocidade moderada de execução e com um intervalo de 30 segundos entre as séries e sem carga adicional para estimular o controle postural e consciência corporal²⁶.

O método de tratamento RPG consistiu em sessões realizadas individualmente. Os procedimentos de intervenção aos participantes deste grupo foram padronizados. Aos participantes da RPG foi aplicada a postura rã no ar com braços fechados. Esta postura foi escolhida com a finalidade de alongar a cadeia mestra posterior, tendo em vista que o encurtamento desta está diretamente relacionado à lombalgia¹⁶.

Antes de serem colocados na devida postura, os pacientes eram posicionados em decúbito dorsal, realizando-se a pompagem lombar e escapular por meio do deslizamento caudal, estando o corpo alinhado na linha média com os braços posicionados a 60° de abdução e antebraço em supinação. Em seguida foi iniciado o trabalho respiratório, com inspirações profundas e expirações solicitando o rebaixamento das costelas e a contração do abdômen, enquanto se realizava uma pompagem cervical. Logo após os participantes foram colocados na devida postura por 20 minutos, sendo os membros inferiores posicionados a 90° de flexão da articulação coxofemoral, joelhos semiflexionados de forma que os pacientes encostassem um calcanhar no outro, realizando uma dorsiflexão com auxílio da haste de sustentação. A mesma postura foi realizada em todas as sessões, ocorrendo à progressão da mesma até ao limite possível de cada paciente, na sensação de forçamento segundo a escala PERFLEX²⁴, dentro de cada sessão. Esta progressão consiste na extensão do joelho e na adução do braço. A todo o momento eram realizados contatos manuais proprioceptivos e comandos verbais a fim de estimular o alongamento e impedir compensações, sendo solicitadas também algumas correções a cada expiração, tais como: correção do ombro no sentido da maca, abaixar o queixo em direção ao peito (retificação da coluna cervical) e encaixe lombar.

Análise de dados

A análise estatística teve seus dados tratados pelo programa Predictive Analytics Software (PASW Statistics 18) e apresentados como média e desvio-padrão. Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram aplicados para analisar a normalidade e a homogeneidade de variância dos dados da amostra, respectivamente. Empregou-se a análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas, seguida do post hoc de Tukey para identificar as possíveis diferenças da amplitude de movimento. Para a análise dos níveis de dor, foram aplicados os testes de Wilcoxon para as comparações intragrupos e Kruskal-Wallis seguido do teste de Dunn para as análises intergrupos. O estudo adotou o valor de $p < 0.05$ para a significância estatística.

Resultados

A amostra do presente estudo apresentou uma distribuição próxima da curva normal e os grupos se apresentaram semelhantes no início da pesquisa em todas as variáveis analisadas. A ANOVA com medidas repetidas mostrou uma interação entre os grupos e os momentos pré e pós-tratamento (Wilk's Lambda: $F = 8.539$, $p < 0.001$). O poder do experimento apresentou valores de 99, 98 e 99% para as variáveis níveis de dor lombar, ECF e FCL, respectivamente, fortalecendo a magnitude dos resultados encontrados nas análises do presente estudo.

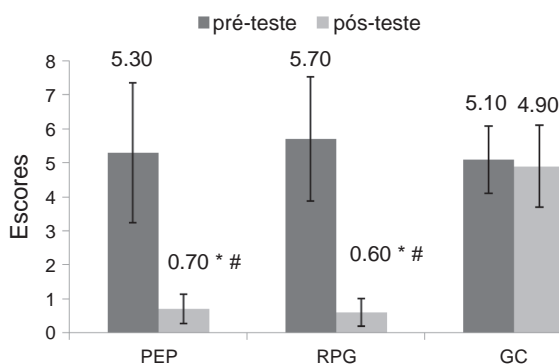


Figura 1. Análise intra e intergrupos dos níveis de dor através da escala CR10 Borg. * $p < 0.05$, pré vs. pós; # $p < 0.05$, diferença significativa para o GC - pós-teste; GC: grupo controle; PEP: Programa Escola de Postura; RPG: Reeducação Postural Global.

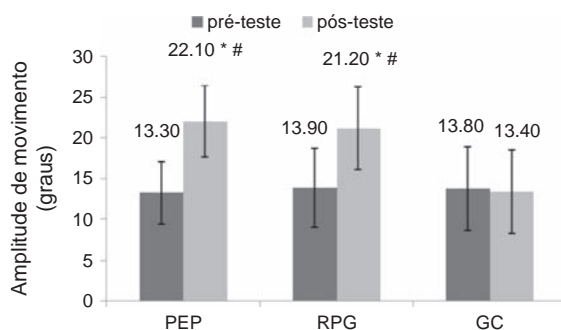


Figura 2. Análise intra e intergrupos da amplitude do movimento extensão coxo-femoral (ECF). * $p < 0.05$, pré vs. pós; # $p < 0.05$, diferença significativa para o GC - pós-teste; GC: grupo controle; PEP: Programa Escola de Postura; RPG: Reeducação Postural Global.

A figura 1 apresenta as comparações dos resultados dos níveis de dor dos grupos de estudo. Observou-se que o PEP e o RPG apresentaram uma redução nos escores dos níveis de dor (PEP e RPG: $p < 0.0001$) do pré para o pós-tratamento. O GC não obteve alterações significativas. As comparações intergrupos apresentaram diminuição dos níveis de dor para o PEP ($p < 0.0001$) e para o RPG ($p < 0.0001$) quando comparados ao GC no pós-tratamento. Não houve diferenças significativas entre o PEP e o RPG.

Analisando-se a figura 2 verifica-se que o PEP e o RPG apresentaram um aumento na amplitude do movimento ECF (PEP: $p = 0.006$ e RPG: $p = 0.034$) do pré para o pós-tratamento. O GC não obteve alterações significativas. As comparações intergrupos apresentaram maiores valores da amplitude do movimento ECF para o PEP ($p = 0.006$) e o RPG ($p = 0.019$) quando comparados ao GC no pós-tratamento. Não houve diferenças significativas entre o PEP e o RPG.

Observando-se a figura 3 verifica-se que o PEP e o RPG apresentaram um aumento na amplitude do movimento FCL (PEP: $p = 0.002$ e RPG: $p = 0.011$) do pré para o pós-tratamento. O GC não obteve alterações significativas. As comparações intergrupos apresentaram maiores valores da amplitude do movimento FCL para o PEP ($p = 0.018$) e o RPG ($p = 0.020$) quando comparados ao GC no pós-tratamento. Não houve diferenças significativas entre o PEP e o RPG.

Discussão

O estudo demonstrou que os métodos PEP e RPG proporcionaram uma redução significativa no quadro algíco na coluna lombar. Após o período de intervenção dos métodos observou-se aumento

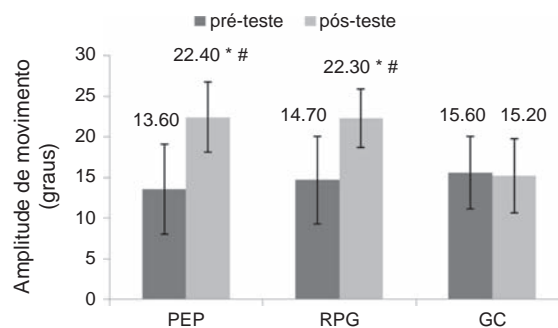


Figura 3. Análise intra e intergrupos da amplitude do movimento flexão de coluna lombar (FCL).

* $p < 0.05$, pré vs. pós; # $p < 0.05$, diferença significativa para o GC - pós-teste; GC: grupo controle; PEP: Programa Escola de Postura; RPG: Reeducação Postural Global.

na amplitude de movimento para ECF e FCL em ambos os grupos experimentais.

Assim, na presente investigação, observou-se que não houve superioridade no método PEP em relação ao RPG que utiliza técnica de controle postural para o tratamento da dor lombar. Contrariando o presente estudo, Ferreira et al.²⁷ verificaram que a terapia com controle postural e a terapia com manipulação foram superiores aos exercícios de alongamento e fortalecimento para redução da lombalgia em adultos com dor lombar de causa não específica durante 8 semanas. Isso talvez tenha ocorrido devido à baixa intensidade aplicada no tratamento, visto que os métodos PEP e RPG desenvolvem a consciência corporal e melhoram a postura corporal através do equilíbrio musculoesquelético.

Moreira e Soares²⁸ comprovaram que, durante a prática da RPG em postura rã no chão e asa delta com sessões de 50 minutos por 16 semanas em mulheres adultas, o alongamento dos tecidos foi obtido progressivamente, aliviando a lombalgia. Porém, não se obtiveram alterações significativas no ganho da amplitude de movimento. Entretanto os métodos utilizados no presente estudo alcançaram o mesmo resultado quanto ao quadro algíco, porém, obtiveram aumento significativo da amplitude dos movimentos analisados. Isso pode ser justificado talvez pela intensidade moderada aplicada e quantidade de 2 sessões semanais apresentarem resultados significativos para a amplitude de movimento. Dessa forma, os resultados encontrados no grupo que realizou RPG no presente estudo podem ser fundamentados na melhora da consciência corporal e postura provocadas por alterações biomecânicas e fisiológicas no sistema musculoesquelético e por adaptações neurais ocorridas no sistema nervoso, que é responsável pelo armazenamento das novas informações sobre a estrutura corporal.

Souchard¹⁶ relata que a periodicidade em geral da RPG é semanal, porém, pode passar, sem inconveniente, a 2 ou 3 sessões por semana. Destaca também que as posturas da RPG escolhidas pelo profissional para tratar uma determinada patologia são importantes para o bom resultado final da técnica, determinando então que para o encurtamento da cadeia mestra posterior a postura que melhor se enquadra é a rã no ar. O presente estudo optou pela postura de rã no ar devido à sua indicação para encurtamento da cadeia posterior, visto que esta cadeia está diretamente relacionada com a dor lombar. Assim, os resultados obtidos na presente investigação confirmaram esta indicação, pois cada movimento realizado necessita de ações de toda a estrutura óssea, muscular e ligamentar para manter o equilíbrio e perceber a própria postura corporal¹⁶.

Cunha et al.²⁹ compararam a técnica de RPG com a de alongamento estático em mulheres com cervicálgia com 2 sessões de uma hora/semana durante 6 semanas. Analisaram a dor através da escala visual analógica (EVA) e a flexibilidade dos movimentos de flexão, extensão, inclinação lateral e rotação cervical através da

goniometria, e concluíram que os 2 tratamentos diminuíram a dor e aumentaram as amplitudes de movimentos após intervenção. Esses resultados corroboram a presente pesquisa que, embora tenha utilizado regiões diferentes da coluna vertebral, também demonstrou a mesma resposta positiva em relação à redução do quadro algico e ao ganho de amplitude de movimento. Assim, estas respostas positivas alcançadas no grupo RPG da presente investigação podem ser atribuídas às estimulações sobre o equilíbrio musculoesquelético por meio do alongamento, da contração muscular, da consciência corporal e da correção postural. Desse modo, os princípios básicos da RPG foram melhorar a retração dos músculos, estirar os músculos e liberar o bloqueio respiratório.

Existe muita controvérsia em relação à duração e intensidade quando se propõe ganho de flexibilidade²⁵. Nesse sentido, a intervenção PEP do presente estudo utilizou a duração de 10 segundos de alongamento estático, compreendido nos níveis de intensidade na sensação de forçamento (submáximo). O controle da intensidade ocorreu devido ao quadro algico apresentado pela amostra e foi eficiente quanto à redução dos níveis de dor lombar e aumento de amplitude de movimento.

Os achados deste estudo aproximam-se bastante da investigação de Caraviallo et al.²⁶, que mostrou que 57% das pessoas apresentaram melhora do quadro algico lombar avaliados pela EVA após serem submetidos ao PEP com uma sessão de uma hora por semana durante 10 semanas. O presente estudo obteve o mesmo resultado no total de 10 sessões em menor tempo, visto que utilizou uma frequência de 2 vezes por semana com sessões de 40 minutos de duração. Essa melhora possivelmente ocorreu devido à conscientização corporal dos participantes, da reeducação postural e pelas orientações e realização dos exercícios no PEP, pois os exercícios melhoram a função física e apresentam efeito positivo sob a dor em pacientes com essa patologia.

Em sua pesquisa, Candotti et al.³⁰ também obtiveram diminuição das dores lombares através da prática de exercícios de alongamento e fortalecimento da musculatura abdominal, eretores da coluna e dos flexores do quadril em pubescentes por meio do PEP com 12 sessões de 60 minutos com frequência de 2 vezes por semana. Isso fortalece os resultados do presente estudo que obteve a mesma resposta, porém, utilizando um total de 10 sessões tempo com 40 minutos durante 5 semanas. As orientações e esclarecimentos sobre a consciência corporal e postura diária provavelmente contribuíram para que estes resultados ocorressem em menor número de sessões no grupo que realizou o PEP.

Contudo, Luz et al.³¹ comprovaram em seu estudo que tanto a RPG utilizada isoladamente quando associada ao dispositivo lombo abdominal mostraram respostas significativas na redução do quadro algico da região lombar. Isso corrobora os achados da presente investigação em que ambos os métodos aplicados apresentaram redução nos níveis de dor lombar e ganho amplitude de movimento. Isso pode ter ocorrido porque os 2 métodos desenvolvem a consciência corporal que melhoram a postura, que por consequência provocam um ajustamento do sistema musculoesquelético, equilibrando e distribuindo o esforço realizado nas atividades diárias. Isso pode ter gerado menor sobrecarga nas estruturas osteomusculares.

Freitas e Greve³² avaliaram a dor lombar através da EVA de dor e compararam exercícios com dinamômetro isocinético e bola terapêutica na lombalgia crônica de origem mecânica durante 12 semanas com frequência de 2 vezes por semana em sujeitos adultos. Concluíram que os exercícios de fortalecimento diminuíram a dor lombar e as incapacidades funcionais e aumentaram a mobilidade. Nesse sentido, Rodacki et al.³³ também encontraram que exercícios abdominais após exercícios compressivos favorecem a diminuição da dor em sujeitos com lombalgia. Esses estudos mostram que a musculatura abdominal fortalecida pode ser uma estratégia para reduzir a dor lombar. Da mesma forma, a presente pesquisa realizou exercícios de fortalecimento da musculatura

abdominal em ambos os métodos e os resultados encontrados foram semelhantes.

Conforme os achados do presente estudo, os métodos de tratamento utilizados na presente investigação apresentaram efeitos positivos similares nas variáveis dor e amplitude de movimento articular, não havendo, portanto, uma prevalência de técnica sobre a outra. Ambas apresentaram redução da lombalgia crônica e o aumento da amplitude articular dos movimentos de ECF e FCL. Sendo assim, os métodos podem ser indicados para o tratamento de lombalgias de origem mecânica. Recomenda-se investigar os efeitos de aplicações de intensidades maiores de alongamento e mais sessões semanais de PEP e RPG de forma intercalada onde os resultados poderão ser melhor observados.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Carvalho AR, Gregório FC, Engel GS. Descrição de uma intervenção cinesioterapêutica combinada sobre a capacidade funcional e o nível de incapacidade em portadores de lombalgia inespecífica crônica. *Arq Ciênc Saúde Unipar*. 2009;13(2):97–103.
- Macedo CSG, Debiagi PC, Andrade FM. Efeito do isostretching na resistência muscular de abdominais, glúteo máximo e extensores do tronco, incapacidade e dor em pacientes com lombalgia. *Fisioterapia Mov*. 2010;23(1):113–20.
- Magalhães MO, Costa LOP, Ferreira ML, Machado LAC. Testes clínicos de dois instrumentos que mensuram atitudes e crenças de profissionais de saúde sobre a dor lombar crônica. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(5):249–56.
- Oliveira TH, Oliveira VC, Melo RC, Melo RM, Freitas AE, Ferreira PH. Patients in treatment for chronic low back pain have higher externalised beliefs: A cross-sectional study. *Rev Bras Fisioter*. 2012;16(1):35–9.
- Sahin N, Albayrak I, Durmus B, Ugurlu H. Effectiveness of back school for treatment of pain and functional disability in patients with chronic low back pain: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med*. 2011;43:224–9.
- Machado GF, Bigolin SE. Estudo comparativo de casos entre a mobilização neural e um programa de alongamento muscular em lombalgias crônicas. *Fisioter Mov*. 2010;23(4):545–54.
- Brumagne S, Janssens L, Janssens E, Goddyn L. Altered postural control in anticipation of postural instability in persons with recurrent low back pain. *Gait Posture*. 2008;28:657–62.
- Standaert CJ, Weinstein SM, Rumpeltes J. Evidence-informed management of chronic low back pain with lumbar stabilization exercises. *Spine J*. 2008;8(1):114–20.
- Matos MG, Hennington EA, Hoefel AL, Costa JSD. Dor lombar em usuários de um plano de saúde: prevalência e fatores associados. *Cad Saúde Pública*. 2008;29(9):2115–22.
- Ferreira GD, Silva MC, Rombaldi AJ, Wrege ED, Siqueira FV, Hallal PC. Prevalência de dor nas costas e fatores associados em adultos do sul do Brasil: estudo de base populacional. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(1):31–6.
- Tahara N, Gatti AC, Rafachino ECB, Walsh IAP. Efeitos de um programa educacional e de exercícios fisioterapêuticos na avaliação da dor e da capacidade funcional em indivíduo com lombalgia: relato de caso. *Arq Ciênc Saúde Unipar*. 2008;12(1):61–6.
- Tobo A, Khouri ME, Cordeiro Q, Lima MC, Junior CAB, Battistella LR. Efeito do tratamento de lombalgia crônica por meio da Escola de Postura. *Acta Fisiatr*. 2010;17(3):112–6.
- Sponchiado P, Carvalho AR. Descrição dos Efeitos do protocolo “escola de coluna moderna” em portadores de lombalgia crônica. *Fit Perf J*. 2007;6(5):283–8.
- Benini J, Karolczak APB. Benefícios de um programa de educação postural para alunos de uma escola municipal de Garibaldi. *RS Fisioter Pesq*. 2010;17(4):346–51.
- Garcia NA, Gondo FLB, Costa RA, Cyrillo FN, Costa LOP. Efeitos de duas intervenções fisioterapêuticas em pacientes com dor lombar crônica não-específica: viabilidade de um estudo controlado aleatorizado. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(5):420–7.
- Souhard P. RPG: fundamentos da reeducação postural global, princípios e originalidade. São Paulo: É Realizações; 2003.
- Moreno MA, Catai AM, Teodori RM, Borges BLA, Cesar MC, Silva E. Efeito de um programa de alongamento muscular pelo método de reeducação postural global sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários. *J Bras Pneumol*. 2007;33(6):679–86.
- Rosário JLP, Sousa A, Cabral CMN, João SMA, Marques AP. Reeducação Postural Global e alongamento estático segmentar na melhora da flexibilidade, força muscular e amplitude de movimento: um estudo comparativo. *Fisioter Pesq*. 2008;15(1):12–8.
- Rossi LP, Brandalize M, Gomes ARS. Efeito agudo da técnica de reeducação postural global na postura de mulheres com encurtamento da cadeia muscular anterior. *Fisioterapia Mov*. 2011;24(2):255–63.

20. Teodori RM, Negri JR, Marques AP. Reeducação postural global: uma revisão da literatura. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(3):185–9.
21. World Medical Association (WMA). Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. Seoul: 59th WMA General Assembly; 2008.
22. Borg G. Physiological bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exercise.* 1982;14(13):377–87.
23. Dantas EHM, Carvalho JLT, Fonseca RM. Protocolo LABIFIE de goniometria. *Rev Trein Des.* 1997;2(3):21–34.
24. Dantas EHM, Salomão PT, Vale RG, Júnior AA, Simão R, Figueiredo NMA. Escala de esforço percebido na flexibilidade (PERFLEX): um instrumento adimensional para se avaliar a intensidade? *Fit Perf J.* 2008;7(5):289–94.
25. Conceição MCSC, Vale RGS, Bottaro M, Dantas EHM, Novaes JS. Efeitos de quatro tempos diferentes de permanência de flexionamento estático na flexibilidade de adultos jovens. *Fit Perf J.* 2008;7(2):88–92.
26. Caraviello EZ, Wassertein S, Chamlian TR, Masiero D. Avaliação da dor e função de pacientes com lombalgia tratados com um programa de escola de coluna. *Acta Fisiatr.* 2005;12(1):11–4.
27. Ferreira ML, Ferreira PH, Latimer J, Hebert RD, Hodges PW, Jennings MD, et al. Comparison of general exercise, motor control exercise and spinal manipulative therapy for chronic low back pain: A randomized trial. *Pain.* 2007;131(1):31–7.
28. Moreira CMC, Soares DRL. Análise da efetividade da reeducação postural global na protrusão do ombro após a alta terapêutica. *Fisioter Mov.* 2007;20(1):93–9.
29. Cunha A, Burke T, França F, Marques A. Effect of global posture reeducation and of static stretching onto pain, range of motion, and quality of life in women with chronic neck pain: A random clinical trial. *Clinics.* 2008;63:763–70.
30. Candotti CT, Macedo CH, Noll M, Freitas K. Escola de Postura: uma metodologia adaptada aos pubescentes. *Rev Mackenzie Ed Fis Esporte.* 2010;9(2):91–100.
31. Luz GCP, Cheik NC, Ferreira F, Pereira PAC, Vidal JS, Afonso F, et al. Tratamento da lombalgia através do dispositivo lombo abdominal e da reeducação postural global. *Ter Man.* 2008;6(27):287–92.
32. Freitas CD, Greve JMA. Estudo comparativo entre exercícios com dinamômetro isocinético e bola terapêutica na lombalgia crônica de origem mecânica. *Fisioter Pesq.* 2008;15(4):380–6.
33. Rodacki C, Rodacki A, Ugrinowitsch C, Zielinski D, Costa R. Spinal unloading after abdominal exercises. *Clin Biomech.* 2008;23:8–14.



ELSEVIER

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

www.elsevier.es/ramd



Artigo especial

Dimensionamento de amostras e o mito dos números mágicos: ponto de vista



C.J. Brito^a, M.E. da Silva Grigoletto^b, O. de Toledo Nóbrega^c e C. Córdova^{d,e,*}

^a Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Juiz de Fora, Governador Valadares, MG, Brasil

^b Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE, Brasil

^c Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas, Faculdade de Medicina, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

^d Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Católica de Brasília, Brasília, Brasil

^e Programa de Pós-graduação em Gerontologia, Universidade Católica de Brasília, Brasília, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 30 de junho de 2014

Aceite a 12 de fevereiro de 2015

Palavras-chave:

Tamanho de amostra

Viés

Projetos de pesquisa

Coleta de dados

Atividade física e saúde

R E S U M O

O presente texto dissertará sobre aspectos que devem ser cuidadosamente ponderados por pesquisadores com o propósito de se estabelecer, *a priori*, o tamanho amostral em estudos na área da saúde, aptidão física e desempenho humano. Entretanto, é importante salientar que o cálculo de amostras é uma ciência que exige seguras suposições realistas, anterior à sua estimativa. Por fim, observamos que, apesar dos grandes avanços tecnológicos que têm contribuído para a maior velocidade de produção científica, é de vital importância que o pesquisador tenha o compromisso em respeitar premissas que habilitam a qualidade do trabalho científico. Nesse sentido, a apropriada especificação do tamanho amostral confere validade interna ao estudo e deve ser requisito obrigatório para a aprovação de projetos de pesquisa.

© 2015 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Tamaño muestral y el mito de los números mágicos: punto de vista

R E S U M E N

El presente texto versará sobre aspectos que deberían ser cuidadosamente ponderados por parte de los investigadores con el objetivo de establecer, *a priori*, el tamaño muestral de estudios en áreas de la salud, actividad física y rendimiento humano. Hay que resaltar que el cálculo del tamaño de la muestra no es una ciencia exacta y, por tanto, requiere suposiciones realistas previas a su estimación. Por último, observamos que, a pesar de los enormes avances biotecnológicos que han contribuido a una más rápida producción científica, es de vital importancia que los investigadores se comprometan a respetar premisas que permitan la calidad del trabajo científico. En este sentido, una adecuada especificación del tamaño muestral confiere validez interna al estudio y deben ser un requisito obligatorio para la aprobación de proyectos de investigación.

© 2015 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:

Tamaño de la muestra

Sesgo

Proyectos de investigación

Recolección de datos

Actividad física y salud

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: claudioucb@yahoo.com.br (C. Córdova).

A B S T R A C T

The present text will deal with aspects that should be carefully taken into account by researchers with the purpose of establishing sample size in studies in the areas of health, physical capacities and human development. It is important to highlight that sample calculation is not an exact science, and, as such, it requires realistic suppositions before estimation. It is observed that, despite great biotechnological advances that have contributed to faster scientific production, it is of vital importance that researchers commit to respect premises that enable the quality of the scientific work. In this regard, appropriate specifications of sample size grant internal validity to the study and must be a mandatory requisite for research projects approval.

© 2015 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

Pesquisas são conduzidas para diferentes propósitos. Talvez o interesse do pesquisador seja em evidenciar diferença entre tratamentos em termos de parâmetros previamente definidos, como os efeitos adversos ou fatores de risco. Da mesma forma, estudos podem ser delineados com o propósito de investigar a associação entre características de interesse ou, em termos de estimativas populacionais, a prevalência de um evento¹. Nesse cenário, técnicas para o dimensionamento de amostras destacam-se como estratégias críticas tanto para a apropriada estimação dos parâmetros populacionais, quanto para a decisão de rejeitar ou não a hipótese nula (H_0). Resultados obtidos a partir de amostras subdimensionadas concorrem para conclusões equivocadas quando a não rejeição da H_0 está associada a um erro tipo II (sua não rejeição, embora H_0 seja falsa). Por outro lado, quando a seleção de participantes extrapola o quantitativo racional, verifica-se desperdício desnecessário de recursos e conduta ética inadequada. Ademais, eleva-se a probabilidade de se observar diferenças estatisticamente significativas, ainda que tal diferença não tenha nenhuma relevância biológica ou clínica. O presente artigo apresentará posicionamento crítico sobre a importância do cálculo amostral para conferir validade interna aos estudos na pesquisa em educação física e áreas afins.

Ponto de vista

O paradigma das ciências da saúde é constituído por teorias, métodos e técnicas de investigação, onde as ciências exatas ocupam posição de destaque, com particular ênfase a estatística aplicada². Com o advento do computador e o contínuo desenvolvimento de modernas tecnologias de *hardwares*, número crescente de poderosas ferramentas (*softwares*) tem contribuído para a maior agilidade de processamento, poder para análise dos dados e elaboração de modelos estatísticos que, potencialmente, ajudam a explicar a complexidade dos fenômenos investigados. Por outro lado, mesmo com todo o avanço científico e velocidade na divulgação desse conhecimento, ainda preservamos em nossa cultura antigos hábitos deterministas de nossos ancestrais – a predisposição/condicionamento de estabelecer relações de causa e efeito – e, desse modo, ignoramos as dimensões das incertezas intrínsecas aos métodos quantitativos². O dimensionamento de amostras é mais um exemplo dessa contradição. É muito comum em publicações científicas verificarmos que os resultados foram baseados arbitrariamente em tamanhos amostrais de conveniência, ou seja, sem qualquer fundamentação probabilística. Quando indagamos sobre a fundamentação teórica, é corriqueiro afirmar-se que 30 participantes ($n=30$) é um bom número, ou ainda, 10 indivíduos por grupo são suficientes ($n=10$), porque outro trabalho com o mesmo delineamento também utilizou esses números (i.e. *viés de confirmação*). A falha em não fundamentar o tamanho

amostral não é fato recente. Por exemplo, Moher et al.³ verificaram que em amostra constituída por 102 estudos que não rejeitaram H_0 , somente 36% apresentaram poder suficiente ($1 - \beta = 80\%$) para detectar uma relativa diferença de 50% entre grupos. Portanto, esses resultados confirmam que a apropriada especificação do tamanho amostral, particularmente na etapa de planejamento do poder do estudo (i.e. *a priori power analyses*) é comumente negligenciada. Em análises de poder *a priori*, o tamanho da amostra é calculado como função relativa do poder exigido ($1 - \beta$), o nível de significância pré-especificado (α) (fig. 1A) e a magnitude mínima do efeito populacional (i.e. *effect size*) a ser detectado com probabilidade ($1 - \beta$)⁴. Quando a magnitude do efeito cresce, a relação entre as probabilidades para os 2 tipos de erros também é modificada (fig. 1B).

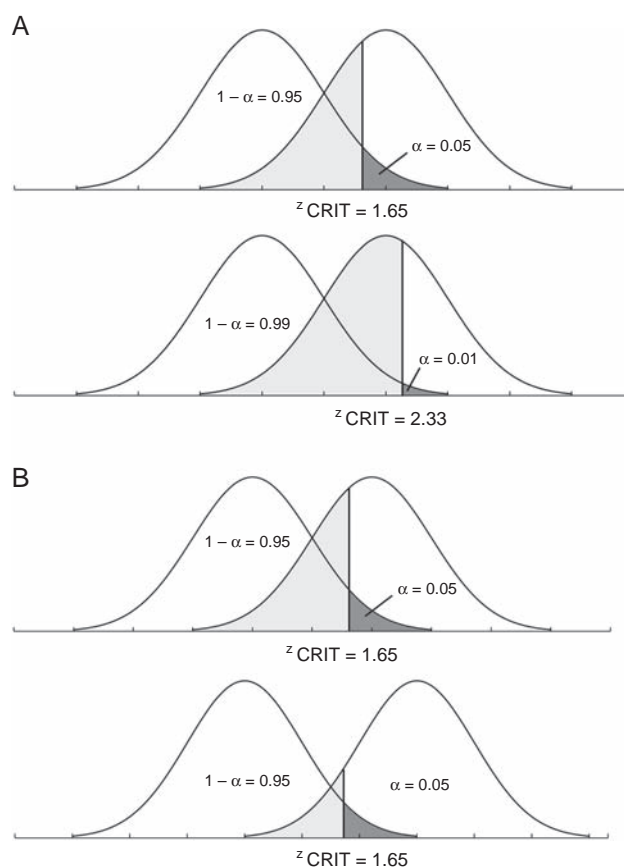


Figura 1. A. Representação gráfica ilustrando a relação entre valores de (α) e (β). B. Representação gráfica que ilustra a relação entre as probabilidades para os erros tipo I e tipo II quando a magnitude dos efeitos (*effect size*) é alterada.

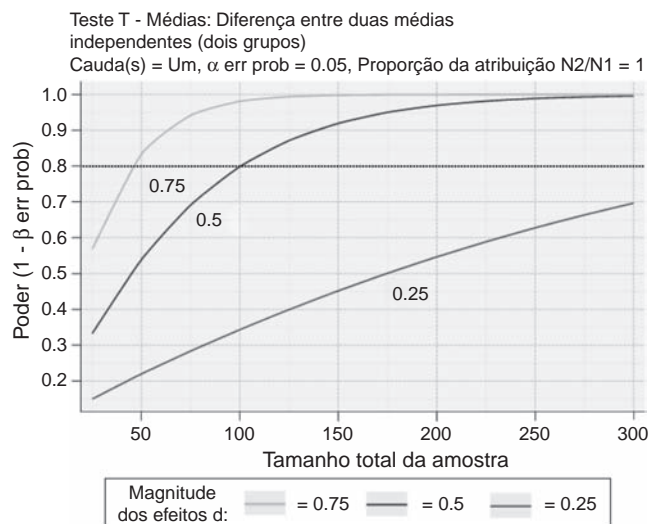


Figura 2. Exemplo da influência da magnitude do efeito (d) sobre o tamanho da amostra e do poder do teste ($1 - \beta$), $\alpha = 0.05$. Utilizou-se o software G*Power versão 3.1.9.2 para um poder de 80% é necessária uma grande amostra ($n > 300$) para se detectar um pequeno efeito ($d = 0.25$) em relação a efeitos de médio ($d = 0.50$) a grande magnitude ($d = 0.75$) ($n = 100$ e $n < 50$, respectivamente).

É importante ressaltar que existem cenários onde o dimensionamento de amostras *a priori* não é algo factível. Por exemplo, em estudos que contemplam amostras muito seletas e, portanto, pequenas, como no caso de doenças raras ou com atletas de alto rendimento. Nesse panorama, os cálculos amostrais *a posteriori* (i.e. *post hoc power analyses*) são justificados e pertinentes, uma vez que disponibilizam para a literatura especializada estimativas de parâmetros – médias, medidas de dispersão e precisão adequada para a magnitude mínima do efeito – para futuros trabalhos. Para grande parte das medidas contínuas, convencionou-se o limiar de 0.20 para a diferença de médias e de 0.10 para correlações⁴.

Da mesma forma, é fundamental que pesquisadores que trabalham, tanto com modelos humanos, quanto animais, justifiquem o número de indivíduos a serem incluídos ao Comitê de Ética em Pesquisa, entidade responsável pelo parecer da proposta da pesquisa, cuja responsabilidade inclui a análise das justificativas técnicas sobre a casuística sugerida ao estudo⁵. Nesse sentido, como grande parte dos trabalhos que contemplam desenhos experimentais ou observacionais envolve a formalização de testes de hipóteses, dados coletados a partir de experimentos exploratórios ou de estudo piloto devem ser utilizados a fim de responder a algumas poucas questões, porém, necessárias para a apropriada estimativa do tamanho amostral:

- Qual a margem de erro, absoluta ou relativa, desejada na variação dos resultados?
- Qual a probabilidade ou o risco associado com os resultados desejados?
- Qual a estimativa da dispersão das variáveis envolvidas na investigação?

Embora a análise de poder do teste seja indispensável para decisões estatísticas fundamentadas, somente a partir da década de 80 é que gráficos⁶ e tabelas de poder⁴ foram suplementados por programas de análises de poder de testes. Alguns disponibilizados gratuitamente, como o programa G*Power (fig. 2), e com evidentes vantagens aos usuários: eficiência, precisão e facilidade de operacionalização⁷. Alternativa mais recente e de livre acesso é a planilha de Excel[®] para cálculo amostral para inferências baseadas em magnitudes⁸.

Nesse cenário, é notório o grande avanço que essa tecnologia tem proporcionado para a aplicação prática desse conhecimento. Entretanto, é importante ressaltar que a agilidade e a aparente facilidade na seleção dos itens exibidos em caixas de textos (programas que rodam em plataforma Windows) dependem de prévio *background* teórico baseado em algoritmos numéricos e métodos estatísticos. Ademais, devemos ter em mente a responsabilidade e o compromisso em respeitar premissas que habilitam a qualidade do trabalho científico, não somente para a publicação em periódicos e comunicados científicos, como também com exigência ética.

Recomendações finais

Em síntese, a apropriada especificação do tamanho amostral confere validade interna ao estudo e deve ser requisito para a aprovação de protocolos de pesquisa e a publicação de trabalhos em revistas científicas. Deve ser realizada no momento do planejamento do estudo por cientistas com domínio do tema. Em trabalhos publicados, os autores devem fornecer informações detalhadas quanto aos cálculos e procedimentos utilizados, a fim de justificar a casuística do estudo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

Daniel A. Boullosa pelas contribuições na leitura do texto.

Bibliografia

- Nayak BK. Understanding the relevance of sample size calculation. *Indian J Ophthalmol*. 2010;58:469–70.
- Pereira JC. Tamanho de amostra: uma necessidade real ou um capricho cultural. *Arteríola*. 2002;4:13–6.
- Moher D, Dullberg CS, Wells GA. Statistical power, sample size, and their reporting in randomized controlled trials. *JAMA*. 1994;272:122–4.
- Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates; 1988. p. 590.
- Dell RB, Holleran S, Ramakrishnan R. Sample size determination. *ILAR J*. 2002;43:207–13.
- Scheffe H. *The analysis of variance*. New York: John Wiley & Sons; 1999.
- Goldstein R. Power and sample size via MS/PC-DOS computers. *Am Estacion*. 1989;43:253–60.
- Hopkins W. Estimating sample size for magnitude-based inferences. *Sportscience*. 2006;10:63–70 [12/05/2014]. Em [http://www.sportsci.org/2006/wghss.htm].



Revisión

Efectos del ejercicio físico y pautas básicas para su prescripción en la enfermedad de Alzheimer



C.M.C. Nascimento^{a,b,*}, S. Varela^b, C. Ayan^b y J.M. Cancela^b

^a Laboratorio de Envejecimiento y Actividad Física (LAFE), Instituto de Biociencias, Departamento de Educación Física, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Rio Claro, Rio Claro, São Paulo, Brasil

^b Grupo HealthyFyt, Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte, Universidad de Vigo, Vigo, Pontevedra, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de mayo de 2013

Aceptado el 16 de febrero de 2015

Palabras clave:

Enfermedad de Alzheimer

Cognición

Ejercicio físico

Personas mayores

Keywords:

Alzheimer's disease

Cognition

Physical exercise

Elderly

R E S U M E N

El presente estudio tiene como objetivo actualizar el estado del arte con respecto a los beneficios potenciales que el ejercicio físico tiene sobre la enfermedad de Alzheimer. En primer lugar, se presentan los motivos por los que el ejercicio podría ser beneficioso, a través de la descripción de los efectos que su práctica tiene sobre aspectos metabólicos y neuropatológicos relacionados con esta enfermedad. En segundo lugar, se analizan las diferentes respuestas orgánicas que podrían ser moduladas a través del ejercicio y los cambios que este provoca en los marcadores biológicos de la enfermedad de Alzheimer. En tercer lugar, se muestran los hallazgos de los principales estudios que han propuesto la realización de programas de ejercicio en personas diagnosticadas de enfermedad de Alzheimer, a través de la descripción de los resultados obtenidos en los mismos. Finalmente, se presentan recomendaciones prácticas y propuestas de actuación para prescribir ejercicio físico en esta población.

© 2013 Consejería de Educación, Cultura 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/>).

Effects of physical exercise and basically orientations for prescription in Alzheimer's disease

A B S T R A C T

The aim of this study is to update the state of the art regarding the potential benefits of physical exercise on Alzheimer's disease. Firstly, the reasons why physical exercise may be beneficial are discussed through the impact that its performance has on the metabolic and neuropathological aspects related to this disease. Secondly, the different organic adaptations that could be modulated by means of exercising as well as the changes that could be induced through its practice on Alzheimer's disease biomarkers are analyzed. Thirdly, the findings of the main studies that have proposed the performance of exercise programs on people diagnosed with Alzheimer's disease are discussed through the description of the obtained results. Finally, some practical recommendations and guidelines for prescribing physical exercise on this population are shown.

© 2013 Consejería de Educación, Cultura 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/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: carla_unesp@yahoo.com.br (C.M.C. Nascimento).

Efeitos do exercício físico e diretrizes básicas para sua prescrição na doença de Alzheimer

R E S U M O

Palavras-chave:
Doença de Alzheimer
Cognição
Exercício físico
Idosos

O presente estudo tem como objetivo atualizar o estado da arte sobre os potenciais benefícios do exercício físico na doença de Alzheimer. Em primeiro lugar, as razões pelas quais o exercício pode ser benéfico, são apresentadas através da descrição dos efeitos de sua prática nos aspectos metabólicos e neuropatológicos da doença. Em segundo lugar, são analisadas as diferentes respostas orgânicas que podem ser moduladas através dos exercícios e as mudanças provocadas em marcadores biológicos da doença de Alzheimer. Em terceiro lugar, são mostrados os achados dos principais estudos que propuseram a realização de programas de exercício para pessoas diagnosticadas com doença de Alzheimer, por meio da descrição dos resultados obtidos da mesma. Finalmente, são apresentadas recomendações práticas e propostas de ação para prescrever exercício nesta população.

© 2013 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Se estima que hoy en día más de 30 millones de personas en el mundo tienen algún tipo de demencia¹, y se espera que esta cifra se eleve hasta los 80 millones en el año 2040². Según la Fundación Alzheimer España cerca de 700.000 personas padecen la enfermedad de Alzheimer (EA) en nuestro país, y cada año esta cifra puede verse incrementada en 100.000 personas. La Organización Mundial de la Salud define la EA como «una enfermedad cerebral primaria, de etiología desconocida, que presenta rasgos neuropatológicos y neuroquímicos característicos. El trastorno se inicia por lo general de manera insidiosa y lenta, evolucionando progresivamente durante un periodo de años». La EA se considera el tipo de demencia más común, cuyo proceso neurodegenerativo es, además de progresivo, irreversible, y se caracteriza por déficit cognitivos como amnesia, apraxia, agnosia, afasia y disfunción ejecutiva, siendo una de las causas principales de muerte entre las personas mayores³.

Actualmente se han realizado un buen número de investigaciones centradas en los beneficios de las terapias de tipo no farmacológico cuyos objetivos principales se basan en paliar y ralentizar el declive cognitivo y físico, así como mantener o mejorar la calidad de vida del paciente con EA⁴⁻⁶. Como consecuencia de las mismas, se ha señalado al ejercicio físico como una de las terapias no farmacológicas más importantes. Diversos estudios han mostrado los efectos beneficiosos que la práctica de ejercicio físico provoca en las personas mayores, tales como aumento de la salud en general, mejora de la función cognitiva o disminución de los niveles de depresión⁷. A pesar del aumento de la evidencia respecto a los beneficios del ejercicio en la salud y funcionalidad de las personas mayores con desórdenes cognitivos, los efectos del mismo en la EA, así como la concreción de los parámetros relativos a su prescripción son todavía poco conocidos, sobre todo para los profesionales de la actividad física y la salud. Por ello, esta revisión tiene como objetivo exponer los principales motivos por los que la práctica de ejercicio físico puede ayudar a ralentizar el proceso degenerativo de la EA, así como proponer una serie de pautas básicas que puedan servir como guía a la hora de prescribir ejercicio físico a este tipo de poblaciones.

Método

Se llevó a cabo una revisión de la literatura desde enero de 1990 hasta septiembre de 2014. Las bases de datos consultadas en este periodo fueron: *PsycINFO*, *Medline*, *Web of Science* y *SPORTDiscus*. Las palabras clave empleadas para el desarrollo de la búsqueda bibliográfica fueron: («*Physical Activity*» OR

«*Physical Therapy*» OR «*Physical Exercises*» OR «*Motor Intervention*») AND («*Elder*» OR «*Elderly*» OR «*Older*» OR «*Aging*» OR «*Aged*») AND («*Cognition*» OR «*Cognitive Function*» OR «*Cognitive Performance*») AND («*Alzheimer's Disease*» OR «*Alzheimer*»).

La selección de los artículos se efectuó teniendo en cuenta los siguientes criterios de inclusión: 1) estudios longitudinales (caso-control y abiertos) que evaluaran el efecto de un programa de ejercicios físicos regulares; 2) estudios con personas mayores (>65 años); 3) estudios que evaluaran alguna de las funciones cognitivas, y 4) muestras aleatorizadas y no aleatorizadas. Los criterios tenidos en cuenta para la exclusión de los estudios fueron los siguientes: 1) estudios que no evaluaran los efectos del ejercicio regular; 2) estudios con jóvenes, y 3) estudios que tuvieran otra variable dependiente que no fueran las funciones cognitivas.

Dos revisores analizaron los abstracts y clasificaron los estudios con base en los criterios previamente definidos. En caso de duda o dificultad un tercer revisor participaba en la decisión de incluir o no el estudio analizado.

Beneficios del ejercicio en personas con enfermedad de Alzheimer

El ejercicio puede tener efectos beneficiosos en la EA, retrasando el comienzo y ralentizando la progresión de la enfermedad, existiendo diversas razones que podrían explicar este hecho. Primero, algunos cambios metabólicos y neuropatológicos, centrados en las causas subyacentes de la enfermedad, pueden ser modificados mediante el ejercicio. Segundo, algunas anomalías psicológicas y orgánicas, las cuales acompañan el curso de la enfermedad, pueden ser mejoradas por diversas prácticas deportivas, tales como el aeróbico o el entrenamiento de la flexibilidad. A todo esto hay que añadir, como es lógico, que las personas con EA también se pueden beneficiar de los efectos saludables del ejercicio encontrados en personas mayores sanas.

Efectos metabólicos y neuropatológicos

β -amiloide y proteína Tau

La β -amiloide es una proteína anormal que está fuertemente relacionada con la formación de placas neuríticas, las cuales se caracterizan por el acúmulo de esta proteína en el medio extracelular, delineando el proceso degenerativo de la EA.

Existen evidencias biológicas que muestran que el ejercicio podría reducir dicha proteína. Así, algunos estudios testaron la hipótesis de que el ejercicio voluntario a largo plazo afectaría a la progresión normal de la enfermedad como neuropatología, usando

ratores transgénicos modificados genéticamente para exhibir cambios neuropatológicos⁸⁻¹¹. Todos estos estudios encontraron que la práctica de ejercicio crónico puede promover la disminución del acúmulo de las placas amiloides y reducir la formación de ovillos neurofibrilares.

Además de estos efectos histopatológicos, en los estudios clínicos, el ejercicio aparece como una estrategia comportamental sencilla, capaz de promover cierta resistencia al desarrollo de la neuropatología de la EA debido al estímulo que su práctica provoca en el manejo de variables neuropsicológicas y en el rendimiento cognitivo. Aunque el mecanismo por el que el ejercicio obtiene dichos efectos sigue sin estar claro, se barajan como posibles opciones ciertos cambios anatómicos, neuroquímicos y electrofisiológicos que se encuentran relacionados con la plasticidad neuronal.

Flujo sanguíneo cerebral

La disminución de la circulación sanguínea cerebral en el rendimiento cognitivo en personas mayores es un hecho conocido¹². En personas con EA, frecuentemente se ha observado una reducción de este factor en mayor medida¹³. A este respecto, conviene señalar que se ha confirmado que la práctica de ejercicio físico aeróbico incrementa el flujo sanguíneo cerebral como consecuencia del aumento de la actividad neuronal y del metabolismo, favoreciendo el correcto funcionamiento de este mecanismo, que garantiza el aporte adecuado de oxígeno al cerebro^{14,15}.

Ante esta situación, podemos entonces considerar que uno de los mecanismos de prevención o tratamiento coadyuvante en las enfermedades neurodegenerativas, capaz de estimular el rendimiento cognitivo de las personas mayores, puede ser la práctica regular de ejercicio físico, con la finalidad de mejorar la perfusión cerebral, así como promover una mayor activación neuronal. De este modo, Lucas et al.¹⁶ encontraron ciertos beneficios de la práctica de ejercicio aeróbico en personas tanto jóvenes como ancianas que presentaban amplias alteraciones en los perfiles metabólicos y cambios en la estructura vascular de las vías antioxidantes. Dichos beneficios se concretaron en el crecimiento de nuevas redes de vascularización, el aumento del número y la mejora de la estructura de los capilares, y el incremento de las sinapsis.

Hipometabolismo y acetilcolina

Aunque no existe acuerdo sobre la cuestión de si el metabolismo cerebral reducido en la EA precede a la hipoperfusión o viceversa¹⁷, ciertos indicios apuntan a una disminución en la ratio metabólica cerebral responsable de la concentración de glucosa en dicha dolencia. Se han encontrado evidencias que apoyan el concepto de que la EA está fundamentalmente relacionada con alteraciones metabólicas que surgen de una reducción progresiva de la capacidad del cerebro para utilizar glucosa y un incremento en su resistencia a la acción de la insulina^{18,19}. Las alteraciones en la captación de insulina por parte del cerebro contribuyen a la neurodegeneración debido a los mecanismos de aceleración de la fosforilación de la proteína Tau y a las mayores expresiones y acumulación de proteína β -amiloides. Como consecuencia se intensifica la formación de placas neuríticas y se generan especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, de modo que los niveles de estrés oxidativo intensifican todavía más el proceso degenerativo neuronal²⁰.

Por otra parte, el proceso neuropatológico de la EA indica una pérdida específica de las neuronas colinérgicas en el núcleo basal de Meynert, tal y como lo demuestra la reducción en el contenido de acetilcolina encontrada en este tipo de pacientes²¹. La acetilcolina es un neurotransmisor involucrado en la regulación de muchas de las actividades cognitivas y de comportamiento²², por lo que es importante presentar adecuados niveles de concentración de la misma. Dado que el metabolismo de los hidratos de carbono es importante en la síntesis de la acetilcolina²³, presumiblemente

el mejorar la oxidación de los hidratos de carbono podría ser un método apropiado para conseguir esta meta. En este sentido, el ejercicio físico puede ejercer una doble función. Primero, porque hay evidencia clínica de que el ejercicio aeróbico mejora los niveles de glucosa en sangre y contribuye a la regulación de la homeostasis de la glucosa²⁴, y segundo, porque estimula la expresión génica de factores de crecimiento neurales directamente ligados al fenómeno de la neurogénesis, a la producción y función de los neurotransmisores, y a la sinaptogénesis, especialmente en la región del hipocampo, donde el proceso degenerativo de la EA es más severo⁴. A este respecto conviene señalar que las vías de regulación de muchos neurotransmisores mejoran su función de aferencia en el hipocampo, aumentando la eficiencia del sistema colinérgico, que se traduce en un incremento significativo de la liberación de acetilcolina²⁵.

Efectos sobre los biomarcadores

Además de los cambios en la cognición, la atención de los estudios se ha dirigido hacia los procesos y cambios histológicos y neuroquímicos inducidos por la práctica de ejercicio físico^{26,27}. Como consecuencia, las últimas investigaciones sobre los efectos potenciales del ejercicio físico en la EA se han venido centrado en el estudio del comportamiento de los marcadores neurotróficos e inflamatorios ante la práctica de ejercicio, como modo definitivo de confirmar los beneficios de su práctica en esta afección.

Marcadores neurotróficos

Entre los probables mecanismos que pudieran explicar los efectos del ejercicio físico en la EA se encuentran los factores neurotróficos, especialmente el factor neurotrófico derivado del cerebro (FNDC; en inglés: *brain-derived neurotrophic factor*, BDNF), objeto de estudio de las investigaciones más recientes a este respecto. El FNDC es una proteína de la familia de las neurotrofinas que puede incidir de modo positivo en la funcionalidad cerebral por medio del desarrollo neuronal y del mantenimiento de la plasticidad cerebral y sináptica²⁸. Actualmente se sabe que las personas mayores, con o sin demencia, tienden a presentar concentraciones más bajas de FNDC como consecuencia de la pérdida de neuronas que acompaña al proceso de envejecimiento²⁹, y que afectan a su rendimiento cognitivo³⁰. En las personas con EA, la concentración de FNDC se encuentra mucho más reducida³¹, lo que puede ser un indicativo más de la implicación de esta neurotrofina en el desarrollo de la enfermedad.

La práctica de actividad física ha sido asociada con mejoras significativas en las funciones cognitivas³². Muchas evidencias consistentes señalan como responsable al aumento en la síntesis de FNDC, que parece ser consecuencia directa de la práctica de ejercicio físico^{33,34}. De este modo, algunos estudios experimentales han postulado que la práctica de actividades aeróbicas genera una elevación en las concentraciones circulantes y centrales de FNDC, que se reflejan en una mejor función neuronal, plasticidad sináptica y creación de nuevas celdas en el sistema nervioso^{35,36}, sobre todo en la región del hipocampo³⁷, especialmente afectada en la EA. Así, muchas evidencias señalan una asociación entre los beneficios del ejercicio físico a intensidad moderada con la producción del FNDC en el funcionamiento cognitivo, en la prevención y en el tratamiento de la EA en personas mayores³⁸⁻⁴⁰. Recientemente un estudio⁴¹ ha demostrado que los ejercicios multimodales tienen un efecto positivo, al aumentar las concentraciones de FNDC en ancianos con deterioro cognitivo, y estos cambios fueron independientes del genotipo para la producción del FNDC (val66met). Así que, aunque tengamos un factor genético de riesgo para baja producción de FNDC, el ejercicio puede ayudar a mejorar la cognición y los niveles de FNDC.

Los mecanismos por los cuales el ejercicio genera la respuesta de síntesis de FNDC no han sido definitivamente aclarados. Una posible explicación radica en el aumento de la producción de plaquetas, ya que contienen el micro-ARN para la producción de FNDC que parece ocurrir tras la práctica de actividad física⁴². En definitiva, parece confirmado que la práctica de ejercicio físico es una alternativa eficiente, que promueve la elevación de las concentraciones de FNDC y, por lo tanto, mejora el rendimiento cognitivo y la funcionalidad cerebral.

Marcadores inflamatorios

Los procesos histopatológicos de la EA, especialmente en relación con la formación de las placas seniles y los ovillos neurofibrilares, están fuertemente relacionados con las vías inflamatorias y con la activación de las células de la glía⁴³. De manera general se acepta que el ejercicio provoca una elevación de la citocina conocida como interleucina 6, que sirve de estímulo para elevar la producción de otros factores antiinflamatorios y reducir las concentraciones de factores proinflamatorios como la citocina denominada factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α)⁴⁴. A este respecto, existen estudios de diversa naturaleza que han confirmado la reducción en la concentración de citocinas proinflamatorias tras la realización de ejercicio físico en poblaciones sanas^{45,46}. En una reciente investigación, en la que se analizó el papel de los marcadores inflamatorios, en personas con deterioro cognitivo, se pudo demostrar que estos ancianos presentaban niveles más altos de interleucina 6 y TNF- α , en comparación con personas mayores cognitivamente saludables. Además, tras realizar 16 semanas de ejercicios multimodales, los individuos con deterioro cognitivo bajaron los niveles de estos marcadores de inflamación y mejoraron su cognición, en comparación con los individuos cognitivamente preservados⁴⁷.

En lo referente a las enfermedades asociadas a inflamaciones crónicas de bajo grado y que se encuentran mediadas por la producción de sustancias que promueven la disminución de factores proinflamatorios, especialmente el TNF- α y la interleucina 1 beta, también se ha especulado con la existencia de un efecto protector inherente a la práctica de ejercicio físico, aunque la evidencia proviene de estudios en animales de laboratorio. Así, Belarbi et al.⁴⁸ verificaron que el ejercicio físico fue capaz de modular las concentraciones de dichos marcadores en modelos de la EA. Igualmente, Nichol et al.⁴⁹ demostraron que el ejercicio físico fue efectivo en la reducción de la respuesta crónica proinflamatoria, con disminución de los niveles de TNF- α y especialmente de interleucina 1 beta (que se mostró relacionada con la mejora en la resolución de tareas cognitivas), en una región específica y clave para la EA como es el hipocampo. Este proceso constituye una posible explicación para las mejoras cognitivas obtenidas por personas con EA tras iniciarse en la práctica regular de ejercicio físico.

Efectos del ejercicio en la enfermedad de Alzheimer: evidencia científica

Las evidencias que demuestran que el ejercicio físico es una herramienta útil como estrategia no farmacológica en el tratamiento de la EA están creciendo, pero todavía muchos de los estudios realizados muestran debilidades metodológicas. En este apartado se presentan las características de las principales investigaciones de relevancia publicadas hasta el momento. Uno de los primeros estudios sobre los efectos del ejercicio en la EA fue desarrollado por Pallechi et al.⁵⁰, quienes mostraron que los pacientes que se encontraban en fase leve o moderada de la enfermedad mejoraban su atención y sus capacidades verbal y cognitiva tras participar en un entrenamiento de 3 meses de duración, basado en la realización de 20 min de trabajo en bicicleta estática, 3 veces por semana. Sin embargo, los resultados obtenidos están directamente

afectados por 2 grandes debilidades metodológicas en el diseño de la investigación, tales como el reducido tamaño de la muestra y la ausencia de un grupo control. Similares problemas metodológicos están presentes en el trabajo de Arkin⁵¹, quien, empleando un programa de entrenamiento más complejo (basado en sesiones de entrenamiento aeróbico y de fuerza), encontró mejoras en la condición física y el estado de ánimo de los pacientes. Un estudio un poco más complejo (pero sin grupo control) fue el realizado por Rolland et al.⁵², en el que un grupo de 23 personas, en estadio de moderado a severo de EA, realizaron actividad aeróbica (caminar o montar en bicicleta) durante una media de 7 semanas. Se obtuvieron mejoras a nivel cognitivo y se redujeron los riesgos de caída y los problemas de comportamiento. A pesar de estos resultados, no hubo cambios significativos en la autonomía funcional de los pacientes.

Otro asunto controvertido, que refleja la dificultad de llevar a cabo este tipo de estudios, es intentar clarificar el rol de la estimulación cognitiva, bien sea sola, bien combinada con el entrenamiento físico. A este respecto, Friedman y Tappen⁵³ distribuyeron 30 pacientes con EA en 2 grupos, uno de ellos caminaba de forma individual durante 30 min, 3 veces por semana durante 10 semanas; el otro, se dedicó a conversar la misma cantidad de tiempo. Después del periodo de intervención, las habilidades verbales y no verbales mejoraron significativamente en el grupo que caminaba sobre el grupo que solo conversaba, lo que evidencia que el ejercicio físico es la mejor manera de enriquecer la comunicación y no solo la estimulación cognitiva. Sin embargo, una sesión de 20 min de actividad física (caminar para los pacientes más capaces o flexoextensión de brazos y piernas para los menos capacitados) no presentó diferencias significativas en el lenguaje o el reconocimiento verbal en un grupo de 25 pacientes con EA, mientras que una sola sesión de 20 min de actividades combinadas de estimulación cognitiva y de comunicación indujo mejoras significativas en los mismos indicadores. Estos resultados muestran que la estimulación física no es tan útil en el aumento de la función cognitiva en los pacientes con EA, mientras que actividades de estimulación cognitiva pueden ser más específicas para inducir cambios en estos dominios.

En la misma línea, Tappen et al.⁵⁴ compararon la eficacia de 3 intervenciones diferentes (caminar con ayuda, hablar o caminar mientras se habla) en 65 pacientes con EA. La intervención consistía en sesiones de 30 min, 3 veces por semana durante un periodo de 16 semanas. Los resultados indicaron que los pacientes con EA que participaban en la terapia combinada mejoraron la adherencia al ejercicio y mostraron menos deterioro funcional que los demás. Sin embargo, en una intervención similar, los pacientes que recibieron la terapia combinada (hablar y caminar) no mostraron diferencias significativas al caminar ni a nivel comunicativo ni funcional, cuando se compararon con pacientes que solo hablaban, o aquellos que no recibían ningún tipo de intervención⁵⁵. Similares resultados se encontraron tras el desarrollo de un tipo de entrenamiento combinado compuesto de ejercicio aeróbico, de flexibilidad y de musculación, simultaneado con estimulación cognitiva (atención) y sensorial (tacto, audición y visión)⁵⁶. Esta ausencia de resultados significativos podría deberse a la falta de potencia estadística ($n = 13$) y a la corta duración del programa (8 semanas). Por el contrario, Christofolletti et al.⁵⁷ sí encontraron mejoras a nivel cognitivo en personas con EA tras la práctica de ejercicio físico combinada con técnicas de fisioterapia y terapia cognitiva.

Los estudios recientes aportan resultados más prometedores. Así, el ejercicio predominantemente aeróbico ha mostrado tener efectos positivos en la capacidad de equilibrio y en el rendimiento cognitivo de personas con EA⁵⁸. En esta línea, la combinación de ejercicio físico con tareas cognitivas se mostró igualmente efectivo⁵⁹.

En lo que respecta al efecto del ejercicio en otros síntomas de la EA, un programa comunitario diseñado para mejorar la condición física de los pacientes, y destinado a formar a sus cuidadores en la

Tabla 1

Características de los estudios clínicos acerca de los efectos del ejercicio físico en la cognición de personas mayores

Autor	N	Intervención			Resultados
		Tipo	Duración	Intensidad	
Palleschi et al. ⁵⁰ (1996)	15	Trabajo en bicicleta estática	20 min por sesión, 3 veces por semana durante 12 semanas	70% de la frecuencia cardíaca máxima	Mejora en la atención y en la capacidad verbal y cognitiva
Arkin ⁵¹ (1999)	24	Trabajo en cinta rodante y bicicleta estática. Entrenamiento con pesas y ejercicios de flexibilidad y equilibrio	30 min para la parte aeróbica y 2 series de 10-12 repeticiones para los ejercicios de fuerza, 3 veces por semana durante 10 semanas	Incrementos semanales de tiempo (1 min hasta que llegasen a los 30 min) para la parte aeróbica e incrementos de aproximadamente 1-2 kg en el trabajo con pesas	Mejora/manutención de las funciones cognitivas globales por un periodo de hasta 4 años después de la conclusión de la intervención
Rolland et al. ⁵² (2000)	23	Trabajo aeróbico en cinta rodante y bicicleta estática	35 minu (10-80 min) de ejercicios aeróbicos, durante una media de 7 semanas (5-12 semanas)	Ajuste personal de cargas	Mejora en las funciones cognitivas y en los síntomas conductuales
Friedman y Tappen ⁵³ (1991)	30	Grupo I: actividades sociales; Grupo II: caminata + actividades sociales	30 min de caminata, durante 3 días por semana, durante 10 semanas	-	Mejora en la conversación y el lenguaje en el grupo combinado (II)
Tappen et al. ⁵⁴ (2002)	55	Grupo I: actividades sociales + caminata; Grupo II: actividades sociales; Grupo III: sin intervención	30 min de caminata, 3 días por semana, durante 16 semanas	-	El grupo que hizo caminata ha presentado mejoras en la capacidad de lenguaje y en el nivel funcional
Cott et al. ⁵⁵ (2002)	74	Grupo I: actividades sociales + caminata; Grupo II: actividades sociales; Grupo III: sin intervención	30 min de caminata, 5 días por semana, durante 16 semanas	-	El grupo que hizo la actividad combinada (I) ha presentado mejoras en la capacidad de comunicación
Heyn ⁵⁶ (2003)	13	Estimulación cognitiva y sensorial asociada a ejercicios generalizados (flexibilidad, fuerza y aeróbicos)	3 sesiones semanales por un periodo de 8 semanas	-	Manutención de las funciones cognitivas
Christofoletti et al. ⁵⁷ (2008)	54	Grupo I: actividades multidisciplinares de educación física, fisioterapia y terapia ocupacional; Grupo II: fisioterapia sola; Grupo III: sin intervención	Grupo I: 5 sesiones semanales de 2 h cada una; Grupo II: 3 sesiones semanales de 1 h cada una; Grupo III: sin intervención	-	El Grupo I tuvo mejoras en el equilibrio. Los Grupos I y II tuvieron atenuación de los perjuicios cognitivos
Hernandez et al. ⁵⁸ (2010)	16	Grupo I: actividades físicas generalizadas; Grupo II: sin intervención	60 min de sesión, 3 sesiones por semana durante 24 semanas. Ejercicios generalizados y aeróbicos, juegos recreativos, actividades de baile y estiramientos	El programa de ejercicios fue prescrito de acuerdo con la capacidad de realización de los participantes y las sobrecargas fueron aplicadas individualmente	Mejora en el equilibrio y la movilidad del grupo que hizo la intervención. Manutención de las funciones cognitivas, mientras el grupo sedentario tuvo perjuicios en esta variable
Pedroso et al. ⁵⁹ (2012)	21	Grupo I: ejercicios físicos generalizados asociados a estimulación cognitiva (tareas dobles); Grupo II: sin intervención	60 min por sesión, 3 sesiones por semana de ejercicios aeróbicos, coordinación, fuerza, flexibilidad, agilidad y equilibrio. Mientras realizaban el ejercicio físico los participantes hacían tareas cognitivas. El programa tuvo una duración de 16 semanas	Intensidad moderada con ajustes de carga personales y control por medio de frecuencímetros	Mejora en la movilidad funcional, equilibrio y funciones ejecutivas de los participantes del Grupo I
Teri et al. ⁶⁰ (1998)	30	Programa de ejercicios conducido por los cuidadores con orientación de los profesionales	3 sesiones por semana de ejercicios aeróbicos, de fuerza, equilibrio y flexibilidad por un periodo de 12 semanas	30 min de caminata gradualmente aumentada de acuerdo con el desempeño de los participantes, y una serie de 12 repeticiones para fuerza con incrementos de cargas graduales (0,2-2,5 kg) individuales	Mejoras en los estadios afectivos de humor y en los desórdenes de comportamiento
Stella et al. ⁶² (2011)	32	Grupo I: ejercicios físicos generalizados aeróbicos; Grupo II: sin intervención	Sesiones de 60 min, 3 días por semana, durante 24 semanas. Ejercicios de caminar, bailar y movimientos con los miembros superiores y inferiores	Los ajustes de sobrecarga eran realizados periódicamente a cada cambio de fase de la intervención individualmente	Mejora en los trastornos neuropsiquiátricos y síntomas depresivos de los pacientes y reducción del estrés del cuidador

Tabla 1 (continuación)

Autor	N	Intervención			Resultados
		Tipo	Duración	Intensidad	
Nascimento et al. ⁶³ (2012)	20	Grupo I: ejercicios físicos asociados a tareas cognitivas simultáneas (tarea doble); Grupo II: sin intervención	Sesiones de 60 min, 3 días por semana durante 24 semanas. Ejercicios generalizados para coordinación, resistencia de fuerza y equilibrio	Intensidad moderada (70% de la FCM)	Mejora en los trastornos neuropsiquiátricos y en el desempeño de las actividades instrumentales de la vida diaria
Vaughan et al. ⁶⁴ (2014)	49	Ejercicios cardiovasculares, resistencia de fuerza y aptitud motora	Sesiones de 60 min, 2 días por semana durante 16 semanas	Intensidad moderada	Mejora en las funciones físicas, cognitivas y en los niveles de BDNF
Nascimento et al. ⁶⁵ (2014)	35	Ejercicios físicos multimodales (flexibilidad, equilibrio, coordinación, aeróbico y resistencia de fuerza)	Sesiones de 60 min, 3 días por semana durante 24 semanas. Ejercicios generalizados para coordinación, resistencia de fuerza y equilibrio	Intensidad moderada (70% de la FCM)	Mejora en los trastornos del sueño y en las actividades funcionales e instrumentales de la vida diaria
De Andrade et al. ⁶⁶ (2013)	30	Grupo I: ejercicios físicos generalizados asociados a estimulación cognitiva (tareas dobles); Grupo II: sin intervención	60 min por sesión, 3 sesiones por semana de ejercicios aeróbicos, coordinación, fuerza, flexibilidad, agilidad y equilibrio. Mientras realizaban el ejercicio físico los participantes hacían tareas cognitivas. El programa tuvo una duración de 16 semanas	Los ajustes de sobrecarga eran realizados periódicamente a cada cambio de fase de la intervención individualmente	Mejora en las funciones frontales, en el control postural y en la capacidad funcional de personas con EA
Martins Vital et al. ⁶⁷ (2012)	37	Grupo I: programa de ejercicios de resistencia de fuerza; Grupo II: actividades sociales	3 sesiones semanales, 16 semanas de duración. Cinco ejercicios para los principales grupos musculares: 3 series de 20 repeticiones con 2 min de recuperación	85% de la carga determinada en un test de 20 repeticiones máximas previo. El reajuste ocurrió cada 15 días	Los participantes no presentaron efecto en las funciones cognitivas
Garuffi et al. ⁶⁸ (2013)	34	Grupo I: programa de ejercicios de resistencia de fuerza; Grupo II: actividades sociales	3 sesiones semanales, 16 semanas de duración. Cinco ejercicios para los principales grupos musculares: 3 series de 20 repeticiones con 2 min de recuperación	85% de la carga determinada en un test de 20 repeticiones máximas previo. El reajuste ocurrió cada 15 días	Mejora en los parámetros funcionales de las actividades de la vida diaria, movilidad, equilibrio y fuerza en los participantes del Grupo I
Suttanon et al. ⁶⁹ (2013)	40	Grupo I: ejercicios realizados en el hogar con equilibrio, fortalecimiento y caminatas (fisioterapeuta); Grupo II: un programa de educación (control) (terapeuta ocupacional)	El programa fue desarrollado con 6 meses de acompañamiento. Los profesionales hicieron 6 visitas en el hogar y 5 llamadas. Los cuidadores deberían aplicar los ejercicios recomendados	-	Mejora en el equilibrio y la movilidad con reducción en el riesgo de caídas de personas con EA

planificación y prescripción de las cargas de entrenamiento, resultó ser eficaz a la hora de mejorar el estado de ánimo de los enfermos. Tras 3 meses de intervención, los investigadores concluyeron que los pacientes con EA que entrenaban con sus cuidadores fueron más activos, mejoraron tanto su estado físico como afectivo, y tuvieron menos síntomas depresivos⁶⁰. Estos resultados se confirmaron en una investigación más completa que implicó a un mayor número de pacientes⁶¹.

En un estudio más reciente Stella et al.⁶² observaron una reducción en las alteraciones de tipo neuropsiquiátrico y en los síntomas depresivos de los pacientes que participaron en un programa de ejercicio aeróbico de 6 meses de duración. Dichos beneficios se tradujeron en una reducción de la sobrecarga y del estrés del cuidador. Del mismo modo, Nascimento et al.⁶³ verificaron una reducción en la irritabilidad de pacientes con EA que participaron en un programa de ejercicio físico, frente a aquellos que fueron incluidos en un grupo control. Vaughan et al.⁶⁴ recientemente han demostrado que un programa de 16 semanas de ejercicios multimodales ha mejorado las funciones cognitivas y físicas, además de aumentar los niveles de FNDC. Nascimento et al.⁶⁵, en otra investigación, también evaluaron los efectos de intervenciones multimodales en

personas con EA leve y moderada. Sus resultados verificaron que los participantes mejoraron sus quejas de sueño y su desempeño en las actividades instrumentales y la funcionalidad. Otro estudio reciente de Andrade et al.⁶⁶ ha demostrado que 16 semanas de kinesioterapia multimodal pueden promover mejoras significativas en el control postural y en las funciones frontales de personas con EA.

Considerando los efectos del entrenamiento de ejercicios con pesas, Martins Vital et al.⁶⁷ y Garuffi et al.⁶⁸ aplicaron un mismo protocolo de 16 semanas en pacientes con EA leve y moderada. Los 2 análisis demostraron que este tipo de entrenamiento fue eficaz para la mejora de los aspectos físicos y funcionales, como la fuerza, la agilidad, la flexibilidad y el equilibrio, pero no mejoró la cognición en personas con EA.

Con una propuesta un poco diferenciada, Suttanon et al.⁶⁹ verificaron los efectos de 2 intervenciones realizadas en el hogar de los pacientes. Un grupo realizaba actividades de fortalecimiento y caminatas (fisioterapeuta), mientras otro llevaba a cabo un programa de 6 meses en el hogar solo con actividades educacionales (terapeuta ocupacional). El grupo de personas con EA que practicó ejercicios ha presentado mejoras en el equilibrio y la movilidad, y reducción del riesgo de caídas (tabla 1).

Tabla 2
Estructura de una sesión

Estructura sesión	Tiempo (min)	Tipo de ejercicio	Objetivo
Movimientos generales	3	Mano tocando nariz, rodilla, hombro, etc.	Calentamiento
Movilidad EESS	3	Flexión, extensión y rotación de las articulaciones presionando o haciendo rodar una pelota	Amplitud articular
Ejercicios fuerza	5	Empujar, tirar, levantar, con o sin implementos o con un compañero	Fortalecimiento
Motricidad fina	5	Movilidad dedos, hacer bolas de papel, tocar con la extremidad derecha la extremidad izquierda, etc.	Coordinación
Movilidad EEII	5	Rotación de tobillos, flexión de rodillas, etc.	Amplitud articular
Ejercicios EEII	15	Sostener una pelota entre las piernas, caminar en diferentes direcciones (con o sin obstáculos) o elevar una pierna	Equilibrio y fuerza
Juegos	5	Pasarse una pelota de goma, dar palmadas siguiendo el ritmo, etc.	Socialización
Relajación		Ejercicios de respiración y estiramientos	Vuelta a la calma

EEII: extremidades inferiores; EESS: extremidades superiores.

Recomendaciones sobre la práctica de ejercicio para personas con EA

Todas las personas con algún tipo de deterioro cognitivo pueden beneficiarse del ejercicio. Sin embargo, hay una serie de puntos básicos que deben tenerse en cuenta antes de desarrollar un programa específico:

- En algunos casos, los pacientes con EA pueden encontrar las tareas difíciles de entender. Por ello, es importante darse cuenta de que habrá personas que sean capaces de seguir instrucciones escritas, mientras que otras podrán imitar movimientos. Los ejercicios deberían ser seguidos por el paciente, así como por el responsable de la actividad.
- En personas con demencia una importante dificultad es aprender a hacer nuevas actividades. Una vez que una habilidad está olvidada, normalmente no se vuelve a conseguir. Pueden enfatizarse ejercicios estructurados que le resulten familiares al paciente. También puede ser útil identificar en los enfermos patrones pasados de ejercicio.
- Algunos factores, tales como las situaciones sociales, la hora del día o el entorno físico, entre otros, pueden traer problemas de comportamiento. En este caso, podría ser necesario cambiar alguno de esos patrones durante la sesión de entrenamiento.
- El compromiso con la práctica de actividad física puede ser un problema para personas con EA. La adherencia podría mejorar si se emplea música durante la sesión⁷⁰.
- La presencia de factores de riesgo cardiovascular podría atenuar o incluso anular los efectos positivos del ejercicio físico. Debido a ello, las personas con EA deberían someterse a un examen físico antes de entrar en un programa de entrenamiento¹⁷.

- El entrenamiento de los «cuidadores» para facilitar la correcta supervisión del ejercicio realizado parece ser una estrategia de éxito comprobado muy a tener en cuenta⁷¹.
- Según la bibliografía previamente revisada en otros trabajos⁷², la intervención que muestra una mayor eficacia en el tratamiento de la EA estaría compuesta por una combinación de ejercicio aeróbico, fuerza, equilibrio y flexibilidad. En nuestra revisión, los ejercicios multimodales (combinación de múltiples componentes de la capacidad física) también han demostrado ser efectivos. Con relación a la frecuencia semanal, 2 y 3 sesiones a la semana, con una duración de una hora de intervención, se han presentado como una buena opción para promover mejoras en personas mayores con EA. En gran parte, los estudios han demostrado que de 16 a 24 semanas de intervención ya son suficientes para obtener una respuesta significativa a la intervención que se ha propuesto.
- El entrenamiento físico con pesas no ha demostrado tener efectividad sobre los parámetros cognitivos, mientras que los entrenamientos físicos aeróbicos y multimodales han demostrado los resultados más expresivos con relación a una integración de los parámetros funcionales, físicos, afectivos y cognitivos.
- El ejercicio físico puede que sea adoptado como una terapia complementaria no farmacológica para ayudar en el tratamiento de la EA, pues sus efectos provocan una reducción de la actividad inflamatoria y un aumento de las concentraciones de factores neurotróficos. Pero estos resultados solo fueron observados en intervenciones aeróbicas y multimodales (tabla 2).

Conclusiones

En resumen, nuestros hallazgos respaldan el empleo del ejercicio físico regular como parte importante del tratamiento para las personas con EA. A pesar de que las diferencias metodológicas en cuanto al protocolo de ejercicio (intensidad, frecuencia, duración y tipo) dificultan la comparación entre las muestras, los estudios señalan que las intervenciones de tipo aeróbico, con contenidos multimodales y realizadas a una intensidad media, son adecuadas para los pacientes con enfermedad leve o moderada. Teniendo en cuenta los potenciales beneficios que los programas de actividad física pueden ofrecer tanto a nivel físico como cognitivo, se detecta la necesidad de realizar nuevas investigaciones con un metodología bien estructurada, un protocolo definido y con diferentes tipos de intervención, que proporcionen una información más detallada sobre los efectos del ejercicio, pudiendo así definir el programa más adecuado para su tratamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Brookmeyer R, Johnson E, Ziegler-Graham K, Arrighi HM. Forecasting the global burden of Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement*. 2007;3:186-91.
2. Ferri CP, Prince M, Brayne C, Brodaty H, Fratiglioni L, Ganguli M, et al. Global prevalence of dementia: A Delphi consensus study. *Lancet*. 2005;366:2112-7.
3. Lyketsos CG. Neuropsychiatric symptoms (behavioral and psychological symptoms of dementia) and the development of dementia treatments. *Int Psychogeriatr*. 2007;19:409-20.
4. Yu F, Kolanowski AM, Strumpf NE, Eslinger PJ. Improving cognition and function through exercise intervention in Alzheimer's disease. *J Nurs Scholarsh*. 2006;38:358-65.
5. Scarmeas N, Luchsinger JA, Brickman AM, Cosentino S, Schupf N, Xin-Tang M, et al. Physical activity and Alzheimer disease course. *Am J Geriatr Psychiatry*. 2011;19:471-81.
6. Roach KE, Tappen RM, Kirk-Sanchez N, Williams CL, Loewenstein D. A randomized controlled trial of an activity specific exercise program for individuals with Alzheimer disease in long-term care settings. *J Geriatr Phys Ther*. 2011;34:50-6.

7. Vance DE, Wadley VG, Ball KK, Roenker DL, Rizzo M. The effects of physical activity and sedentary behavior on cognitive health in older adults. *J Aging Phys Act.* 2005;13:294–313.
8. Stranahan AM, Martin B, Maudsley S. Anti-inflammatory effects of physical activity in relationship to improved cognitive status in humans and mouse models of Alzheimer's disease. *Curr Alzheimer Res.* 2012;9:86–92.
9. Wolf SA, Kronenberg G, Lehmann K, Blankenship A, Overall R, Staufenbiel M, et al. Cognitive and physical activity differently modulate disease progression in the amyloid precursor protein (APP)-23 model of Alzheimer's disease. *Biol Psychiatry.* 2006;60:1314–23.
10. Adlard PA, Perreau VM, Pop V, Cotman CW. Voluntary exercise decreases amyloid load in a transgenic model of Alzheimer's disease. *J Neurosci.* 2005;25:4217–21.
11. Leem YH, Lim HJ, Shim SB, Cho JY, Kim BS, Han PL. Repression of tau hyperphosphorylation by chronic endurance exercise in aged transgenic mouse model of tauopathies. *J Neurosci Res.* 2009;87:2561–70.
12. Bertsch K, Hagemann D, Hermes M, Walter C, Khan R, Naumann E. Resting cerebral blood flow, attention, and aging. *Brain Res.* 2009;1267:77–88.
13. Heo S, Prakash RS, Voss MW, Erickson KI, Ouyang C, Sutton BP, et al. Resting hippocampal blood flow, spatial memory and aging. *Brain Res.* 2010;1315:119–27.
14. Ogoh S, Ainslie PN. Regulatory mechanisms of cerebral blood flow during exercise: New concepts. *Exerc Sport Sci Rev.* 2009;37:123–9.
15. Secher NH, Seifert T, van Lieshout JJ. Cerebral blood flow and metabolism during exercise: Implications for fatigue. *J Appl Physiol.* 2008;104:306–14.
16. Lucas SJ, Ainslie PN, Murrell CJ, Thomas KN, Franz EA, Cotter JD. Effect of age on exercise-induced alterations in cognitive executive function: Relationship to cerebral perfusion. *Exp Gerontol.* 2012;47:541–51.
17. Eggermont L, Swaab D, Luiten P, Scherder E. Exercise, cognition and Alzheimer's disease: More is not necessarily better. *Neurosci Biobehav Rev.* 2006;30:562–75.
18. Steen E, Terry BM, Rivera EJ, Cannon JL, Neely TR, Tavares R, et al. Impaired insulin and insulin-like growth factor expression and signaling mechanisms in Alzheimer's disease—Is this type 3 diabetes? *J Alzheimers Dis.* 2005;7:63–80.
19. Hoyer S. Glucose metabolism and insulin receptor signal transduction in Alzheimer disease. *Eur J Pharmacol.* 2004;490:115–25.
20. De la Monte SM. Contributions of brain insulin resistance and deficiency in amyloid-related neurodegeneration in Alzheimer's disease. *Drugs.* 2012;72:49–66.
21. Teipel SJ, Flatz WH, Heinsen H, Bokde AL, Schoenberg SO, Stöckel S, et al. Measurement of basal forebrain atrophy in Alzheimer's disease using MRI. *Brain.* 2005;128 Pt 11:2626–44.
22. Pinto T, Lanctot KL, Herrmann N. Revisiting the cholinergic hypothesis of behavioral and psychological symptoms in dementia of the Alzheimer's type. *Ageing Res Rev.* 2011;10:404–12.
23. Bucht G, Sandman PO. Nutritional aspects of dementia, especially Alzheimer's disease. *Age Ageing.* 1990;19:S32–6.
24. Park S, Jang JS, Jun DW, Hong SM. Exercise enhances insulin and leptin signaling in the cerebral cortex and hypothalamus during dexamethasone-induced stress in diabetic rats. *Neuroendocrinology.* 2005;82:282–93.
25. Grandys M, Majerczak J, Duda K, Zapart-Bukowska J, Sztelfko K, Zoladz JA. The effect of endurance training on muscle strength in young, healthy men in relation to hormonal status. *J Physiol Pharmacol.* 2008;59 Suppl 7:89–103.
26. Podewils IJ, Guallar E, Kuller LH, Fried LP, Lopez OL, Carlson M, et al. Physical activity, APOE genotype, and dementia risk: Findings from the Cardiovascular Health Cognition Study. *Am J Epidemiol.* 2005;161:639–51.
27. Rockwood K, Middleton L. Physical activity and the maintenance of cognitive function. *Alzheimers Dement.* 2007;3 2 Suppl:S38–44.
28. Huang EJ, Reichardt LF. Neurotrophins: Roles in neuronal development and function. *Annu Rev Neurosci.* 2001;24:677–736.
29. Foster PP, Rosenblatt KP, Kuljis RO. Exercise-induced cognitive plasticity, implications for mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Front Neurol.* 2011;2:28.
30. Gunstad J, Benitez A, Smith J, Glickman E, Spitznagel MB, Alexander T, et al. Serum brain-derived neurotrophic factor is associated with cognitive function in healthy older adults. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2008;21:166–70.
31. Li G, Peskind ER, Millard SP, Chi P, Sokal I, Yu CE, et al. Cerebrospinal fluid concentration of brain-derived neurotrophic factor and cognitive function in non-demented subjects. *PLoS One.* 2009;4:e5424.
32. Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychol Sci.* 2003;14:125–30.
33. Ferris LT, Williams JS, Shen CL. The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:728–34.
34. Seifert T, Brassard P, Wissenberg M, Rasmussen P, Nordby P, Stallknecht B, et al. Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2010;298:R372–7.
35. Cotman CW, Engesser-Cesar C. Exercise enhances and protects brain function. *Exerc Sport Sci Rev.* 2002;30:75–9.
36. Berchtold NC, Chinn G, Chou M, Kessler JP, Cotman CW. Exercise primes a molecular memory for brain-derived neurotrophic factor protein induction in the rat hippocampus. *Neuroscience.* 2005;133:853–61.
37. Berchtold NC, Kessler JP, Cotman CW. Hippocampal brain-derived neurotrophic factor gene regulation by exercise and the medial septum. *J Neurosci Res.* 2002;68:511–21.
38. Coelho FG, Gobbi S, Andreatto CA, Corazza DI, Pedroso RV, Santos-Galduroz RF. Physical exercise modulates peripheral levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF): A systematic review of experimental studies in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr.* 2013;56:10–5.
39. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2011;108:3017–22.
40. Ruscheweyh R, Willemer C, Krüger K, Duning T, Warnecke T, Sommer J, et al. Physical activity and memory functions: An interventional study. *Neurobiol Aging.* 2011;32:1304–19.
41. Nascimento CM, Pereira JR, Pires de Andrade L, Garuffi M, Ayan C, Kerr DS, et al. Physical exercise improves peripheral BDNF levels and cognitive functions in mild cognitive impairment elderly with different BDNF Val66Met genotypes. *J Alzheimers Dis.* 2015;43:81–91.
42. Yamamoto H, Gurney ME. Human platelets contain brain-derived neurotrophic factor. *J Neurosci.* 1990;10:3469–78.
43. Selkoe D. Alzheimer's disease: Genes, proteins, and therapy. *Physiol Rev.* 2001;81:741–66.
44. Ostrowski K, Schjerling P, Pedersen BK. Physical activity and plasma interleukin-6 in humans—Effect of intensity of exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2000;83:512–5.
45. Kaspis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: A systematic review. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45:1563–9.
46. Starkie R, Ostrowski SR, Jauffred S, Febbraio M, Pedersen BK. Exercise and IL-6 infusion inhibit endotoxin-induced TNF-alpha production in humans. *FASEB J.* 2003;17:884–6.
47. Nascimento CM, Pereira JR, de Andrade LP, Garuffi M, Talib LL, Forlenza OV, et al. Physical exercise in MCI elderly promotes reduction of pro-inflammatory cytokines and improvements on cognition and BDNF peripheral levels. *Curr Alzheimer Res.* 2014;11:799–805.
48. Belarbi K, Burnouf S, Fernandez-Gomez FJ, Laurent C, Lestavel S, Figeac M, et al. Beneficial effects of exercise in a transgenic mouse model of Alzheimer's disease-like Tau pathology. *Neurobiol Dis.* 2011;43:486–94.
49. Nichol KE, Poon WW, Parachikova AI, Cribbs DH, Glabe CG, Cotman CW. Exercise alters the immune profile in Tg2576 Alzheimer mice toward a response coincident with improved cognitive performance and decreased amyloid. *J Neuroinflammation.* 2008;5:13.
50. Palleschi L, Vetta F, de Gennaro E, Idone G, Sottosanti G, Gianni W, et al. Effect of aerobic training on the cognitive performance of elderly patients with senile dementia of Alzheimer type. *Arch Gerontol Geriatr.* 1996;22 Suppl 1:47–50.
51. Arkin SM. Elder rehab: A student-supervised exercise program for Alzheimer's patients. *Gerontologist.* 1999;39:729–35.
52. Rolland Y, Rival L, Pillard F, Lafont C, Rivere D, Albaredo J, et al. Feasibility of regular physical exercise for patients with moderate to severe Alzheimer disease. *J Nutr Health Aging.* 2000;4:109–13.
53. Friedman R, Tappen RM. The effect of planned walking on communication in Alzheimer's disease. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39:650–4.
54. Tappen RM, Williams CL, Barry C, Disesa D. Conversation intervention with Alzheimer's patients: Increasing the relevance of communication. *Clin Gerontol.* 2002;24:63–75.
55. Cott CA, Dawson P, Sidani S, Wells D. The effects of a walking/talking program on communication, ambulation, and functional status in residents with Alzheimer disease. *Alzheimer Dis Assoc Disord.* 2002;16:81–7.
56. Heyn P. The effect of a multisensory exercise program on engagement, behavior, and selected physiological indexes in persons with dementia. *Am J Alzheimers Dis Other Dement.* 2003;18:247–51.
57. Christoforetti G, Oliani MM, Gobbi S, Stella F, Bucken Gobbi LT, Renato Canineu P. A controlled clinical trial on the effects of motor intervention on balance and cognition in institutionalized elderly patients with dementia. *Clin Rehabil.* 2008;22:618–26.
58. Hernandez SS, Coelho FG, Gobbi S, Stella F. Effects of physical activity on cognitive functions, balance and risk of falls in elderly patients with Alzheimer's dementia. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14:68–74.
59. Pedroso RV, Coelho FG, Santos-Galduroz RF, Costa JL, Gobbi S, Stella F. Balance, executive functions and falls in elderly with Alzheimer's disease (AD): A longitudinal study. *Arch Gerontol Geriatr.* 2012;54:348–51.
60. Teri L, McCurry SM, Buchner DM, Logsdon RG, LaCroix AZ, Kukull WA, et al. Exercise and activity level in Alzheimer's disease: A potential treatment focus. *J Rehabil Res Dev.* 1998;35:411–9.
61. Teri L, Gibbons LE, McCurry SM, Logsdon RG, Buchner DM, Barlow WE, et al. Exercise plus behavioral management in patients with Alzheimer disease: A randomized controlled trial. *JAMA.* 2003;290:2015–22.
62. Stella F, Canonici AP, Gobbi S, Galduroz RF, Cação Jde C, Gobbi LT. Attenuation of neuropsychiatric symptoms and caregiver burden in Alzheimer's disease by motor intervention: A controlled trial. *Clinics (Sao Paulo).* 2011;66:1353–60.
63. Nascimento CM, Teixeira CV, Gobbi LT, Gobbi S, Stella F. A controlled clinical trial on the effects of exercise on neuropsychiatric disorders and instrumental activities in women with Alzheimer's disease. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16:197–204.
64. Vaughan S, Wallis M, Polit D, Steele M, Shum D, Morris N. The effects of multimodal exercise on cognitive and physical functioning and brain-derived neurotrophic factor in older women: A randomised controlled trial. *Age Ageing.* 2014;43:623–9.
65. Nascimento CM, Ayan C, Cancela JM, Gobbi LT, Gobbi S, Stella F. Effect of a multimodal exercise program on sleep disturbances and instrumental activities of daily living performance on Parkinson's and Alzheimer's disease patients. *Geriatr Gerontol Int.* 2014;14:259–66.
66. De Andrade LP, Gobbi LT, Coelho FG, Christoforetti G, Costa JL, Stella F. Benefits of multimodal exercise intervention for postural control and frontal cognitive

- functions in individuals with Alzheimer's disease: A controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2013;61:1919-26.
67. Martins Vital T, Soleman Hernández SS, Valle Pedroso R, Ligo Teixeira CV, Garuffi M, Stein AM, et al. Effects of weight training on cognitive functions in elderly with Alzheimer's disease. *Dement Neuropsychol.* 2012;6:253-9.
68. Garuffi M, Costa JL, Hernandez SS, Vital TM, Stein AM, dos Santos JG, et al. Effects of resistance training on the performance of activities of daily living in patients with Alzheimer's disease. *Geriatr Gerontol Int.* 2013;13:322-8.
69. Suttanon P, Hill KD, Said CM, Williams SB, Byrne KN, LoGiudice D, et al. Feasibility, safety and preliminary evidence of the effectiveness of a home-based exercise programme for older people with Alzheimer's disease: A pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2013;27:427-38.
70. Mathews RM, Clair AA, Kosloski K. Keeping the beat: Use of rhythmic music during exercise activities for the elderly with dementia. *Am J Alzheimers Dis Other Demen.* 2001;16:377-80.
71. Logsdon RG, McCurry SM, Teri L. A home health care approach to exercise for persons with Alzheimer's disease. *Care Manag J.* 2005;6:90-7.
72. Cejudo Jiménez J, Gómez-Conesa A. Ejercicio físico en el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer. *Fisioterapia.* 2011;33:111-22.



ELSEVIER

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

www.elsevier.es/ramd



Artículo de revisión

Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: revisión

G. Peña^{a,*}, J.R. Heredia^a, C. Lloret^b, M. Martín^b y M.E. Da Silva-Grigoletto^{a,c,d}^a Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud (IICEFS), España^b Instituto Profesional de Ejercicio Físico y Cáncer (IPEFC), España^c Scientific Sport, España^d Universidade Federal de Sergipe, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Aracaju, SE, Brasil

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de junio de 2014

Aceptado el 7 de enero de 2015

Palabras clave:

Entrenamiento contra resistencias

Pre-púberes

Adolescentes

Jóvenes

Niños

Keywords:

Resistance training

Pre-pubertal

Adolescents

Youth

Children

R E S U M E N

El entrenamiento de fuerza en edades prepúberes y púberes está ampliamente recomendado por las organizaciones científicas encargadas de velar por el entrenamiento saludable de estas poblaciones. En este contexto, el presente artículo tiene por objetivo elaborar una revisión sobre el entrenamiento de la fuerza en edades tempranas. Para ello se revisaron trabajos publicados en inglés desde 1995 hasta 2014 en revistas indexadas, considerando aquellos cronológicamente más recientes en primer lugar.

Dentro de las principales evidencias se puede destacar que los beneficios derivados superan considerablemente los riesgos que pudiera conllevar este tipo de entrenamiento, siempre y cuando esté cuidadosamente supervisado por técnicos cualificados y el diseño del conjunto del programa adaptado a las características, necesidades y objetivos individuales. Asimismo, el programa de entrenamiento deberá contemplar la dosis adecuada de ejercicio neuromuscular de cada uno de sus componentes y la forma de progresar sensiblemente con los mismos a lo largo del tiempo.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura 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/>).

Introduction to strength training at early age: A review

A B S T R A C T

Strength training in prepubertal and pubertal age is widely recommended by scientific organizations responsible for overseeing the healthy training of these populations. In this context, this paper aims to develop a critical review of the strength training at early age. To this end, papers published in English were reviewed from 1995 to 2014 in ISI-indexed journals, considering those chronologically most recent first.

Among the main evidence we can point out that the benefits far outweigh the risks that could lead to this type of training, provided it is carefully supervised by qualified technician and the design of the entire program adapted to features of the subjects, individual needs and goals. Also, the training program shall provide for the particular dose of neuromuscular exercise of each of its components and how to progress substantially the same over time.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura 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 ao treinamento de força em uma idade precoce: revisão

R E S U M O

O treinamento de força em idade pré-adolescente e adolescente é amplamente recomendado por organizações científicas responsáveis por supervisionar a formação saudável dessas populações. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma avaliação do treinamento de força

Palavras-chave:

Treinamento de força

Pré-púberes

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: guillepgo74@hotmail.com (G. Peña).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2015.01.022>

1888-7546/© 2015 Consejería de Educación, Cultura 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/>).

Adolescentes
Juventude
Crianças

em uma idade precoce. Para o efeito, artigos publicados em inglês foram revistos entre 1995-2014 em periódicos indexados no ISI, considerando aqueles cronologicamente mais recentes primeiro.

Entre as principais evidências pode ser enfatizado que os benefícios superam em muito os riscos que poderiam levar a este tipo de treinamento, desde que seja cuidadosamente supervisionado por pessoal qualificado e todo o design do programa adaptado às características, necessidades e objetivos individuais. O programa de treinamento deverá incluir doses adequadas de exercício neuromuscular de cada um dos seus componentes e como progredir substancialmente o mesmo ao longo do tempo.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Durante los años 70 y 80 existió una evidente reticencia y cautela en recomendar el entrenamiento de fuerza para los distintos grupos de edad de la niñez y adolescencia. Parte de ello pudo deberse a que en algunos estudios preliminares no se encontraron mejoras de la fuerza en niños prepúberes que participaron en programas de entrenamiento de la fuerza^{1,2}, lo que condujo a la opinión generalizada de que este tipo de entrenamiento era ineficaz para esta población, incluso por la Academia Americana de Pediatría en sus primeras recomendaciones publicadas al respecto^{3,4}.

En la actualidad, y a partir del primer posicionamiento publicado por la *National Strength and Conditioning Association* en 1985 respecto del entrenamiento de la fuerza en la prepubescencia⁵, y sus posteriores actualizaciones^{6,7}, se puede afirmar que existe un gran consenso internacional entre asociaciones vinculadas a la salud y el entrenamiento, en apoyar la participación supervisada de los jóvenes en entrenamientos de fuerza por estar reconocida su seguridad y eficacia para la mejora de la salud y rendimiento. En la misma línea, el último posicionamiento internacional publicado⁸ refuerza y afianza la recomendación y promoción de programas de acondicionamiento neuromuscular durante la niñez y adolescencia, siempre y cuando estén apropiadamente supervisados y diseñados por adultos cualificados para entrenar a este tipo de poblaciones.

Por ello, el objetivo de este trabajo de revisión es resumir y actualizar el conocimiento científico sobre distintos tópicos y directrices relacionadas con la prescripción del entrenamiento de fuerza en poblaciones jóvenes prepúberes y adolescentes.

Método

La búsqueda de artículos para esta revisión se realizó en las bases de datos PubMed, Scopus, SportDiscus, ScienceDirect y Google Académico, utilizando los términos *children, adolescents, youth, youth athletes, pediatric*, así como su combinación con los términos *strength training, resistance training, weight training, motor performance skill*. Se revisaron fundamentalmente trabajos publicados en inglés desde enero de 1995 hasta enero de 2014 en revistas indexadas en el *Journal Citation Reports* del *ISI Web of Knowledge* (Thomson Reuters Corporation), seleccionando aquellos de mayor relevancia según el criterio de 2 investigadores independientes, sobre un total de 363 referencias. Los criterios de inclusión utilizados por los investigadores para la selección de los artículos más relevantes fueron, el inglés como idioma de publicación, el nivel de impacto de la revista indexada y el año de su publicación, considerando aquellos cronológicamente más recientes en primer lugar. Los criterios de exclusión fueron, no estar publicados en revistas indexadas en inglés, y/o ser artículos traducidos al castellano de un artículo original. A tenor de las palabras clave y sus combinaciones, así como de los criterios de inclusión y exclusión de los artículos, se obtuvieron un total de 67 artículos científicos (fig. 1).

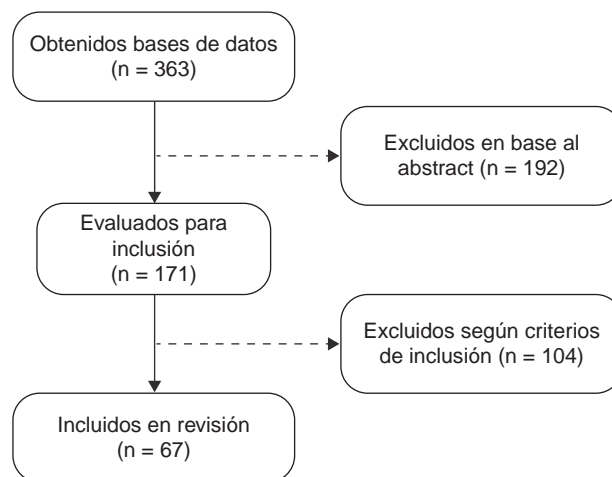


Figura 1. Estudios obtenidos en bases de datos evaluados para la inclusión.

Desmitificación del entrenamiento de la fuerza en edades tempranas

Práctica insegura por la gran incidencia o riesgo de lesiones músculo-esqueléticas agudas y por sobrecarga. No existen evidencias científicas basadas en estudios de intervención, descriptivos y observacionales que hayan podido estadísticamente mostrar mayores índices de lesión en poblaciones infantiles y púberes que practican entrenamientos de fuerza que aquellas que practican otras modalidades de ejercicio físico-deportivo. De hecho, los datos muestran que el entrenamiento de fuerza en edades tempranas es altamente seguro si está correctamente supervisado por adultos cualificados que instruyen correctamente. Se estima que el riesgo lesivo en estos casos es tan bajo como de 0.0012-0.0035 lesiones por cada 100 horas de entrenamiento^{8,9}, lo que constituye un riesgo similar o menor que el asumido para otras actividades deportivas y recreativas practicadas habitualmente a esas mismas edades¹⁰.

Todos los expertos coinciden en afirmar que la mayoría de las lesiones en jóvenes, que puedan suceder durante los entrenamientos de fuerza son debidas a accidentes generados por el uso inapropiado del equipamiento (77.2% en jóvenes de 8-13 años)¹¹, a una carga de entrenamiento excesiva, a una técnica de ejecución defectuosa y/o a la ausencia de supervisión cualificada. Esto puede hacer deducir que mediante la identificación y cuidado de todos los aspectos relacionados con la seguridad del entorno y equipamiento de entrenamiento, la progresión e individualización de la dosis de entrenamiento, la enseñanza técnica correcta de cada ejercicio y la estricta supervisión, se puede prevenir y minimizar el riesgo potencial lesivo durante la práctica a estas edades.

Efectos perjudiciales sobre el desarrollo óseo y pleno crecimiento corporal. No existen evidencias documentadas que muestren o

vinculen efectos adversos que puedan interferir sobre el crecimiento lineal y la estatura final alcanzada en prepúberes y púberes con el entrenamiento de la fuerza¹²⁻¹⁵. Tampoco existen evidencias científicas sobre posibles lesiones para los cartílagos de crecimiento (placas de crecimiento) o cierre prematuro de las epífisis en estudios prospectivos con jóvenes en programas bajo supervisión cualificada y prescripción apropiada del entrenamiento de fuerza^{7-9,16,17}. Por el contrario, es posible que exista potencialmente mayor riesgo lesivo para las placas de crecimiento de los jóvenes que realizan actividades deportivas competitivas que impliquen saltos y aterrizajes, donde las fuerzas de reacción contra el suelo pueden llegar a ser de 5-7 veces del peso corporal⁹. Al contrario, la exposición de las placas de crecimiento en desarrollo a suficiente estrés mecánico a través del entrenamiento de fuerza apropiado puede ser un estímulo beneficioso para la formación de hueso y para el crecimiento⁷.

Concepción inoperante del entrenamiento de la fuerza en edades tempranas. Esta concepción hizo pensar que el entrenamiento de la fuerza a edades tempranas, especialmente antes de la pubertad, era improductivo e ineficaz ya que no se obtenía ningún tipo de beneficio. Se pensaba que el desarrollo de la fuerza estaba estrechamente condicionado por la maduración sexual, y que por tanto a edades prepúberes el niño no presentaba suficiente potencial para mejorar las distintas prestaciones de fuerza y desarrollo muscular más allá que lo debido al propio desarrollo y maduración de su edad. El argumento esgrimido era que ello podía estar limitado en parte por la insuficiente disponibilidad de hormonas sexuales androgénicas circulantes en edades prepúberes^{1,3}. No obstante, es muy probable que algunos de los estudios preliminares que fallaron, en demostrar mejoras en este sentido, no fueran de la suficiente duración o intensidad de entrenamiento.

Sin embargo, recogiendo los resultados estudios, revisiones, y metaanálisis de los últimos 25 años es fácil constatar generalmente el efecto contrario^{7,8,13,17-20}. Por ejemplo, en un estudio de Faigenbaum et al.²¹ donde se entrenó de 1-2 veces a la semana, durante 8 semanas, a niños y niñas de entre 7-12 años ($1 \times 10-15$ repeticiones en máquinas), mostró mejoras significativas de fuerza en el ejercicio de *press* de banca y prensa de piernas en comparación con el grupo control de la misma edad. Otros metaanálisis han podido igualmente comprobar, al compararlo con grupos control de la misma edad no sometidos a intervenciones de ejercicio de fuerza, mayores mejoras con el entrenamiento que el que le reportaría el propio desarrollo y maduración natural a cualquier edad^{9,19,22}. Las mejoras de fuerza en términos relativos esperadas pueden ser tan evidentes como del 30-40% o más, tras 8 semanas de entrenamiento en jóvenes desentrenados^{7,8}, lo que demuestra una eficacia similar para ambos sexos con el entrenamiento apropiado. También parece que dichas ganancias de fuerza y potencia, inducidas por el entrenamiento, son transitorias y tienden a regresar hacia los valores de los grupos control desentrenados, cuando el entrenamiento es interrumpido^{15,16}.

Tradicionalmente se ha considerado que, durante el periodo temporal, durante el cual se presentara una mayor concentración y disponibilidad de hormonas sexuales, se podría esperar una mejor entrenabilidad o respuesta favorable al estímulo de entrenamiento. Sin embargo, en el metaanálisis de Behringer et al.¹⁹ sobre los efectos del entrenamiento de fuerza en diferentes grupos de edad y niveles madurativos, dicha entrenabilidad, representada por el tamaño del efecto, sobre la ganancia de fuerza, parece incrementar linealmente a lo largo de todos los años de la niñez y adolescencia, sin observarse un incremento particularmente mayor durante los años específicos de la pubertad, por lo que según la opinión de estos autores, el aumento de la entrenabilidad es improbable que sea explicado por una simple función de madurez biológica asociada a los cambios hormonales. Ante estas evidencias se puede afirmar que los niños preadolescentes y adolescentes

presentan una buena entrenabilidad, mostrando mejoras relativas similares o mayores que en adultos, cuando el entrenamiento está adecuadamente diseñado y adaptado a las capacidades de estos.

Beneficios potenciales del entrenamiento de la fuerza en edades tempranas

Prevención/reducción de la incidencia de lesiones inducidas por la práctica físico-deportiva. La implementación de entrenamientos de fuerza correctamente prescritos y supervisados en programas de acondicionamiento físico globales durante la pretemporada y la temporada deportiva ha mostrado poder reducir la incidencia de lesiones deportivas en niños y adolescentes^{8,23}. Al contrario, los jóvenes deportistas que no posean adecuados niveles de fuerza y acondicionamiento físico tendrán más riesgo de sufrir lesiones deportivas¹⁵. Lesiones tan comunes como roturas del ligamento cruzado anterior de la rodilla en jóvenes deportistas (v. g.: fútbol, rugby), pueden ser prevenidas en frecuencia y gravedad mediante la incorporación de un programa de acondicionamiento muscular apropiado durante la pretemporada²⁴⁻²⁶. En definitiva, el entrenamiento de fuerza puede ayudar a preparar físicamente a los jóvenes deportistas, para afrontar con mayores garantías las altas demandas músculo-esqueléticas del entrenamiento deportivo y la competición.

Sin embargo, la inactividad física es por sí misma un factor de riesgo que predispone a la lesión durante la práctica física, hasta el punto que los adolescentes con sobrepeso u obesidad tienen más del doble de posibilidades de lesión que sus homólogos con normopeso²⁷. Aquellos programas de entrenamiento de la fuerza, que se centran sobre los factores de riesgo de lesión asociados a las lesiones deportivas (v. g.: desequilibrios musculares, bajo nivel de aptitud física neuromuscular inicial), tienen el potencial de reducir la incidencia de lesiones por sobrecarga hasta el 50% en niños y adolescentes²⁸. De este modo, la inclusión de programas específicos de acondicionamiento neuromuscular, en jóvenes deportistas de 13-19 años, ha mostrado, además de reducir la tasa de lesiones, requerir menos tiempo para la recuperación tras la lesión que en los compañeros de equipo que no lo hicieron²³.

Mejoras de la fuerza muscular y de rendimiento en habilidades motrices. La literatura científica respecto a este aspecto es también firme, el entrenamiento de fuerza correctamente prescrito y supervisado tiene la capacidad de poder generar mejoras de rendimiento en habilidades motoras (saltar, correr, lanzar) en edades infantiles y juveniles, lo que puede tener transferencia para mejorar otras capacidades de tipo deportivo²⁰. Disponemos de un cuerpo de conocimiento científico creciente que atestigua que el entrenamiento de la fuerza a estas edades puede conducir a incrementos del rendimiento motor a través de aumentos de fuerza, velocidad, potencia y otras características relacionadas²⁹. Los programas de entrenamiento más eficaces parecen ser aquellos con una duración mínima de 8 semanas y series múltiples^{7,8}, que a ser posible deberán continuarse a largo plazo para afianzar y mantener las adaptaciones conseguidas. Sobre este punto destaca especialmente el metaanálisis de Behringer et al.²⁰ el cual analiza el efecto del entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes sobre el rendimiento motor de determinadas habilidades motrices (entrenamientos de fuerza tradicionales y/o pliométricos). Dicho metaanálisis muestra que el entrenamiento de fuerza correctamente estructurado es efectivo para mejorar el rendimiento de la carrera, el salto y los lanzamientos. Y puesto que el rendimiento motor de tales habilidades constituye un componente esencial en diferentes deportes, es razonable suponer que haya una transferencia positiva específica hacia el rendimiento de muchas modalidades deportivas terrestres. Las mayores mejoras en este sentido parecen

darse en los sujetos más jóvenes y desentrenados, probablemente por la mayor plasticidad neural y aprendizaje motor de los niños, a la vez que existe una correlación positiva entre las ganancias de rendimiento motor y la intensidad media utilizada según el porcentaje de la mejor repetición máxima (%1RM) con programas tradicionales de entrenamiento de la fuerza²⁰.

Durante la niñez y prepubescencia los mecanismos fisiológicos responsables y atribuibles a estas mejoras de fuerza son principalmente de tipo neuronal^{30,31}, mientras que a medida que avanza la pubertad los mecanismos explicativos asociados a tales incrementos apuntan poder ser tanto de tipo neural como estructural (incrementos del tejido magro y sección transversal muscular)^{15,29}, especialmente en varones estos últimos. Esto parece ser así porque los jóvenes varones experimentan un mayor incremento de hormonas androgénicas circulantes (v. g.: testosterona, hormona del crecimiento) lo que puede conllevar mayores incrementos del componente muscular. Esto también explica, en parte, que a partir de la pubertad empiecen a ser más evidentes las diferencias de fuerza en valores absolutos entre sexos, a favor de los varones^{32,33}.

Sin embargo, existe cierto debate que cuestiona la «imposibilidad» de que en fases tempranas prepuberales se puedan conseguir incrementos de masa muscular con el entrenamiento apropiado, pese a que no haya un entorno hormonal teóricamente favorable para ello, ya que algunos estudios citados en revisiones y metaanálisis han confirmado incrementos significativos de masa muscular tras entrenamientos de fuerza incluso en niños prepúberes^{16,19}. Tal vez, una de las razones que pueda explicarlo, sea que aquellos estudios que han utilizado técnicas más sensibles para valorar los incrementos de tejido muscular (ultrasonidos y resonancia magnética nuclear) han sugerido que la hipertrofia muscular puede suceder en niños tras entrenamientos de fuerza¹⁶. En cualquier caso, la contribución de las adaptaciones morfológicas que pueden explicar las evidentes ganancias de fuerza que suceden en niños y preadolescentes tras entrenamientos de fuerza es relativamente baja y a menudo difíciles de medir. Por ello, se puede inferir que en niños las ganancias de fuerza inducidas por el entrenamiento son fundamentalmente explicadas por las adaptaciones neurológicas que suceden (mayor y más eficiente activación muscular agonista, sinergista y estabilizadora). Entre las distintas adaptaciones neuromusculares, el aprendizaje motor puede tener una contribución relativa mayor en aquellos ejercicios más complejos desde el punto de vista motriz (ejercicios multiarticulares)¹⁶.

Mejora de la salud ósea. Las etapas evolutivas claves que suponen una oportunidad para aumentar la densidad y contenido mineral óseo, y conseguir así un buen capital de reserva para el futuro, son precisamente la niñez, la preadolescencia y la adolescencia³⁴. Durante estos periodos sensibles de formación ósea se puede llegar a adquirir el 50% del pico de masa ósea¹⁶. La práctica regular en actividades físico-deportivas con soporte del peso corporal en general, y con alto contenido de acciones de fuerza en particular, son potentes estímulos osteogénicos que pueden ayudar, junto a otras medidas nutricionales, a conseguir ese objetivo en estas fases etarias³⁵. Sobre esto, algunos estudios han comprobado que la densidad y contenido mineral óseo de adolescentes halterófilos es mayor que la de controles de la misma edad que no realizaban entrenamientos de fuerza^{36,37}. Aunque es cierto que el pico de masa ósea alcanzado a esas edades dependa de numerosos factores (genética, sexo, nutrición, etc.), la participación regular en deportes y programas de fitness que incluyan ejercicios multiarticulares contra resistencias de moderada a alta intensidad, y ejercicios pliométricos con saltos, puede ayudar a maximizar el capital mineral óseo durante la infancia y adolescencia^{7,8}. Por el contrario, la no realización de ejercicios con suficiente estrés mecánico para las estructuras músculo-esqueléticas, en esos periodos

tan críticos para el completo desarrollo óseo, puede predisponer a los sujetos a sufrir consecuencias negativas para su salud ósea a largo plazo⁸.

Mejoras de la composición corporal y de la sensibilidad a la insulina. Los niños y adolescentes actuales no son tan activos como deberían, y la tasa de reducción de su actividad física habitual comienza en la preadolescencia temprana¹⁵. Ante una sociedad infantil y juvenil cada vez más sedentaria y con unos índices de obesidad crecientes cualquier intervención de ejercicio que muestre mejorar o prevenir el desarrollo de la obesidad y patologías asociadas debiera ser incorporada. Es por ello que actualmente exista un cuerpo de conocimiento creciente que muestra mejoras significativas en niños y adolescentes obesos, o en riesgo de serlo, sobre la mejora de su composición corporal³⁸⁻⁴³ (disminución de grasa corporal; aumento de masa muscular) y/o la sensibilidad a la insulina⁴⁴⁻⁴⁷ tras la participación progresiva en programas de entrenamiento de fuerza.

Si bien, a los jóvenes con obesidad o sobrepeso siempre se les ha animado a que participasen en actividades de tipo aeróbico, el exceso de peso corporal dificulta el rendimiento en actividades físicas de soporte del peso, como correr, y aumenta el riesgo de lesiones músculo-esqueléticas por sobreuso⁴⁸. Por tanto, algunas opiniones de expertos consideran que aquellos esfuerzos y campañas por promocionar la actividad física entre los niños y jóvenes más obesos y menos motrizmente competentes no deberían comenzar por entrenamientos prolongados de tipo aeróbico o participaciones en competiciones deportivas, sino por entrenamiento centrado en ejercicios de fuerza, caracterizados por una dinámica intermitente, por su mejora sobre el rendimiento motor y los beneficios sobre la reducción de lesiones¹⁵. Además, este tipo de programas resultan agradables para esta cohorte de población al no ser tan exigentes aeróbicamente y proporcionar una oportunidad para mejorar su rendimiento físico y ganar autoconfianza por ello⁴⁸.

En otro orden de cuestiones, y aún a falta de seguir siendo constatados por más estudios bien diseñados, existen algunas evidencias incipientes que sostienen beneficios distintos de los anteriores y que sin duda pueden servir para abrir nuevas líneas de investigación en el futuro, como son la mejora de la función cardíaca en niños obesos⁴⁹, la mejora del perfil lipídico de prepúberes y adolescentes^{50,51}, y los efectos positivos derivados sobre el bienestar psicológico, estado de humor y autoconcepto⁵²⁻⁵⁴.

Conjuntamente, todos estos argumentos respaldan la necesidad de promover la práctica del entrenamiento de fuerza entre los niños y adolescentes por la eficacia mostrada para la mejora de su salud y rendimiento motor.

Momento para el comienzo del entrenamiento de fuerza

En el pasado el entrenamiento de la fuerza era habitualmente introducido al final de la maduración somática del sujeto (edad a la que sucede el pico de velocidad máxima de crecimiento en altura), es decir, cuando alcanzaba los 18 años de edad⁵⁵. Sin embargo, actualmente no es posible establecer o recomendar una edad cronológica como óptima o mínima, ya que podemos encontrar diferencias de estatus o madurez biológica entre niños y jóvenes del mismo sexo y edad cronológica de hasta 4-5 años⁵⁶. Esta gran variedad interindividual en la edad biológica entre niños y adolescentes de la misma edad cronológica, con importantes implicaciones, justifica la necesidad de agrupar a los niños y adolescentes en función de su maduración biológica y competencia motriz para ser entrenados. De hecho, debe ser un principio de la mayoría de programas de entrenamiento a largo plazo el asegurar que los jóvenes sean entrenados en función de su estatus biológico, en contraposición de clasificarlos por grupos de edad⁸.

Al respecto de la maduración biológica del adolescente, la literatura especializada considera básicamente 4 indicadores para su valoración (dental, sexual, somática y esquelética u ósea)⁵⁶. Tradicionalmente la valoración con base en la maduración sexual, mediante la observación visual de las características sexuales secundarias de los adolescentes, también conocida como escala de Tanner⁵⁷, ha sido clásicamente referida en la literatura⁴. Dicha técnica de valoración permite clasificar al adolescente en una escala que varía del estadio 1-5. En el pasado, la Academia Americana de Pediatría⁴ y la *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*¹⁴ recomendaron evitar la práctica deportiva de halterofilia, *power-lifting* y *body-building* hasta que los jóvenes hubiesen alcanzado el estadio madurativo de Tanner 5 (plena madurez), argumentando que estas actividades conllevaban un incremento del riesgo de lesión músculo-esquelética y eran potencialmente peligrosas para los más jóvenes. Esto último también ha sido desmentido en algunas publicaciones, siempre que estos deportes se realicen bajo supervisión e instrucción cualificada y la progresión se base en la calidad técnica de cada levantamiento, mostrando de hecho unos índices de lesiones menores que otros deportes en general²⁹. En el año 2001⁵⁸ y 2008⁵⁹ la misma Academia Americana de Pediatría puntualizaba en sus declaraciones que los preadolescentes y adolescentes debían solo evitar el *power-lifting*, el *body-building* y los levantamientos con pesos máximos hasta alcanzar la madurez física y esquelética suficiente, lo que mostró un posicionamiento menos rígido al respecto.

Además de considerar la edad cronológica y biológica, aquellos responsables de diseñar y ejecutar programas de entrenamiento de fuerza para jóvenes deberán tener en consideración la edad o experiencia de entrenamiento⁸, ya que ante un mismo estatus biológico, aquellos deportistas con más experiencia de entrenamiento acumulada podrán asimilar los mismos estímulos de entrenamiento y progresar más rápidamente. Por todo ello, en la actualidad no se considera una edad cronológica mínima requerida para poder comenzar con la participación de los niños y adolescentes en programas de entrenamiento de fuerza correctamente supervisados^{7,16,23}. No obstante, sea a la edad que sea, los niños y jóvenes deberían mostrar la madurez emocional y psicológica suficiente para atender las instrucciones de los adultos encargados de su supervisión y poder someterse al estrés de un programa de entrenamiento, además de poseer niveles competentes de equilibrio y control postural^{7,8,19,23}. En general, en el momento que un niño esté capacitado para iniciarse en actividades deportivas (generalmente a los 7 u 8 años) también lo estará para poder comenzar con entrenamientos de fuerza^{3,23}. Aunque un examen médico previo para poder realizar un programa de entrenamiento de la fuerza sea recomendable en niños aparentemente sanos, debería ser obligatorio para aquellos con síntomas o signos incidentes de enfermedad y para aquellos con enfermedades reconocidas⁷. No obstante, la importancia del reconocimiento médico preparticipación deportiva no deberá ser infravalorada por su relevancia para poder aportar seguridad al entrenamiento precoz de la fuerza en cualquier grupo de edad y condición.

De la misma forma, para poder comenzar un entrenamiento de fuerza a edades tempranas será fundamental, como ya ha sido comentado, que los adultos encargados de la supervisión de los niños y adolescentes tengan la cualificación y competencia suficiente para dar las instrucciones más precisas sobre la técnica correcta de los ejercicios, el comportamiento apropiado en los entrenamientos, y la prescripción de todo el conjunto del entrenamiento, ya que a menudo, los jóvenes sin experiencia suelen sobreestimar sus capacidades físicas aumentando así el riesgo de lesión²³. Además, se recomienda que la ratio entre entrenador/profesor y deportistas/alumnos sea relativamente baja (1:10), para de este modo garantizar el suficiente feedback en calidad y frecuencia⁵⁹.

Directrices para la prescripción del entrenamiento de la fuerza

La literatura especializada señala que, pese a que no se conozca una combinación o dosis óptima de los componentes o variables de la carga, que puedan maximizar o favorecer las adaptaciones en respuesta al entrenamiento de la fuerza en edades tempranas²³, se pueden dar unas directrices generales al respecto de las mismas que ayuden a manipular progresivamente estas a lo largo del proceso de preparación físico-deportiva. Del mismo modo, debe entenderse que los jóvenes con más experiencia de entrenamiento de fuerza necesitarán seguir programas de entrenamiento periodizados con una variación sistemática de la intensidad, volumen y velocidad de ejecución, para facilitar una continua adaptación y reducir el aburrimiento y el riesgo de lesiones por sobrecarga^{15,29}. A medida que la fuerza muscular y el dominio de habilidades motoras vayan mejorando, la carga y la complejidad del programa entrenamiento prescrito deberán reflejar la experiencia de entrenamiento, la edad y las capacidades técnicas de los niños¹⁵. Para todo ello, las variables de la dosis de ejercicio que se emplean para programar los entrenamientos de fuerza deben controlarse cuidadosamente con el propósito de salvaguardar la seguridad, la adherencia y garantizar la consecución de los objetivos propuestos en cada fase⁶⁰.

Frecuencia de entrenamiento

La mayoría de los estudios bien diseñados, que han mostrado mejoras de la fuerza, han utilizado una frecuencia media de 2.7 ± 0.8 sesiones a la semana en días alternos¹⁹. Por tanto, la recomendación general para los niños y adolescentes que se inician en el entrenamiento de fuerza es de 2-3 sesiones a la semana en días no consecutivos, lo que permitirá una recuperación adecuada entre sesiones a la vez que será una frecuencia eficaz para mejorar la fuerza^{5-9,48}.

No obstante, la frecuencia de entrenamiento puede incrementarse a medida que los niños atraviesan la adolescencia y se acercan a la edad adulta, especialmente en aquellos que compitan en deportes con altas demandas de fuerza²⁹. En cualquier caso, dicha frecuencia deberá permitir siempre la adecuada recuperación entre sesiones para evitar el sobreentrenamiento y permitir el óptimo desarrollo físico natural, sin olvidar además el resto de sesiones de entrenamiento semanal de otro tipo que el joven pueda estar compaginando.

Volumen de entrenamiento

La recomendación general, para sujetos jóvenes sin experiencia previa de entrenamiento de fuerza, es realizar inicialmente de 1-2 series por ejercicio^{7,8,16}. A medida que se adquiere experiencia de entrenamiento podemos progresar hasta completar de 3-4 series por ejercicio^{7,8,16}. La condición que siempre deberá cumplirse será poder mantener una correcta competencia técnica, durante todas y cada una de las series y repeticiones realizadas, antes de incrementar este componente de la dosis del entrenamiento. Por esta razón, es clave que el técnico responsable de la supervisión proporcione *feed-back* frecuentes durante la ejecución de los ejercicios más complejos.

Respecto del número de ejercicios por sesión de entrenamiento, y considerando que deberá haber un reparto equilibrado para todo el cuerpo, se recomienda hacer de 3-8 ejercicios por sesión según las características de los ejercicios, objetivo de entrenamiento y nivel de experiencia de entrenamiento acumulada⁷. En cualquier caso, es necesario que los incrementos del volumen de entrenamiento se realicen con cuidado, con respecto a la tolerancia individual al estrés de cada niño, para evitar síntomas de sobrecarga y/o lesiones agudas²⁰.

Por otro lado, la mayoría de los jóvenes realizan entrenamientos de cuerpo entero varias veces por semana, involucrando múltiples ejercicios que estresan todos los grupos musculares principales en cada sesión⁷. Por tanto, sobre la relación entre el número de ejercicios en función de las regiones corporales sobre los que van a distribuirse los mismos, recomendamos que se realicen sesiones generalmente globales (es decir, que permitan entrenar todos los grandes grupos musculares en la misma sesión mediante acciones motrices de empuje y tracción que impliquen al hemisferio superior y/o inferior).

Intensidad de entrenamiento

Cuando la literatura científica se refiere al componente de intensidad de entrenamiento de la fuerza lo puede hacer en relación con distintos indicadores. Tradicionalmente, cuando se hace en función al % 1RM, la recomendación para niños y adolescentes es que aquellos jóvenes más desentrenados utilicen resistencias inferiores o próximas al 60% de la 1RM, mientras que a medida que acumulen experiencia y competencia técnica, podrán incrementar lentamente la intensidad llegando a utilizar resistencias del 70-85% 1RM^{7,8}.

Behringer et al.²⁰ comentan, a raíz de su metaanálisis sobre el efecto del entrenamiento de la fuerza en el rendimiento motor de las habilidades motrices, que el «umbral mínimo» para conseguir tales efectos en niños y adolescentes está alrededor del 50% de la 1RM, aunque estos autores y otros puntualizan que tal umbral o dosis mínima será diferente entre sujetos entrenados y desentrenados¹⁵. Solo una vez se domine el ejercicio en cuestión, con suficiente competencia técnica, con cargas bajas a moderadas, se podrá incrementar gradualmente la resistencia según los objetivos de entrenamiento y necesidades individuales¹⁵.

Sin embargo, utilizar el parámetro % 1RM (real o estimado) para determinar la intensidad de entrenamiento puede ser innecesario^{7,8}, ya que se puede programar en función de franjas de repeticiones apropiadas y establecer el peso máximo a manejar para dicha franja de forma correcta y segura. Una vez se realice el número de repeticiones establecido con suficiente seguridad y calidad técnica se puede incrementar el peso aproximadamente entre el 5 y el 10%^{7,14}, de forma que el incremento del peso sea siempre una consecuencia de las mejoras técnicas y de la aplicación de fuerza en el ejercicio en cuestión. También es importante señalar que no todos los ejercicios necesitan ser realizados con el mismo número de repeticiones y series^{7,8,16}, de tal forma que, para ejercicios tradicionales multiarticulares y monoarticulares, se recomendaría hacer entre 6-15 repeticiones (v. g.: *squat*, *press* banca, *curl* de bíceps), mientras que para ejercicios con alta producción de potencia y velocidad (levantamientos olímpicos y variantes, pliométricos) no se realizarían más de 6 repeticiones⁷. En todos los casos, objetivos y niveles de sujetos jóvenes nunca se recomendaría realizar el máximo número posible de repeticiones por serie, por lo que el carácter del esfuerzo será siempre bajo⁶¹. Exponer a los niños y adolescentes a intensidades excesivas a expensas de la técnica correcta puede conducir a lesiones agudas, mientras que prescribir un volumen excesivo de entrenamiento a lo largo de un bloque de entrenamiento puede inducir a un estado de sobreentrenamiento⁸. Será siempre mejor subestimar las capacidades físicas del niño que sobreestimarlas y arriesgarse a sufrir consecuencias negativas como la lesión¹⁶.

Otro tipo de marcadores para controlar la intensidad del entrenamiento de la fuerza, de gran utilidad y buenos índices de validez y fiabilidad, son las escalas de esfuerzo percibido o percepción del esfuerzo (RPE). Sobre esto existen 2 estudios que han desarrollado y validado escalas específicas con poblaciones de niños y adolescentes. El primero de estos estudios es el desarrollado por Faigenbaum

et al.⁶², el cual utilizando una muestra de 26 niños y niñas en total de 7-12 años utilizó una resistencia externa en los ejercicios de *press* banca y *press* de piernas en máquinas correspondiente al 35, 55, y 75% de la 1RM con la que se realizó una serie de 10 repeticiones para cada resistencia. Se encontró una correlación positiva y lineal entre cada % 1RM y el esfuerzo percibido en una escala de 11 puntos ($r = 0.70-0.77$), por lo que se consideró que dicha escala proporcionaba una evidencia parcial de validación para el entrenamiento de fuerza en niños. Al año siguiente de esta publicación, Robertson et al.⁶³ validaron otra escala de esfuerzo percibido para el entrenamiento de la fuerza con una muestra de 25 niños y 25 niñas de 10-14 años. En este estudio los autores utilizaron una resistencia externa correspondiente al 50% 1RM, con la que se realizaron 3 series de 6, 10 y 14 repeticiones respectivamente para los ejercicios de *curl* de bíceps y extensión de rodillas en máquina. Hallaron unos coeficientes de validez mediante regresión lineal altos ($r = 0.72-0.88$), lo que les hizo concluir que dicha escala de esfuerzo percibido era una herramienta válida para realizar ejercicios de fuerza para el hemisferio superior e inferior con niños y jóvenes de ambos sexos (fig. 2).

Aunque en estos y otros estudios no se recomiende ninguna franja determinada de intensidad para los entrenamientos de fuerza en poblaciones infantiles y juveniles utilizando dichas escalas, los autores de esta revisión sugerimos que un rango comprendido entre 3-7, al finalizar cada serie, sería una recomendación segura y eficaz. Por ejemplo, aquellos sujetos sin experiencia previa, cuyo objetivo fundamental fuese fijar patrones técnicos en ejercicios nuevos, una franja entre 3-4 (fácil y algo fácil) sería lo recomendable, mientras que sujetos jóvenes, con experiencia y buen control del ejercicio, podrían entrenar con una percepción de esfuerzo al final de cada serie comprendida entre los valores 5-7. Aplicando este concepto, el peso del ejercicio, y como tal, el número total de repeticiones por serie serían seleccionadas por el niño en función de una zona de entrenamiento RPE objetivo predeterminada⁶³.

Velocidad de ejecución

La utilización de un mismo % de 1RM o un determinado número de repeticiones por serie puede dar lugar a intensidades distintas en función de que la velocidad de ejecución y potencia producida en cada repetición sean o no la máxima posible⁶¹. Por tanto, la velocidad de ejecución y la potencia mecánica producida es otro indicador determinante para el control y valoración de la intensidad del entrenamiento de la fuerza. La velocidad está en relación con la aceleración que el sistema neuromuscular aplica a la resistencia dada, así que a mayor velocidad alcanzada, ante una misma resistencia, mayor potencia producida y por tanto resultará en un esfuerzo de mayor intensidad o fuerza aplicada⁶¹. Sobre esto, la recomendación típica general es que, durante las fases de aprendizaje técnico de nuevos ejercicios, especialmente en sujetos jóvenes sin experiencia, se facilite el control y se asegure la ejecución técnica correcta mediante velocidades moderadas y cargas bajas^{6-8,29}. Sin embargo, una vez el sujeto muestre buen control y ejecución del ejercicio por la experiencia acumulada, se deberá promover que la intencionalidad sea realizar cada repetición tan rápido como sea posible, para aumentar las adaptaciones neuromusculares (incremento del reclutamiento, sincronización y frecuencias de descarga de unidades motrices)^{8,29}. El desarrollo de movimientos a altas velocidades puede ser especialmente importante durante los años de crecimiento, cuando la plasticidad neural y coordinación motora son más sensibles de modificarse⁸. Asimismo, no todos los ejercicios requieren ser realizados a la misma velocidad, ya que aquellos con mayor producción de potencia, como los ejercicios secuenciales y pliométricos, deberán ser realizados a velocidades altas/explosivas, mientras que otro tipo de ejercicios pueden ser realizados a menor velocidad^{7,8,29}.

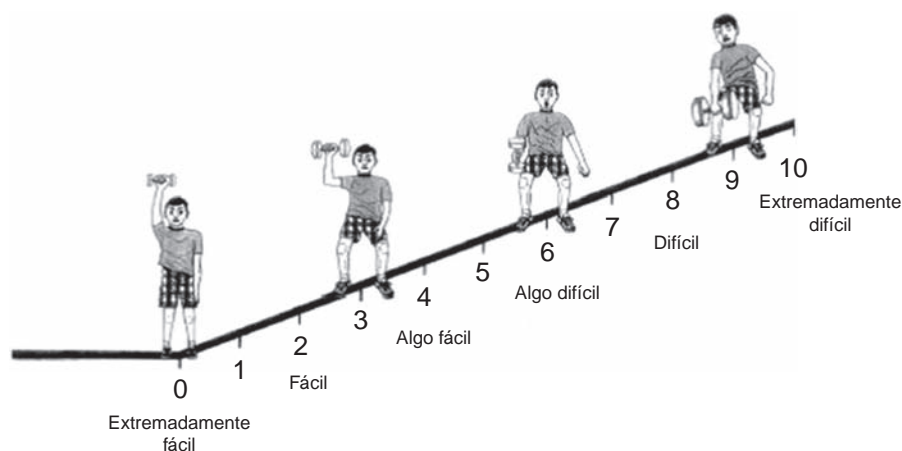


Figura 2. Escala de esfuerzo percibido OMNI-RES de fuerza para niños.

Fuente: Robertson et al.⁶³

Densidad de entrenamiento e intervalo de recuperación inter-series

La densidad de entrenamiento expresa la relación entre la duración del esfuerzo y la longitud de la pausa de recuperación o descanso⁶⁰. La longitud del intervalo de recuperación es una variable importante para mantener los niveles de fuerza aplicada, velocidad y potencia en cada movimiento⁶⁰. Existen evidencias de que los niños y adolescentes se recuperan más rápidamente entre esfuerzos intermitentes de alta intensidad que los adultos⁶⁴⁻⁶⁶, por lo que se sugiere que, con ejercicios de moderada intensidad en sujetos inexpertos, un minuto aproximadamente de recuperación entre series podría ser suficiente, para la mayoría de los niños y adolescentes^{7,8,29,48}. No obstante, probablemente se deba incrementar dicho periodo de recuperación más allá de los 2-3 minutos, a medida que la intensidad del entrenamiento se incremente en jóvenes expertos, como por ejemplo sucede al realizar ejercicios con alta producción de fuerza, potencia, y demanda técnica (ejercicios olímpicos o secuenciales, y pliométricos)^{7,8,29}.

Medios de entrenamiento, tipo y orden de ejercicios

Distintos medios o equipamientos utilizados para los ejercicios han mostrado ser efectivos para mejorar las prestaciones de fuerza en poblaciones de niños y adolescentes (peso corporal, bandas elásticas, máquinas de resistencia variable adaptadas, pesos libres, resistencia manual y balones medicinales)^{7,8,29,48}. Parece razonable ir progresando gradualmente de los ejercicios más simples, en situaciones de mayor estabilidad externa -como los ejercicios realizados con máquinas de placas-, hacia ejercicios relativamente inestables y más complejos -como los realizados con pesos libres o balones medicinales- para mejorar el rendimiento y reducir el aburrimiento, a medida que mejore la competencia técnica y confianza^{16,67}. No se debe olvidar que la variedad de ejercicios, en la sesión y a lo largo del tiempo, es un elemento importante para motivar y prevenir el aburrimiento a estas edades.

Al final, la propia selección del tipo de ejercicio dependerá de la competencia técnica, objetivo de entrenamiento, medidas antropométricas del niño o adolescente y de los recursos disponibles. En todos los casos la prioridad será fijar patrones técnicos correctos, en variedad de ejercicios con resistencias bajas, tanto mono como multiarticulares y levantamientos olímpicos⁶⁸. Recordar de nuevo que la niñez es considerada un periodo crucial para desarrollar la suficiente competencia motriz, ya que durante estos años la coordinación neuromuscular es más susceptible de cambiar^{8,29}. Igualmente, los ejercicios seleccionados para la sesión deberán

permitir una implicación repartida de los grupos musculares principales de todo el cuerpo, de forma equilibrada (balance muscular agonista-antagonista)^{7,8}. Especial atención merecerán aquellos ejercicios específicos para la musculatura estabilizadora del tronco o core^{7,8,29,67}.

Respecto del orden de ejecución de los ejercicios en la sesión de entrenamiento, al igual que para poblaciones adultas, se recomienda empezar primero por aquellos ejercicios de mayor demanda o complejidad técnica y producción de potencia (v. g.: levantamientos olímpicos o ejercicios secuenciales y pliométricos). Del mismo modo, se deben realizar primero aquellos ejercicios para grupos musculares grandes y centrales, antes que los ejercicios para grupos musculares pequeños y periféricos, o lo que supone lo mismo, realizar los ejercicios que demanden un mayor número de grupos musculares, por ser poliarticulares, antes que los monoarticulares⁷. No obstante, el orden de los ejercicios debe organizarse en función de los objetivos perseguidos, a la vez que aquellos ejercicios que se estén aprendiendo deberán realizarse siempre sin fatiga y, por tanto, irán al inicio de la sesión⁶⁰.

Metodología de entrenamiento

La concreción del método de entrenamiento determinado, para cada unidad o sesión de entrenamiento, debe ser considerado como un componente independiente de la dosis de ejercicio. La literatura científica no hace ninguna referencia específica o recomendación sobre este punto, para el entrenamiento de la fuerza a edades tempranas. Sin embargo, algunos estudios de intervención han utilizado progresiones verticales, con organizaciones circulares, para comprobar el efecto del ejercicio de fuerza (55-70% 1RM) con resultados positivos sobre la grasa corporal, la fuerza muscular y la función vascular en adolescentes obesos⁴². Esto hace suponer que progresiones metodológicas de tipo vertical, como los clásicos «circuitos generales», puedan ser apropiadas para poblaciones infantiles y juveniles con poca experiencia, no existiendo la necesidad de utilizar progresiones de tipo horizontal en las primeras fases de formación (tabla 1).

Recomendaciones finales para la práctica

- Comenzar cada sesión con un calentamiento dinámico apropiado de 5-10 minutos, que incluya una parte general de actividades aeróbicas de baja intensidad, seguida de una parte específica con movimientos dinámicos.
- Priorizar los ejercicios globales o multiarticulares con el propósito de mejorar aspectos coordinativos y de equilibrio. Además, este

Tabla 1

Propuesta de dosis de entrenamiento de la fuerza para niños y adolescentes según nivel de experiencia

	Principiante (sin experiencia)	Intermedio (> 6 meses)	Avanzado (> 12 meses)
Frecuencia semanal (sesiones semanales)	2-3	2-3	2-3 (hasta 4)
Volumen (n.º ejercicios por sesión)	6-8 (hasta 10)	6-8	3-8
Volumen (n.º series por ejercicio)	1-2	2-3	3-4
Volumen (organización metodológica)	Global	Global	Global; por hemisferios
Intensidad (N.º rep. por serie (carácter del esfuerzo [*]))	Ejer. Mono/Multiart.: 10-15 (20-25) Ejer. secuenciales: 3-6 (8-15)	Ejer. Mono/Multiart.: 6-10 (12-20) Ejer. secuenciales: 3-6 (6-12)	Ejer. Mono/Multiart.: 6-10 (10-16) Ejer. secuenciales: 1-6 (3-12)
Intensidad (Escala OMNI-RES)	3-5	4-6	5-7
Intensidad (velocidad de ejecución)	Ejer. Mono/Multiart.: baja Secuenciales: moderada	Ejer. Mono/Multiart.: moderada Secuenciales: alta	Ejer. Mono/Multiart.: alta Secuenciales: máxima
Densidad (intervalo de recuperación)	Alta ≈ 1 min	Media: 1-2 min	Media-alta: < 2-3 min (según objetivo)
Tipo de ejercicio	Ejer. Mono/Multiart.: Secuenciales Core	Ejer. Mono/Multiart.: Secuenciales Pliométricos Core	Ejer. Mono/Multiart.: Secuenciales Pliométricos Core
Metodología	Progresión vertical: circuitos generales	Progresión vertical: circuitos generales	Progresión vertical: circuitos generales y concentrados Progresión horizontal: series uniformes

* Relación entre el número de repeticiones realizadas por serie (fuera del paréntesis) con respecto a las máximas realizables/capaz de realizarse (entre paréntesis) en ese mismo ejercicio, con el mismo peso y en ese mismo momento. Ejer.: ejercicios. Mono/Multiart.: Mono/Multiarticulares.

tipo de ejercicios presenta similitudes mecánicas con muchos gestos deportivos que podrían favorecer el rendimiento requerido.

- Considerar, el entrenamiento de fuerza a estas edades, como un medio profiláctico de lesiones por sobrecarga, al poder ayudar a compensar desequilibrios musculares del conjunto articular del hombro y del tronco (core).
- Evitar o minimizar los ejercicios que impliquen una excesiva carga o estrés compresivo y cizalla para la columna vertebral.
- Enseñar la técnica apropiada de cada ejercicio con buenos modelos de ejecución y adecuadas instrucciones para el aprendizaje (baja ratio entrenador-alumnos).
- Cuidar que el entorno y el equipamiento utilizados para los ejercicios sean seguros y estén adaptados a las medidas antropométricas del niño o adolescente, a su nivel de aptitud física y a su nivel de competencia técnica.
- Progresar con el volumen e intensidad de entrenamiento de forma gradual, pero suficiente para permitir un estímulo efectivo. Utilizar siempre la mínima dosis de ejercicio rentable (efectiva).
- Algunos núcleos articulares presentan una disminución del umbral de tolerancia al estrés a nivel estructural, en determinadas acciones articulares o ángulos críticos⁶⁹. Esto podría suponer un serio riesgo respecto a la integridad de dichas articulaciones, caso del hombro y la columna lumbar, si los ejercicios se realizasen en todo el rango articular posible⁶⁹.
- Variar periódicamente las características del entrenamiento semanal (ejercicios, medios, etc.), para favorecer la motivación y evitar el aburrimiento.

Conclusiones

No existen pruebas científicas que demuestren que el entrenamiento de fuerza, correctamente supervisado y prescrito, pueda estar contraindicado en edades precoces. Muy al contrario, puede ser una forma de entrenamiento segura, saludable y efectiva,

siempre que se respeten ciertas directrices y criterios de seguridad. El reconocimiento médico-deportivo previo, con especial atención sobre la valoración de la madurez osteo-articular, es otra medida cauteladora, relacionada con el estado de salud, que debe ser considerada. No obstante, el riesgo de lesión, debido a la práctica del entrenamiento de fuerza, no es mayor –incluso puede ser menor– que en otras actividades deportivas habitualmente practicadas.

El entrenamiento de fuerza, a estas edades, deberá contemplar y cubrir los siguientes objetivos: 1) favorecer un óptimo y equilibrado desarrollo músculo-esquelético y postural de todo el cuerpo, 2) consolidar patrones técnicos correctos en variedad de ejercicios con resistencias submáximas, y 3) promover e inculcar hábitos de vida saludables (activos) y perdurables en la edad adulta. Asimismo, el entrenamiento de fuerza a edades tempranas, debería ser incorporado progresivamente y formar parte de un programa de acondicionamiento físico global más amplio. Para ello, el entrenamiento de la fuerza a edades infantiles y prepubescentes debería presentarse bajo formatos afines con esas edades, con el propósito de evitar el aburrimiento y favorecer su cumplimiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Vrijens J. Muscle strength development in the pre- and post-pubescent age. *Med Sci Sports*. 1978;11:152-8.
2. Docherty D, Wenger HA, Collis ML, Quinney H. The effects of variable speed resistance training on strength development in prepubertal boys. *J Hum Mov Stud*. 1987;13:377-82.
3. American Academy of Pediatrics. Weight training and weight lifting: information for the pediatrician. *Phys Sports Med*. 1983;11(3):157-61.
4. American Academy of Pediatrics Committee on Sports Medicine. Strength training, weight and power lifting and body building by children and adolescents. *Pediatrics*. 1990;86(5):801-3.
5. National Strength and Conditioning Association. Position paper on prepubescent strength training. *Nat Strength Cond Assoc*. 1985. J7:27-31.

6. Faigenbaum A, Kraemer W, Cahill B, Chandler J, Dziados J, Elfrink L, et al. Youth resistance training: Position statement paper and literature review. *Strength Cond J*. 1996;18:62–75.
7. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, et al. Youth resistance training: Updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res*. 2009;23(5):S1–20.
8. Lloyd RS, Faigenbaum AD, Stone MH, Oliver JL, Jeffreys I, Moody JA, et al. Position statement on youth resistance training: The 2014 International Consensus. *Br J Sports Med*. 2014;48(7):498–505.
9. Faigenbaum AD, Myer GD. Resistance training among young athletes: Safety, efficacy and injury prevention effects. *Br J Sports Med*. 2010;44(1):56–63.
10. Hamill BP. Relative safety of weight lifting and weight training. *J Strength Cond Res*. 1994;8(1):53–7.
11. Myer GD, Quatman CE, Khoury J, Wall EJ, Hewett TE. Youth versus adult weightlifting injuries presenting to United States emergency rooms: Accidental versus nonaccidental injury mechanisms. *J Strength Cond Res*. 2009;23(7):2054–60.
12. Bass S, Daly R, Caine D. Intense training in elite female athletes: Evidence of reduced growth and delayed maturation? *Br J Sports Med*. 2002;36(4):310.
13. Falk B, Eliakim A. Resistance training, skeletal muscle and growth. *Pediatr Endocrinol Rev*. 2003;1(2):120–7.
14. Cahill BR. American Orthopaedic Society for Sports Medicine: Proceedings of the conference on strength training and the prepubescent. Chicago, IL: American Orthopaedic Society for Sports Medicine; 1988. p. 1–14.
15. Faigenbaum AD, Lloyd RS, Myer GD. Youth resistance training: Past practices, new perspectives, and future directions. *Pediatr Exerc Sci*. 2013;25(4):591–604.
16. Behm DG, Faigenbaum AD, Falk B, Klentrou P. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: Resistance training in children and adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008;33(3):547–61.
17. Malina RM. Weight training in youth—growth, maturation and safety: An evidenced based review. *Clin J Sport Med*. 2006;16(6):478–87.
18. Falk B, Tenenbaum G. The effectiveness of resistance training in children. A meta-analysis. *Sports Med*. 1996;22(3):176–86.
19. Behringer M, vom Heede A, Yue Z, Mester J. Effects of resistance training in children and adolescents: A meta-analysis. *Pediatrics*. 2010;126(5):e1199–210.
20. Behringer M, vom Heede A, Matthews M, Mester J. Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: A meta-analysis. *Pediatric Exerc Sci*. 2011;23(2):186–206.
21. Faigenbaum AD, Milliken LA, Loud RL, Burak BT, Doherty CL, Westcott WL. Comparison of 1 and 2 days per week of strength training in children. *Res Q Exerc Sport*. 2002;73(4):416–24.
22. Payne VG, Morrow JR Jr, Johnson L, Dalton SN. Resistance training in children and youth: A meta-analysis. *Res Q Exerc Sport*. 1997;68(1):80–8.
23. Faigenbaum AD, Myer GD. Resistance training and pediatric health. *Kronos*. 2015 [revista en Internet]. 2011 [accedido 18 Jun 2015];10(1):31–38. Disponible en: <http://www.revistakronos.com/kronos/index.php?articulo=189>.
24. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lazaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009;17(8):859–79.
25. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med*. 1999;27(6):699–706.
26. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med*. 2005;33(7):1003–10.
27. McHugh MP. Oversized young athletes: A weight concern. *Br J Sports Med*. 2010;44(1):45–9.
28. Valovich-McLeod TC, Decoster LC, Loud KJ, Micheli LJ, Parker JT, Sandrey MA, et al. National Athletic Trainers' Association position statement: Prevention of pediatric overuse injuries. *J Athl Train*. 2011;46(2):206–20.
29. Lloyd RS, Faigenbaum AD, Myer GD, Stone MH, Oliver JL, Jeffreys I et al. UKSCA Position Statement: Youth Resistance Training. UK Strength and Conditioning Association [revista en Internet]. 2012 [accedido 18 Jun 2015]; 26:26–35. Disponible en: <http://www.proformance.pro/wp-content/uploads/2014/03/UKSCA-Position-Statement-Final.pdf>.
30. Ozmun JC, Mikesky AE, Surburg PR. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26(4):510–4.
31. Ramsay JA, Blimkie CJ, Smith K, Garber S, MacDougall JD, Sale DG. Strength training effects in prepubescent boys. *Med Sci Sports Exerc*. 1990;22(5):605–14.
32. Beunen GP, Malina RM. Growth and biologic maturation: Relevance to Athletic performance. En: Hebestreit H, Bar-O O, editores. *The child and adolescent athlete*. Oxford: Blackwell Publishing; 2008. p. 3–17.
33. Neu CM, Rauch F, Rittweger J, Manz F, Schoenau E. Influence of puberty on muscle development at the forearm. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002;283(1):E103–7.
34. McKelvie KJ, Khan KM, McKay HA. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? A systematic review. *Br J Sports Med*. 2002;36(4):250–7.
35. Gunter KB, Almstedt HC, Janz KF. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exerc Sports Sci Rev*. 2012;40(1):13–21.
36. Virvidakis K, Georgiu E, Korkotidis A, Ntalles K, Proukakis C. Bone mineral content of junior competitive weightlifters. *Int J Sports Med*. 1990;11(3):244–6.
37. Conroy B, Kraemer W, Maresh C, Fleck S, Stone M, Fry A, et al. Bone mineral density in elite junior Olympic weightlifters. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(10):1103–9.
38. Yu CC, Sung RY, So RC, Lui KC, Lau W, Lam PK, et al. Effects of strength training on body composition and bone mineral content in children who are obese. *J Strength Cond Res*. 2005;19(3):667–72.
39. Treuth MS, Hunter GR, Figueroa-Colon R, Goran MI. Effects of strength training on intra-abdominal adipose tissue in obese prepubertal girls. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(12):1738–43.
40. Sothorn MS, Loftin JM, Udall JN, Suskind RM, Ewing TL, Tang SC, et al. Safety, feasibility and efficacy of a resistance training program in preadolescent obese youth. *Am J Med Sci*. 2000;319(6):370–5.
41. McGuigan MR, Tataschiere M, Newton RU, Pettigrew S. Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. *J Strength Cond Res*. 2009;23(1):80–5.
42. Watts K, Beye P, Siafarikas A, Davis EA, Jones TW, O'Driscoll G, et al. Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43(10):1823–7.
43. Schranz N, Tomkinson G, Olds T. What is the effect of resistance training on the strength, body composition and psychosocial status of overweight and obese children and adolescents? A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2013;43(9):893–907.
44. Shaibi GQ, Cruz ML, Ball GD, Weigensberg MJ, Salem GJ, Crespo NC, et al. Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(7):1208–15.
45. Suh S, Jeong IK, Kim MY, Kim YS, Shin S, Kim SS, et al. Effects of resistance training and aerobic exercise on insulin sensitivity in overweight Korean adolescents: A controlled randomized trial. *Diabetes Metab J*. 2011;35(4):418–26.
46. Van der Heijden GJ, Wang ZJ, Chu Z, Toffolo G, Manesso E, Sauer PJ, et al. Strength exercise improves muscle mass and hepatic insulin sensitivity in obese youth. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(11):1973–80.
47. Benson AC, Torade ME, Singh MA. Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *Int J Pediatr Obes*. 2006;1(4):222–31.
48. Faigenbaum AD, Myer GD. Pediatric resistance training: benefits, concerns, and program design considerations. *Curr Sports Med Rep*. 2010;9(3):161–8.
49. Naylor LH, Watts K, Sharpe JA, Jones TW, Davis EA, Thompson A, et al. Resistance training and diastolic myocardial tissue velocities in obese children. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(12):2027–32.
50. Weltman A, Janney C, Rians CB, Strand K, Katch FI. The effects of hydraulic resistance strength training on serum lipid levels in prepubertal boys. *Am J Dis Child*. 1987;141(7):777–80.
51. Gutin B, Owens S. The influence of physical activity on cardiometabolic biomarkers in youths: A review. *Pediatr Exerc Sci*. 2011;23(2):169–85.
52. Padilla-Moledo C, Ruiz JR, Ortega FB, Mora J, Castro-Piñero J. Associations of muscular fitness with psychological positive health, health complaints, and health risk behaviors in Spanish children and adolescents. *J Strength Cond Res*. 2012;26(1):167–73.
53. Velez A, Golem DL, Arent SM. The impact of a 12-week resistance training program on strength, body composition, and self-concept of hispanic adolescents. *J Strength Cond Res*. 2010;24(4):1065–73.
54. Yu CC, Sung RY, Hau KT, Lam PK, Nelson EA, So RC. The effect of diet and strength training on obese children's physical self concept. *J Sports Med Phys Fitness*. 2008;48(1):76–82.
55. Barbieri D, Zaccagni L. Strength training for children and adolescents: Benefits and risks. *Coll Antropol*. 2013;37(S2):219–25.
56. Gómez-Campos R, de Arruda M, Hobold E, Abella CP, Camargo C, Martínez Salazar C, et al. Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Rev Andal Med Deporte*. 2013;6(4):151–60.
57. Tanner JM. Growth at adolescence. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific; 1962.
58. American Academy of Pediatrics. Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*. 2001;107(6):1470–2.
59. American Academy of Pediatrics. Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*. 2008;121(4):835–40.
60. Naclerio F. Entrenamiento deportivo. Fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes. 1^a ed. Madrid: Médica Panamericana editores; 2011.
61. González-Badillo JJ, Ribas-Serna J. Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza. 1^a ed. Zaragoza: Inde; 2002.
62. Faigenbaum AD, Milliken LA, Cloutier G, Westcott WL. Perceived exertion during resistance exercise in children. *Percept Mot Skills*. 2004;98(2):627–37.
63. Robertson RJ, Goss FL, Andreacci JL, Dubé JJ, Rutkowski JJ, Frazee KM, et al. Validation of the Children's OMNI-Resistance Exercise Scale of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(5):819–26.
64. Faigenbaum AD, Ratamess NA, McFarland J, Kaczmarek J, Coraggio MJ, Kang J, et al. Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens, and men. *Pediatr Exerc Sci*. 2008;20(4):457–69.
65. Falk B, Dotan R. Child-adult differences in the recovery from high intensity exercise. *Exerc Sport Sci Rev*. 2006;34(3):107–12.
66. Zafeiridis A, Dalamitros A, Dipla K, Manou V, Galanis N, Kellis S. Recovery during high-intensity intermittent anaerobic exercise in boys, teens and men. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(3):505–12.
67. Faigenbaum AD. Resistance training for adolescent athletes. *Athlet Ther Today*. 2002;7(6):30–5.
68. Faigenbaum AD. Pediatric and adolescent sports injuries. *Clin Sports Med*. 2000;19(4):593–617.
69. Colado JC, García-Massó X. Technique and safety aspects of resistance exercises: A systematic review of the literature. *Phys Sportsmed*. 2009;2(37):104–11.



ELSEVIER

Revista Andaluza de
Medicina del Deporte

www.elsevier.es/ramd



Caso clínico

Efecto inmediato del vendaje *Dynamic Tape*[®] sobre la torsión tibial externa con dolor en un futbolista



B. de la Cruz Torres^{a,*}, M. Albornoz Cabello^a y L. Espejo Antúñez^b

^a Departamento de Fisioterapia, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

^b Departamento de Terapéutica Médico-Quirúrgica, Universidad de Extremadura, Badajoz, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 17 de junio de 2014

Aceptado el 16 de octubre de 2014

Palabras clave:

Fisioterapia

Dynamic Tape[®]

Fútbol

Torsión tibial

R E S U M E N

El objetivo de estudio fue evaluar el efecto inmediato del vendaje *Dynamic Tape*[®] sobre la torsión tibial externa con dolor en un futbolista y las propiedades contráctiles de los músculos superficiales implicados. Se evaluó un futbolista que presentó torsión tibial externa con sintomatología dolorosa en la extremidad inferior derecha. Se midió el ángulo muslo-pie y las propiedades contráctiles de la musculatura superficial mediante tensiomiografía en ambas extremidades inferiores y el dolor percibido. Se aplicó el vendaje *Dynamic Tape*[®] durante 10 días y se volvió a medir. Se observó una reducción del ángulo muslo-pie de la extremidad inferior derecha y del dolor en un 55%. La musculatura con mayor tensión experimentó una reducción de la activación muscular mientras que la musculatura debilitada aumentó su activación muscular. Como conclusión, en el caso estudiado, el *Dynamic Tape*[®] puede considerarse una herramienta terapéutica complementaria muy efectiva para reducir la torsión tibial externa con dolor.

© 2015 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/>).

Immediate effect of *Dynamic Tape*[®] on external torsion tibial clinically painful in a football player. A case report

A B S T R A C T

The aim of the study was to evaluate the immediate effect of *Dynamic Tape*[®] bandage on the external tibial torsion, clinically painful, and the contractile properties of the superficial muscles involved in a soccer player. The subject presented external tibial torsion with painful symptoms in the right lower extremity. Thigh-foot angle and the contractile properties of the superficial musculature by tensiomyography in both legs and perceived pain were measured. *Dynamic Tape*[®] bandage was applied for 10 days. A decrease in the thigh-foot angle of the right lower extremity and a 55% reduction in pain knee was observed. The stressed muscle showed a reduction of muscle activation while the weakened muscles increased muscle activation. In conclusion, in the case studied, the *Dynamic Tape*[®] can be considered a very effective complementary therapeutic tool to reduce external tibial torsion, clinically painful.

© 2015 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 therapy

Dynamic Tape[®]

Football

Tibial torsion

* Autor para correspondencia: Departamento de Fisioterapia, Universidad de Sevilla, Calle Avicena s/n, 41009 Sevilla, España.
Correo electrónico: bcruz@us.es (B. de la Cruz Torres).

Efeito imediato da bandagem *Dynamic Tape*[®] sobre entorse tibial externa com dor em um jogador de futebol. Estudo de caso

R E S U M O

Palavras-chave:
Fisioterapia
Dynamic Tape[®]
Futebol
Torsão tibial

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito imediato da bandagem *Dynamic Tape*[®] sobre a entorse tibial externa, com dor, em um jogador de futebol e as propriedades contráteis dos músculos superficiais envolvidos. Foi avaliado um jogador de futebol que apresentou entorse tibial externa com sintomatologia dolorosa no membro inferior direito. Foi medido o ângulo coxa-pé e as propriedades contráteis da superfície do músculo via Tensiomiografia em ambos membros inferiores e a dor percebida. A bandagem *Dynamic Tape*[®] foi aplicada por 10 dias e foi objeto de nova medição. Observou-se uma redução do ângulo coxa-pé do membro inferior direito e da dor em 55%. A musculatura com maior tensão experimentou uma redução da ativação muscular, enquanto os músculos enfraquecidos aumentaram a ativação muscular. Em conclusão, no caso estudado, o *Dynamic Tape*[®] pode ser considerado uma ferramenta terapêutica complementar muito eficaz para reduzir a torção tibial externa com dor.

© 2015 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Las alteraciones del movimiento, tanto en el plano transversal como en el frontal, de las extremidades inferiores provocan dolor en la rodilla^{1,2}. Un exceso de valgo o varo de rodilla, o excesiva rotación de la tibia, con respecto al fémur, han demostrado estar asociadas a dolor en la rodilla^{3,4}.

La rotación tibial se puede medir mediante el ángulo muslo-pie⁵, que es el ángulo formado por el eje del pie y el eje del muslo cuando el sujeto se encuentra en decúbito prono o en bipedestación y con la rodilla a 90° de flexión. Los valores de normalidad del ángulo muslo-pie evolucionan con el crecimiento pasando de -15° al nacimiento hasta situarse, a la edad de los 10 años, en torno a 10° (-5°, +30°)⁶. Como observamos, existe un intervalo muy amplio, por lo que la torsión tibial puede presentarse asociada a otros síntomas. Valores inferiores nos indican una torsión tibial interna y valores superiores, una torsión tibial externa⁷. Clínicamente, observamos una tendencia de torsión externa de tibia en futbolistas.

Además, la alteración del movimiento en la extremidad inferior provoca dolor en la rodilla y, por ello, el tratamiento debe ir dirigido hacia la corrección de dicho patrón de movimiento alterado. En este sentido, destaca la aplicación de vendajes funcionales^{8,9}. Actualmente, son muchos los tipos de vendajes funcionales utilizados en la fisioterapia, entre los que destacan el *Kinesiotaping*^{®10}, el *McConnell*^{®11} o el *Dynamic Tape*[®]. Este último vendaje es fuertemente elástico y fue desarrollado por un fisioterapeuta australiano, Ryan Kendrick¹². El diseño en forma de tatuaje tribal fue elaborado por el artista tahitiano Tihoti. La ventaja del vendaje *Dynamic Tape*[®], frente a otros vendajes funcionales, es que permite al deportista moverse en el rango completo de movimiento sin limitaciones, pero con una fuerte asistencia biomecánica. Por ello, es un vendaje que se utiliza para el tratamiento de lesiones musculoesqueléticas.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto agudo del vendaje *Dynamic Tape*[®] sobre el dolor de rodilla, el grado de torsión tibial externa y las propiedades contráctiles de los músculos superficiales implicados en la torsión tibial externa en un jugador de fútbol 11.

Método

Sujeto

Se evaluó a un futbolista (varón, mediocentro, de 23 años, con 72 kg de peso, 1.73 m de altura) que presentó torsión tibial externa (20°) y clínica dolorosa (7/10 de la Escala Visual-Analógica [EVA])

en la extremidad inferior derecha. El sujeto dio voluntariamente su consentimiento y el diseño de estudio fue aprobado por el Comité Ético de la Universidad de Sevilla.

Procedimiento

Se midió la torsión tibial externa con un goniómetro mediante el ángulo muslo-pie⁵, tanto en decúbito prono como en bipedestación (pretest), en ambas extremidades inferiores. En ambas situaciones, el sujeto se colocó con la rodilla en flexión de 90° y el tobillo en posición neutra. Para garantizar la recogida de datos, la medición de los ángulos fue realizada 3 veces por el mismo examinador,



Figura 1. Vendaje *Dynamic Tape*[®] para la corrección de la torsión tibial externa en el miembro inferior derecho.

Tabla 1

Valores de tensiomiografía para cada uno de los músculos de ambas extremidades inferiores en el pretest y en el postest

Músculo	Td (ms)		Tc (ms)		Ts (ms)		Tr (ms)		Dm (mm)		Vd (mm/s)		Vc (mm/s)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
<i>RF</i>														
I	24.16	27.72	34.43	32.92	107.39	163.20	72.21	130.24	10.22	9.66	23.24	24.30	273.81	281.52
D	24.45	25.47	34.32	37.17	45.34	179.42	13.99	147.15	8.77	8.96	23.31	21.52	253.27	259.74
<i>VL</i>														
I	21.60	24.78	21.52	24.91	30.88	44.81	7.62	17.43	2.37	2.26	37.18	32.12	104.77	82.55
D	20.89	20.86	19.03	20.66	34.81	96.40	12.21	67.87	3.51	2.71	42.03	38.72	177.02	126.25
<i>TA</i>														
I	21.28	20.12	16.08	16.50	172.91	177.69	46.58	31.28	2.15	1.95	49.75	48.47	127.98	114.56
D	19.12	18.57	18.13	19.60	180.90	190.68	59.32	38.63	2.64	2.48	44.13	40.83	141.40	123.73
<i>BF</i>														
I	29.17	29.31	54.33	46.48	137.18	146.39	43.50	70.99	4.95	7.37	14.72	17.21	56.03	173.86
D	25.22	27.24	58.42	44.90	138.68	179.82	50.66	68.51	5.37	6.77	13.69	17.82	95.40	161.91
<i>GM</i>														
I	22.67	21.96	21.79	20.68	212.73	153.45	81.20	23.04	2.83	3.19	36.71	38.68	124.38	147.03
D	18.59	20.64	20.82	19.88	173.52	164.21	34.75	20.55	2.42	3.58	38.43	40.24	112.34	171.13
<i>GL</i>														
I	22.46	23.25	64.37	54.25	154.11	162.15	69.66	37.26	6.75	6.51	12.43	14.75	145.88	160.94
D	20.02	19.20	18.47	20.02	189.53	187.43	25.93	14.69	2.71	2.77	43.32	39.96	142.39	137.50
<i>GT</i>														
I	33.09	37.11	33.14	42.75	174.59	195.17	68.54	51.35	7.99	9.47	24.14	18.71	228.85	221.27
D	38.53	31.63	30.56	38.40	107.50	163.90	73.96	116.16	8.24	7.40	26.18	20.83	256.03	178.23
<i>VM</i>														
I	21.93	23.80	28.59	27.22	196.38	207.69	41.64	42.53	7.88	11.46	27.98	29.39	262.13	393.83
D	21.99	23.16	26.31	26.74	202.33	231.85	36.43	33.11	8.43	8.88	30.40	29.92	304.05	309.33
<i>ST</i>														
I	26.05	27.46	37.57	40.01	167.73	169.69	68.15	103.28	10.42	10.55	21.29	19.99	253.11	231.06
D	26.27	24.89	38.67	40.41	173.07	182.44	42.42	47.77	9.46	10.25	20.69	19.80	278.96	254.42
<i>AL</i>														
I	22.52	22.65	23.13	23.96	163.64	181.64	46.33	145.01	4.97	5.30	34.58	33.38	209.51	213.87
D	21.77	18.34	18.57	32.86	139.39	174.82	114.83	34.46	5.37	6.98	43.07	24.35	279.73	97.68
<i>P</i>														
I	18.62	18.85	14.03	15.94	194.91	230.33	8.41	9.01	0.86	0.72	57.02	50.20	58.32	43.33
D	20.58	19.92	31.21	58.99	183.25	133.39	12.29	32.12	1.43	4.57	25.64	13.56	45.71	21.68

AL: aductor largo; BF: bíceps femoral; D: derecho; Dm: desplazamiento radial; GL: gemelo lateral; GM: gemelo medial; GT: glúteo mayor; I: izquierda; P: peroneos; Post: postest; Pre: pretest; RF: recto femoral; ST: semitendinoso; TA: tibial anterior; Tc: tiempo de contracción; Td: tiempo de desplazamiento; Tr: tiempo de relajación; Ts: tiempo de sustentación; Vc: velocidad de contracción; Vd: velocidad de desplazamiento; VL: vasto lateral del cuádriceps; VM: vasto medial.

tanto en el pretest como en el postest, registrándose la media de las 3 mediciones; la fase experimental la ejecutó un fisioterapeuta especialista. Igualmente, se registró el nivel del dolor de la rodilla derecha a través de la EVA.

También se analizaron las propiedades contráctiles de la musculatura superficial en ambos miembros inferiores mediante tensiomiografía (TMG-BMC, Eslovenia) en glúteo mayor (GT), vasto externo del cuádriceps (VL), vasto interno del cuádriceps (VM), recto anterior del cuádriceps (RF), semitendinoso (ST), aductor largo (AL), gemelo lateral (GL), gemelo medial (GM), tibial anterior (TA) y peroneos (P). Dependiendo del músculo a evaluar, el sujeto adoptó diferentes posiciones: decúbito supino, decúbito lateral o decúbito prono. Se analizaron los siguientes parámetros: desplazamiento radial del vientre muscular (Dm) para evaluar la rigidez muscular; tiempo de reacción o tiempo de activación (Td), es el tiempo empleado por el músculo para alcanzar el 10% del desplazamiento total observado; tiempo de contracción (Tc) se obtiene determinando el tiempo transcurrido entre el Td (10% Dm) y el 90% de Dm; tiempo de sustentación (Ts) es el tiempo teórico de la contracción mantenida y se calcula mediante la determinación del período de tiempo en el que se mantiene la respuesta del músculo superior del 50% de Dm; tiempo de relajación (Tr) es el tiempo en el que la respuesta del músculo disminuye de 90% a 10% de Dm; velocidad de respuesta (Vd) es la velocidad de deformación muscular en el inicio de la contracción (10% Dm) y velocidad de contracción

(Vc) es la velocidad media de contracción observada entre el 10% y el 90% de Dm ($\Delta dm/dt$).

Posteriormente, se aplicó al sujeto un vendaje *Dynamic Tape*[®] (fig. 1) en la extremidad inferior derecha con la musculatura en posición de acortamiento. Para ello, el sujeto fue colocado en bipedestación con rotación externa de la cadera y rotación interna de la tibia, anclando primero la tira del vendaje en la tibia para pegarla sin tensión hasta el fémur¹².

El vendaje se mantuvo 10 días y después (postest) se volvieron a medir las variables antes descritas, siguiendo el mismo procedimiento que en la valoración inicial.

Resultados

En decúbito prono, el valor del ángulo muslo-pie en la extremidad inferior derecha disminuyó 17.5° (20°-2.5°) y en la extremidad inferior izquierda de 2° (10°-8°). En bipedestación, el valor del ángulo muslo-pie en la extremidad inferior derecha disminuyó 19° (23°-4°) y en la extremidad inferior izquierda 3° (8°-5°). Se observa una tendencia más marcada en la disminución en la extremidad inferior derecha, en ambas situaciones.

En la tabla 1, mostramos los valores de tensiomiografía (Tr, Td, Dm, Tc, Ts, Vd y Vc) para cada uno de los músculos de ambas extremidades inferiores en el pretest y en el postest.

Finalmente, el grado del dolor del paciente, medido mediante la escala EVA, en el pretest fue de 7.5 puntos y en el posttest, de 2 puntos sobre 10.

Discusión

La principal aportación de este estudio fue que el vendaje *Dynamic Tape*[®] produjo cambios hacia la mejoría clínica en el dolor de rodilla, el ángulo pierna-pie y en las propiedades contráctiles de la musculatura superficial implicada en la torsión tibial externa dolorosa. Ello es debido a la gran elasticidad y estiramiento en múltiples planos del vendaje *Dynamic Tape*[®]¹², lo que favorece cambios en la alineación de la tibia respecto al fémur y, como consecuencia, cambios funcionales en los distintos músculos implicados.

Uno de los procedimientos fundamentales para el tratamiento físico es la evaluación de la alineación de los distintos segmentos corporales o de la postura¹³. En el caso de observar desviaciones posturales o de alineación en un paciente, con respecto a la normalidad, un objetivo terapéutico puede ser corregir dichas desviaciones como parte de una estrategia de intervención global¹⁴. Inclusive, sí se ha demostrado que la propia práctica deportiva, con el tiempo, conlleva una descompensación muscular por el simple hecho de entrenar y competir a lo largo de un año¹⁵.

En este estudio, el sujeto presentó una torsión tibial externa en la extremidad inferior derecha de 20° en decúbito prono y 23° en bipedestación (fig. 1) y dolor de 7.5 puntos en la escala EVA. Tras 10 días de aplicación del vendaje *Dynamic Tape*[®], la torsión tibial externa disminuyó a 2.5° en decúbito prono y 8° en bipedestación, acompañada de una disminución del 55% del nivel del dolor (2/10).

En la valoración muscular mediante tensiomiografía, los músculos RF y BF obtuvieron en el pretest valores parecidos a los aportados en otro estudio sobre jugadores de fútbol en la posición de mediocentro¹⁶. No existe consenso científico en cuanto a los valores de referencia para todos los músculos y para un deporte determinado, dada la escasez de bibliografía científica sobre tensiomiografía. En este estudio, la aplicación del vendaje *Dynamic Tape*[®] modificó las propiedades contráctiles de los músculos (tabla 1). Por un lado, los músculos GL, ST, AL y P disminuyeron en Td y aumentaron en Dm, lo que se traduce en una disminución de la rigidez del músculo o *stiffness*. La rigidez muscular, entendida como rigidez del complejo músculo-tendón, es considerada como la resistencia pasiva de un músculo al estiramiento. Por otro lado, los músculos BF y GM aumentaron en Td y en Dm, lo que se traduce en una mayor activación muscular. En respuestas agudas a una actividad o terapia, el aumento de Dm puede indicar un estado de activación y potenciación¹⁷.

En el análisis de un parámetro más funcional, Vd y Vc, los músculos TA, GL, ST, AL y P disminuyeron en Vd y en Vc, lo que se traduce en una lenta activación y contracción tras la fase experimental; sin embargo, los músculos BF y GM aumentaron en Vd y en Vc, y, por tanto, muestran una rápida activación y contracción muscular tras la intervención.

En consecuencia, la musculatura que fija la torsión tibial externa se encuentra con exceso de tensión y disminuye su activación, mientras que la musculatura inhibida y con menor tensión, aumenta su activación.

Son muchos los procedimientos terapéuticos utilizados para modificar patrones de movimiento alterados. El *Dynamic Tape*[®]

es un vendaje aplicado para modificar la biomecánica articular y muscular, y creemos que puede ser utilizado como herramienta terapéutica complementaria.

Como conclusión, podemos afirmar que la aplicación del vendaje *Dynamic Tape*[®] disminuyó el grado de torsión tibial externa y provocó una mejoría clínica con una reducción del dolor en un futbolista.

Limitaciones

El vendaje *Dynamic Tape*[®] se trata de un procedimiento muy novedoso y, por tanto, presenta escasa literatura científica sobre el mismo. Son necesarios más estudios científicos sobre el vendaje *Dynamic Tape*[®], preferentemente con una muestra mayor y en grupos poblacionales diferentes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Lee TQ, Yang BY, Sandusky MD, McMahon PJ. The effects of tibial rotation on the patellofemoral joint: Assessment of the changes in in situ strain in the peripatellar retinaculum and the patellofemoral contact pressures and areas. *J Rehabil Res Dev*. 2001;38:463-9.
- Lee TQ, Morris G, Csintalan RP. The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33:686-93.
- Eckhoff DG, Brown AW, Kilcoyne RF, Stamm ER. Knee version associated with anterior knee pain. *Clin Orthop Relat Res*. 1997;152-5.
- Jones RB, Barlett EC, Vainright JR, Carroll RG. CT determination of tibial tubercle lateralization in patients presenting with anterior knee pain. *Skeletal Radiol*. 1995;24:505-9.
- Sass P, Hassan G. Lower extremity abnormalities in children. *Am Family Phys*. 2003;68:461-8.
- Staheli LT. Rotational problems in children. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75:939-44.
- Wall EJ. Practical primary pediatric orthopedics. *Nurs Clin North Am*. 2000;35:95-113.
- Franetovick M, Chapman AR, Blanch P, Vicenzio B. Augmented low-dye tape alters foot mobility and neuromotor control of gait in individuals with and without exercise related leg pain. *J Foot Ankle Res*. 2010;18:5.
- Keenan AM, Tanner CM. The effect of high-dye and low-dye taping on rearfoot motion. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2001;91:255-61.
- Williams S, Whatman C, Hume PA, Sheerin K. Kinesiotaping in treatment and prevention of sports injuries: A meta-analysis of the evidence for its effectiveness. *Sports Med*. 2012;42:153-64.
- Lee SE, Cho SH. The effect of McConnell taping on vastus medialis and lateral activity during squatting in adults with patellofemoral pain syndrome. *J Exerc Rehabil*. 2013;9:326-30.
- Dynamic Tape. Guest Article; 2014 [consultado 9 Nov 2015]. Disponible en: <http://www.dynamictape.com/content/userFiles/file/Physiopress%20-%20Dynamic%20Tape.pdf>
- Sahrmann SA. Does postural assessment contribute to patient care? *J Orthop Sports Phys Ther*. 2002;32:376-9.
- García-Antúnez C, de la Cruz-Torres B, Sánchez-López MD, Albornoz-Cabello M. Análisis de la pronación global de miembros inferiores completa en deportistas de edad escolar. *Rev Andal Med Deporte*. 2013;6:135-8.
- Oyama S, Hibberd EE, Myers JB. Changes in humeral torsion and shoulder rotation range of motion in high school baseball players over a 1-year period. *Clin Biomech (Bristol Avon)*. 2013;28:268-72.
- Rey E, Lago-Peñas C, Lago-Ballesteros J. Tensiomyography of selected lower-limb muscles in professional soccer players. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012;22:866-72.
- García-Manso JM, Rodríguez-Matoso D, Sarmiento S, de Saa Y, Vaamonde D, Rodríguez-Ruiz D, et al. Effect of high-load and high-volume resistance exercise on the tensiomyographic twitch response of biceps brachii. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012;22:612-9.

online



ELSEVIER
EDITORIAL
SYSTEM



Envíe y controle
el estado de sus
manuscritos a través
de Internet con
Elsevier Editorial
System (EES).

La forma más rápida de enviar sus artículos a Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Fiable
y Eficaz

Con EES los autores pueden

- 1 Enviar sus manuscritos online, desde cualquier lugar del mundo, las 24 horas.
- 2 Seguir su progreso durante la revisión por pares, hasta la aceptación y posterior publicación.
- 3 Realizar modificaciones, gestionar las diferentes versiones de los manuscritos y recibir comunicados de los editores.

Los revisores y los editores ganan en agilidad

- 1 En la revisión y seguimiento online de los manuscritos.
- 2 En el envío y la automatización de tareas.
- 3 En el acceso a las grandes bases de datos de investigación biomédica que facilitan su trabajo:

Acceso directo
a Medline



30 días de acceso libre a
Scopus y ScienceDirect
al aceptar una invitación.

Para enviar sus manuscritos a

Revista Andaluza de Medicina del Deporte
acceda a

<http://ees.elsevier.com/ramd>

ELSEVIER



ARISTO

Project



Proyecto cofinanciado por
la Unión Europea

ARISTO es un proyecto cofinanciado por la Unión Europea, que surge con la finalidad de mejorar las condiciones de entrenamiento y competición de jóvenes deportistas, mediante la creación de un Protocolo de Seguimiento (consistente en diferentes pruebas médicas y funcionales). El objetivo es controlar y prevenir potenciales problemas de salud, evaluando las condiciones físicas de los deportistas en diferentes modalidades deportivas, para optimizar las cargas de entrenamiento y evitar la aparición de potenciales lesiones.

Las disciplinas deportivas incluidas en esta fase del proyecto son: bádminton, triatlón, voleibol, gimnasia rítmica y balonmano



ANDALUCÍA **es** DEPORTE



¿Prácticas deporte?

¿Gestionas deporte?

ANDALUCÍA DEPORTE

 Actualidad  Eventos  Instalaciones  Recursos

ENTRA Y PARTICIPA.
DÉJATE SORPRENDER

www.andaluciaesdeporte.org



Sierra Nevada nieve, sol y mucho



Esta temporada en Sierra Nevada, **más** zona para principiantes, **más** remontes, **más** nieve producida, **más** servicios de pistas, **más** half-pipe, **más** Superparque Sulayr, **más** diversión, **más** gastronomía, **más** experiencias para familias y estudiantes, **más** apre-esquí, **más** deporte, **más** emoción. Mucho **más** que una Estación, es tu destino preferido.



sierranevada.es

902 70 80 90



JUNTA DE ANDALUCÍA

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