

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 9 Número. 2

Junio 2016



RAMD

Originales

Análisis de los goles conseguidos en 13 temporadas (2000/01-2012/13) correspondientes a la Primera División de la Liga Española de Fútbol Profesional

Desplazamiento del centro de presiones en personas con síndrome de Down en bipedestación

Health-related physical fitness in Brazilian adolescents from a small town of German colonization

Plyometric type neuromuscular exercise is a treatment to postural control deficits of volleyball players: A case study

Prevalência de fatores de risco coronariano em praticantes de futebol recreacional

Revisión

Aportaciones sobre la eficacia del método Pilates en la fuerza, el equilibrio y el riesgo de caídas de personas mayores

Casos clínicos

Rabdomiólisis tras la práctica de *spinning*: una asociación peculiar

Efeito de um programa de treinamento concorrente sobre variáveis de saúde de uma mulher com múltiplas hérnias de disco: caso clínico

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 Pablo Olavide, 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

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

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 9 Número 2

Junio 2016

Sumario

Originales

- 55 Análisis de los goles conseguidos en 13 temporadas (2000/01-2012/13) correspondientes a la Primera División de la Liga Española de Fútbol Profesional
J. Sánchez-Flores, J.M. Martín-González, J.M. García-Manso, Y. de Saa, E.J. Arriaza-Ardiles y M.E. Da Silva-Griglotetto
- 62 Desplazamiento del centro de presiones en personas con síndrome de Down en bipedestación
R. Cabeza-Ruiz, N. Castro-Lemus, R.A. Centeno-Prada y J.D. Beas-Jiménez
- 67 Health-related physical fitness in Brazilian adolescents from a small town of German colonization
G. Minatto, E.L. Petroski y D.A.S. Silva
- 75 Plyometric type neuromuscular exercise is a treatment to postural control deficits of volleyball players: A case study
A. Asadi
- 80 Prevalência de fatores de risco coronariano em praticantes de futebol recreacional
P.H.G. Gomides, O.C. Moreira, R.A.R. Oliveira, D.G. Matos e C.E.P. Oliveira

Revisión

- 85 Aportaciones sobre la eficacia del método Pilates en la fuerza, el equilibrio y el riesgo de caídas de personas mayores
D. Reche-Orenes y M. Carrasco

Casos clínicos

- 91 Rabdomiólisis tras la práctica de *spinning*: una asociación peculiar
J.M. Torres-León, D. Coca-Benito, A.R. Domínguez-Alegría y M. Chamizo-Alarcón
- 95 Efeito de um programa de treinamento concorrente sobre variáveis de saúde de uma mulher com múltiplas hérnias de disco: caso clínico
O. Sales-Barros, C.J. Borba-Pinheiro e E.H. Martin Dantas

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 9 Number 2

June 2016

Contents

Original Articles

- 55 Analysis of goals (score) studied in thirteen seasons (2000/01 to 2012/13) for a league of professional spanish football League
J. Sánchez-Flores, J.M. Martín-González, J.M. García-Manso, Y. de Saa, E.J. Arriaza-Ardiles and M.E. Da Silva-Griglotetto
- 62 Center of pressure displacements in individuals with Down syndrome during a bipedal position
R. Cabeza-Ruiz, N. Castro-Lemus, R.A. Centeno-Prada and J.D. Beas-Jiménez
- 67 Health-related physical fitness in Brazilian adolescents from a small town of German colonization
G. Minatto, E.L. Petroski and D.A.S. Silva
- 75 Plyometric type neuromuscular exercise is a treatment to postural control deficits of volleyball players: A case study
A. Asadi
- 80 Prevalence of coronary risk factors in recreational soccer players
P.H.G. Gomides, O.C. Moreira, R.A.R. Oliveira, D.G. Matos and C.E.P. Oliveira

Review Articles

- 85 Contributions on the effectiveness of the Pilates method in strength, balance and risk of falls in elderly people
D. Reche-Orenes and M. Carrasco

Clinical Cases

- 91 Rhabdomyolysis after spinning. A peculiar association
J.M. Torres-León, D. Coca-Benito, A.R. Domínguez-Alegría and M. Chamizo-Alarcón
- 95 Effect of a concurrent training program on health-variables of a woman with multiples herniated discs: clinical case
O. Sales-Barros, C.J. Borba-Pinheiro and E.H. Martin Dantas



Original

Análisis de los goles conseguidos en 13 temporadas (2000/01-2012/13) correspondientes a la Primera División de la Liga Española de Fútbol Profesional



J. Sánchez-Flores^a, J.M. Martín-González^b, J.M. García-Manso^{a,*}, Y. de Saa^a, E.J. Arriaza-Ardiles^c y M.E. Da Silva-Griglotetto^d

^a Departamento de Educación Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, Islas Canarias, España

^b Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, Islas Canarias, España

^c Centro de Estudios Avanzados, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile

^d Centro de Ciencias Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, Brasil/Scientific Sport, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 19 de marzo de 2014

Aceptado el 20 de mayo de 2015

Palabras clave:

Fútbol

Gol

Entropía normalizada de Shannon

Distribución de Poisson

Distribución binomial negativa

Efecto Mateo

R E S U M E N

Objetivo: El propósito del estudio es analizar, en las temporadas 2000/01-2012/13, la distribución de los goles conseguidos, por partido y equipo, y su comportamiento a lo largo del tiempo; además se ha analizado su relación con el grado de competitividad de la liga.

Método: Se utilizó la distribución de Poisson y la distribución binomial negativa para el análisis de los goles y la entropía normalizada de Shannon para el cálculo del grado de competitividad de las ligas.

Resultados: La liga española ha perdido competitividad en las temporadas evaluadas, como demuestran la entropía y en el índice de dispersión entre equipo-partido, especialmente en las últimas temporadas evaluadas. La distribución de los goles por equipos deja de ser poissoniana, especialmente a partir de la temporada 2008-09, tal y como muestra el aumento del índice de dispersión (ajuste lineal: $a = 0.0162 \pm 0.009$; $b = 0.9952 \pm 0.0715$; $R^2 = 0.588$; $p = 0.002$). Sin embargo, no ocurre lo mismo si el análisis lo hacemos desde el punto de vista de los partidos, especialmente en las últimas temporadas, ya que el valor del índice se mantiene (ajuste lineal: $a = 0.0099 \pm 0.0097$; $b = 0.9622 \pm 0.077$; $R^2 = 0.316$; $p = 0.045$). Si atendemos a diferencias de tiempo entre gol, con independencia del número de partidos, el comportamiento es diferente a partir de los 200 minutos, donde el proceso sigue una exponencial y puede considerarse un proceso poissoniano. Este cambio parece indicar cierto efecto de memoria que se puede interpretar como un efecto Mateo que explica la incapacidad de los equipos más débiles para recuperarse de dinámicas perdedoras.

Conclusiones: La superioridad de los equipos más potentes parece clara, quizás excesiva, respecto al resto de equipos que participan en la principal liga española de fútbol. También se ha incrementado la probabilidad de que se consiga un número elevado de goles (> 5 goles) en un partido. Esto provoca que la distribución del número de goles por partido sea del tipo binomial negativa.

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

Analysis of goals (score) studied in thirteen seasons (2000/01 to 2012/13) for a league of professional spanish football League

A B S T R A C T

Keywords:

Soccer

Goal

Shannon entropy normalized

Poisson distribution

Negative binomial distribution

Mathews Effect

Objective: The aim of this study is to analyze, 2000/01season through 2012/13season, the goal scored distribution by game and team; as its behavior in time. We also analyze the relationship with the league competitiveness degree.

Method: We used the Poisson and the Negative Binomial distributions in order to study the goals distribution; and the Normalized Shannon Entropy for calculating the leagues uncertainty.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jgarciamanso@gmail.com (J.M. García-Manso).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2015.05.006>

1888-7546/© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Results: The Spaniard league has lost competitiveness in the seasons evaluated as the entropy and index of dispersion (team-game) display, especially in the last seasons analyzed. From the perspective of teams, it is not Poisson anymore, above all beyond 2008/09 season. From the perspective of games it does not take place the same phenomenon, specially the last seasons studied ($a = 0.0099 \pm 0.0097$; $b = 0.9622 \pm 0.077$; $R2 = 0.316$; $p = 0.045$ vs. $a = 0.0162 \pm 0.009$; $b = 0.9952 \pm 0.0715$; $R2 = 0.588$; $p = 0.002$). Regarding time differences between each goal, the behavior is different from 200 minutes, where the process follows an exponential distribution, and can be considered as a Poissonian process. This modification points out a possible memory effect that can be understood as a Mathew effect, which explains that the less powerful teams are unable to overcome the situation.

Conclusions: The superiority of most powerful teams seems to be more clear, perhaps excessive, compared to the rest of participating teams, as well as the probability that a lot of goals take place (> 5 goals) in a single game.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Análise dos golos marcados em 13 temporadas (2000/1 a 2012/13) da primeira divisão da Liga Espanhola de Futebol Profissional

R E S U M O

Palavras-chave:

Futebol
Objetivo
Entropia normalizada de Shannon
Poisson
Distribuição binomial negativa
Efeito Mateus

Objetivo: O objetivo do estudo é analisar, nas temporadas 2000/01-2012/13, a distribuição de golos marcados por partida e equipas, e o seu comportamento ao longo do tempo. Além disso, analisou a sua relação com o grau de competitividade da liga.

Métodos: Foram utilizadas a distribuição de Poisson e a distribuição binomial negativa para análise dos golos; e a entropia normalizada de Shannon para o cálculo das incertezas da liga.

Resultados: A liga espanhola perdeu competitividade nas épocas avaliadas, como mostrado pela entropia e pelo índice de dispersão entre as equipas em jogo, especialmente nas últimas temporadas avaliadas (≈ 1.2). Do ponto de vista do equipamento, de Poisson mais, especialmente uma vez que a estação 2008-09. Não é por isso, se a análise é feita do ponto de vista das partes, especialmente nas últimas temporadas ($a = 0.0099 \pm 0.0097$, $b = 0.9622 \pm 0.077$; $R2 = 0.316$, $p = 0.045$ vs. $0.009 \pm a = 0.0162$; $b = 0.9952 \pm 0.0715$; $R2 = 0.588$, $p = 0.002$). Quanto às diferenças de tempo entre cada gol, o comportamento é diferente a partir dos 200 minutos, em que o processo segue uma distribuição exponencial e pode ser considerado um processo Poissoniano. Esta modificação aponta um possível efeito de memória, que pode ser entendida como um efeito Mathew, o que explica que as equipas menos potentes são incapazes de superar a situação.

Conclusões: A superioridade das equipas de futebol mais fortes parece clara, talvez excessiva, em comparação com outras equipas participantes na principal liga de futebol espanhola. Também tem aumentado a probabilidade de que seja alcançado um grande número de golos (> 5 golos) numa partida. Isto significa que, por partida, o número de golos é o tipo binomial negativa.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U.

Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Como en cualquier modalidad deportiva, el objetivo principal del fútbol es establecer estrategias de juego que permitan a los equipos participantes superar a sus rivales para conseguir la victoria en cada encuentro o en la competición en que participan. El código de puntuación establecido viene supeditado a un reglamento en el que se establece la forma en la que se gana un partido y se consiguen los puntos que indican su posición en la competición final.

En el caso del fútbol el *score* es el gol (tanto). El número de goles, conseguidos o recibidos, es lo que determina que se consiga o no la victoria.

En el fútbol profesional, el número de goles que se marcan en cada partido, y también en una competición, es pequeño (alrededor de 2.5 goles/partido de media) si lo comparamos con la mayor parte de los deportes de cooperación-oposición (p. e. baloncesto, balonmano, waterpolo, etc.). Este aspecto incrementa el grado de incertidumbre en el resultado de los partidos que se juegan en esta modalidad deportiva. Por este motivo, Anderson y Sally¹, entre los años 1993-2011 tras analizar 43 000 partidos de las principales ligas europeas (España, Alemania, Italia e Inglaterra) concluyen que el fútbol profesional es un deporte en el que la suerte juega un papel relevante que hace que los equipos favoritos solo ganen el partido

algo más de la mitad de las veces (54.8%) que compiten. Aún más, plantean que para tener éxito en el fútbol hay 2 rutas: una es ser bueno, la otra ser afortunado. Según los autores, se necesitan las 2 para ganar un campeonato, pero solo una para vencer en un partido. La diferencia de puntos obtenidos por los equipos situados en los primeros puestos de la clasificación y el resto de equipos está influenciada más por el rendimiento que por la suerte. Para Lago², el azar puede ser un factor importante para explicar el resultado en un único partido o, a lo sumo, en un número muy limitado de ellos, pero que a partir de cierta cantidad de encuentros el rendimiento es determinante para dar cuenta de los puntos que alcanzan los conjuntos.

Esto hace especialmente interesante el estudio de los goles, su número y comportamiento, en la categoría profesional de esta modalidad deportiva. En general, en los deportes de equipo, la forma como se comporta el *score* ha sido considerada como un proceso o distribución de Poisson (DP), aunque con algunas restricciones³⁻⁷. La distribución de los goles conseguidos en un partido de fútbol sigue aproximadamente la mencionada distribución (varianza/media = 1.0) con pequeñas variaciones⁸⁻¹². Las DP son distribuciones de probabilidad discreta que expresan, a partir de una frecuencia de ocurrencia media, la probabilidad de que ocurra un determinado número de eventos en cierto periodo de tiempo. Es

decir, una DP parte de la distribución binomial en el que se expresa el comportamiento de un número elevado de ensayos (en nuestro caso partidos) con bajo índice de éxito (goles).

Las características que presenta el fútbol (número de jugadores, espacio de juego, duración del partido, etc.) son algunos de los principales factores que condicionan el número de goles que se pueden marcar. Todos ellos quedan claramente establecidos y normatizados en el reglamento que aprueba la *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA). En el fútbol, y en todos los deportes en general, el reglamento busca la máxima espectacularidad en las competiciones para hacerlas más atractivas para los practicantes, aficionados y espectadores.

Sin embargo, el nivel de la liga (calidad y nivel de igualdad entre los equipos), los cambios de reglamento (p. e. sistema de puntuación) o las características de los equipos (p. e. sistema de juego) son parámetros que pueden alterar el *score* y, en consecuencia, la distribución de los goles conseguidos en cada partido o por cada equipo en cada partido o competición.

El objetivo de este trabajo es utilizar el marco de los procesos aleatorios de Poisson para comprobar hasta qué punto los datos reales siguen este comportamiento en el fútbol moderno y determinar si se han producido cambios en los últimos años. Para ello se analiza, en la Liga española de Primera División (Liga BBVA) en las temporadas 2000/01-2012/13, cuántos han sido los goles conseguidos, por partido y equipo, en cada temporada. Además, se evalúa el grado de competitividad que se detecta en cada temporada mediante el cálculo de la entropía normalizada de Shanon (S_N).

Método

Muestra

Se han analizado 13 287 goles conseguidos por los equipos (media: 2.69 goles/partido) de la Primera División española (Liga BBVA) durante las temporadas oficiales de 2000-01-2012-13.

Diseño experimental

Distribución de los goles por temporada. Para el estudio de los goles se analizó su distribución. Para ello se calcularon 2 tipos de distribuciones: DP y distribución Binomial Negativa (BN).

Distribución de Poisson. Como es conocido, la DP tiene la siguiente expresión matemática:

$$P(k, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!}$$

Donde $P(k; \lambda)$ es la probabilidad que existe de que, al analizar un fenómeno (partidos de fútbol), se den k eventos (goles) en un intervalo de tiempo y λ es la media de eventos por intervalo. Así, el modelo de Poisson depende de un solo parámetro λ que tiene un significado físico preciso que, en este caso, representa el promedio de tantos marcados en un determinado periodo de tiempo (por partido: 90 min). Además, el número de ceros (no eventos) queda también determinado por λ :

$$P(0, \lambda) = e^{-\lambda}$$

Una interesante propiedad de este tipo de distribución es que los valores de la media y la varianza son iguales o muy parecidos. El cociente entre la varianza y la media de eventos por intervalo es conocido como Índice de Dispersión (ID):

$$ID = \frac{\sigma^2}{\lambda}$$

Siendo σ su desviación estándar, en este tipo de distribución el ID toma el valor de 1. No obstante, este valor puede variar

sensiblemente aumentando o disminuyendo. Cuando $ID < 1$ se denomina subdispersión, y los datos tienden a agruparse más en torno al valor medio. En este caso la distribución del fenómeno es más predecible. Es decir el número de goles que se consiguen es más fácil de predecir. Si $ID > 1$ existe sobredispersión, por lo tanto los datos tienden a estar más dispersos, lo cual puede deberse a un mayor número de ceros de los que predeciría una DP, o a un problema en la cola de la distribución (fenómeno de cola larga), con valores más alejados de la media que los previstos por el modelo poissoniano. En este caso se propone ensayar la distribución BN.

Distribución Binomial Negativa. Una BN se define como una distribución de probabilidad discreta que trata de medir el número de éxitos en una secuencia para un número de eventos independientes entre sí. Esta distribución tiene más dispersión en la cola final con respecto a la de Poisson. La distribución BN depende de 2 parámetros r y q (parámetros del ajuste), y puede considerarse una generalización de la DP. Además, en el caso de la DP, los intervalos de tiempo entre eventos, este caso goles, siguen una distribución exponencial $P(dt) = e^{-\lambda dt}$ que solo depende del valor que tiene el parámetro λ y que es fácilmente detectable cuando la distribución del histograma se transforma en un gráfico semilogarítmico, donde el comportamiento exponencial se ve como una línea recta.

Análisis de la competitividad de la liga. La competitividad de una liga (nivel de igualdad entre los equipos) puede ser determinada por el grado de incertidumbre que exista en cada enfrentamiento. Una magnitud que se ha mostrado útil para el análisis de sistemas complejos es la entropía de Shannon (S) que, cuando el conjunto de probabilidades p_i , $i=1, \dots, N$; de un sistema es conocido, mide la incertidumbre promedio y, por tanto, hace referencia a la cantidad media de información que contiene una variable aleatoria. Se define como:

$$S = \sum_{i=1}^N p_i \log(p_i)$$

Siendo la incertidumbre máxima cuando todos los valores de p_i sean iguales. El valor de S cambia con el valor de N , en nuestro caso el número de equipos que participaron en la liga cada temporada, y por tanto, si N cambia los valores de S no son comparables en cada temporada. En estos casos, es decir, cuando queremos comparar las diferentes temporadas es preferible utilizar la S_N .

$$S_N = \frac{S}{\log(N)}$$

De esta forma, el valor de S_N queda acotado entre 0-1, donde 1 corresponde a la situación de máxima incertidumbre, donde todos los valores de p_i son iguales.

Además, ambas variables (ID y S_N) fueron comparadas, calculando el coeficiente de correlación de Pearson, para conocer el grado de covariación entre ambos parámetros que tienen la peculiaridad de estar relacionados linealmente.

Análisis de los datos

Para el tratamiento de los datos se ha usado los programas SPSS (version 17, SPSS, Chicago, Illinois) y MATLAB (version R2008b, The MathWorks, Natick, MA).

Resultados

Goles totales, goles por partido y goles por equipo. En la [tabla 1](#) se muestra la estadística (total, media, varianza e ID) de los goles totales que se marcan, por equipo y partido, en la Liga española de fútbol profesional durante las temporadas 2000/01-2012/13.

Nótese como el ID cambia sensiblemente cuando se compara entre cada equipo o partido ([tablas 2 y 3](#)). En el caso de los datos que muestran los equipos el ID es claramente mayor que 1 y, a su

Tabla 1
Estadística global de goles conseguidos en las 13 temporadas evaluadas y los estadísticos utilizados (media y varianza de goles e Índice de Dispersión). Estos datos se expresan en valores medios por cada equipo y por partido

Variables	13 287 goles	
	Por equipo	Por partido
Media	1.345	2.689
Varianza	1.494	2.779
Índice dispersión	1.109	1.032

Tabla 2
Datos promedio por equipo de cada una de las variables analizadas (goles totales, media, varianza e índice de dispersión) en las 13 temporadas. También se incluye el valor de entropía normalizada de Shannon (S_N) para cada temporada

Estadísticas globales por equipo					
Temporada	N.º goles	Media	Varianza	ID	S_N
2000-01	1090	1.434	1.511	1.053	0.991270
2001-02	961	1.265	1.312	1.038	0.993490
2002-03	1028	1.353	1.491	1.102	0.990621
2003-04	1015	1.336	1.412	1.057	0.990884
2004-05	976	1.284	1.327	1.033	0.988012
2005-06	936	1.232	1.222	0.992	0.987178
2006-07	942	1.240	1.341	1.082	0.989397
2007-08	1022	1.345	1.533	1.140	0.988368
2008-09	1101	1.449	1.623	1.120	0.988571
2009-10	1031	1.357	1.521	1.121	0.982032
2010-11	1044	1.374	1.654	1.204	0.985618
2011-12	1050	1.382	1.794	1.298	0.985470
2012-13	1091	1.436	1.688	1.176	0.983620
Media	1022	1.345	1.494	1.109	0.988041

ID: índice de dispersión; S_N : entropía normalizada de Shannon.

vez, mayor que el valor que muestra el análisis realizado por partidos. Esto indica que el modelo de Poisson se sigue mejor cuando consideramos los resultados obtenidos por partidos ($ID = 1032$) que por equipos ($ID = 1109$).

Tabla 3
Datos promedio por partido de cada una de las variables analizadas (goles totales, media, varianza e índice de dispersión) en las 13 temporadas. También se incluye el valor de entropía normalizada de Shannon (S_N) para cada temporada

Estadísticas globales por partido					
Temporada	N.º goles	Media	Varianza	ID	S_N
2000-01	1090	2.868	2.811	0.980	0.991270
2001-02	961	2.529	2.403	0.950	0.993490
2002-03	1028	2.674	2.891	1.081	0.990621
2003-04	1015	2.671	2.723	1.019	0.990884
2004-05	976	2.597	2.500	0.962	0.988012
2005-06	936	2.463	2.228	0.905	0.987178
2006-07	942	2.483	2.727	1.098	0.989397
2007-08	1022	2.687	2.833	1.054	0.988368
2008-09	1101	2.897	3.174	1.096	0.988571
2009-10	1031	2.713	2.701	0.996	0.982032
2010-11	1044	2.742	2.862	1.044	0.985618
2011-12	1050	2.763	3.094	1.120	0.985470
2012-13	1091	2.871	3.179	1.107	0.983620
Media	1022	2.700	2.779	1.032	0.988041

ID: índice de dispersión; S_N : entropía normalizada de Shannon.

Las variables ID y S_N , es decir la forma como se distribuyen los goles y el nivel de incertidumbre de las temporadas analizadas, muestran una moderada correlación entre ellas ($R^2 = -0.541$; P-value: 0.056) cuando se valoran los resultados por equipos.

En la **figura 1** se representan los comportamientos de los parámetros evaluados (S_N de cada temporada; ID por cada equipo y partido y las medias y varianzas por equipo y partido) al analizar las 13 temporadas (2000/01-2012/13). En la parte superior izquierda (**fig. 1a**) se representa los valores obtenidos de la entropía normalizada de Shannon calculada al final de cada temporada. En ella se aprecia una tendencia decreciente en los valores de S_N (ajuste lineal: $a = -0.0007 \pm 0.0003$; $b = 0.9930 \pm 0.0022$; $R^2 = 0.7399$; p-value = 0.0002) donde el intervalo de confianza de la pendiente parece indicar que esta es negativa.

En la gráfica superior derecha (**fig. 1b**), se representan los valores del ID calculados para cada equipo (línea discontinua) y partido

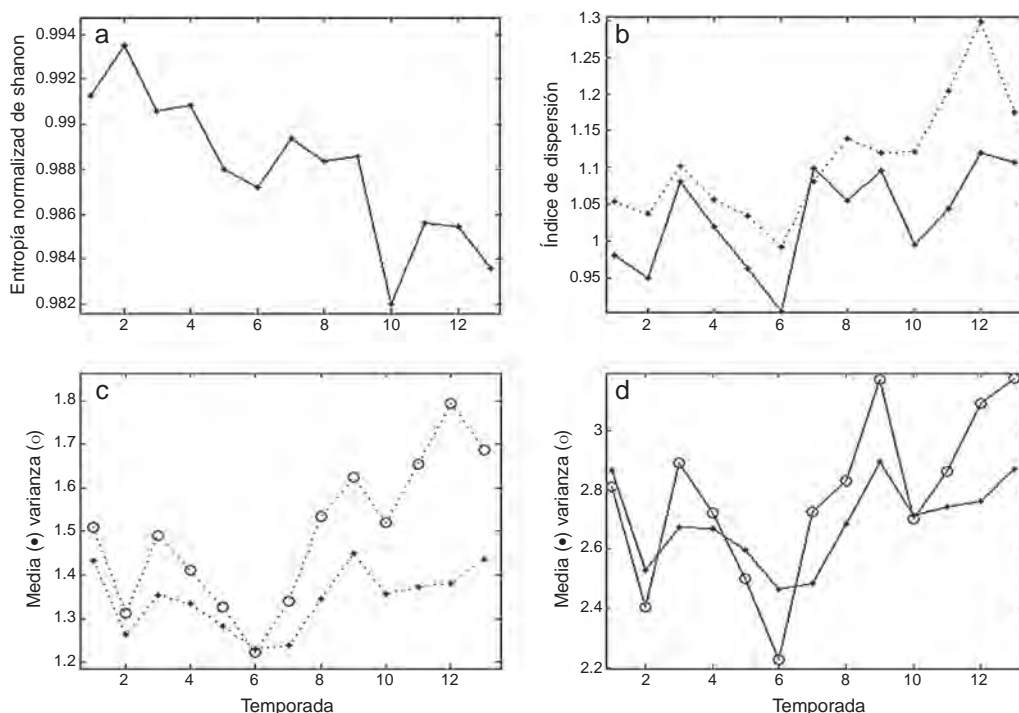


Figura 1. Representación gráfica de la entropía normalizada en cada temporada (1a), el índice de dispersión por partido (línea continua) y equipo (línea discontinua) en cada temporada (1b), las medias (•) y varianzas (o) por equipo y por partido en cada temporada (1c y 1d).

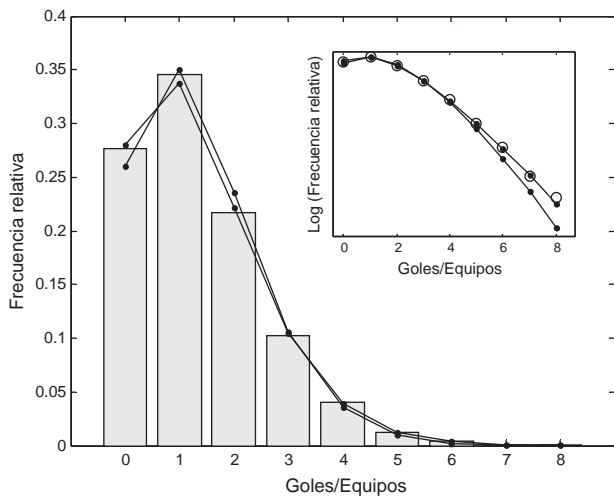


Figura 2. Número y frecuencia relativa de goles por equipos. Con línea continua se representa el ajuste de Poisson y con línea de puntos el ajuste de la distribución Binomial Negativa. En el recuadro la representación semilogarítmica, logaritmo de las frecuencias relativas, para ver con mayor precisión lo que sucede en la cola de la distribución.

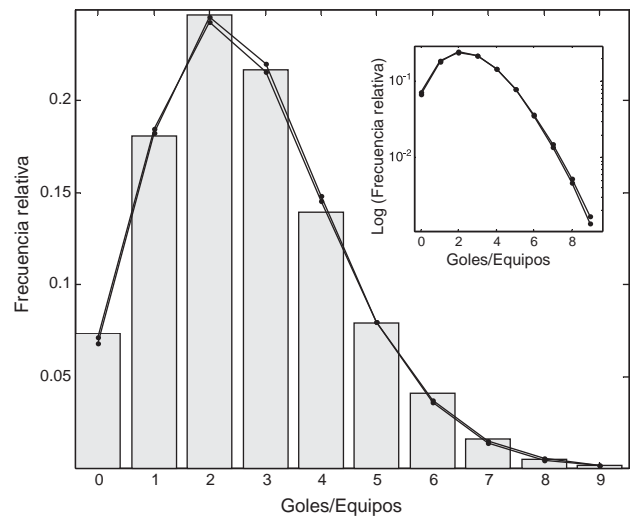


Figura 3. Número y frecuencia relativa de goles por partido. Con línea continua se muestra el ajuste de Poisson y con línea de puntos el ajuste de la distribución Binomial Negativa. En el recuadro aparece la representación semilogarítmica, logaritmo de las frecuencias relativas, para poder ver más claramente lo que sucede en la cola de la distribución.

(línea continua). En el caso de los equipos, se aprecia un aumento importante del *ID* a partir de la temporada 2005/06, con valores por encima de 1, (ajuste lineal: $a = 0.0162 \pm 0.009$; $b = 0.9952 \pm 0.0715$; $R^2 = 0.588$; $p\text{-value} = 0.002$). No se observa el mismo comportamiento en el caso de los partidos donde el índice se mantiene cerca del valor 1 (ajuste lineal: $a = 0.0099 \pm 0.0097$; $b = 0.9622 \pm 0.077$; $R^2 = 0.316$; $p\text{-value} = 0.045$).

En las gráficas inferiores (fig. 1c y fig. 1d), se muestran los valores de las medias (\cdot) y de las varianzas (\circ) calculadas para cada temporada, por equipo (1c) y por partido (1d). En el caso de los equipos, se observa como también a partir de la temporada 2005/06 la diferencia entre los valores de la varianza y la media aumenta durante la últimas temporadas.

Para analizar en detalle el promedio de goles que se consiguen durante las 13 temporadas en cada partido y por cada equipo se muestran las correspondientes distribuciones con sus correspondientes ajustes: Poisson y *BN*.

La figura 2 muestra las frecuencias relativas al número de goles anotados por cada equipo en las temporadas señaladas. Con línea continua, se muestra el ajuste de la *DP* y con línea de puntos la correspondiente a la *BN*. En el recuadro se muestra la misma distribución en modo semilogarítmico para visualizar mejor el comportamiento en la cola de la distribución. Si bien, las 2 distribuciones se ajustan bien entre los valores 0-4 goles, a partir del quinto gol la distribución *BN* es un mejor modelo de ajuste, ya que como se ve los últimos valores de la cola tienen probabilidades mayores de producirse que las predichas por el modelo de Poisson.

El resultado en el caso de los goles anotados en cada partido, es decir sumando los anotados por los 2 equipos rivales, se muestra en la figura 3. En ella se puede comprobar como, a diferencia del caso anterior, el modelo de Poisson parece representar bien esta distribución, no existiendo diferencias significativas entre esta distribución y la *BN* (recuadro interno).

Intervalos de tiempo transcurrido entre cada uno de los goles marcados en cada partido y los marcados por cada equipo en el total de temporadas. Una de las propiedades de la *DP* implica que los intervalos de tiempo entre eventos sigue una distribución exponencial. Este tipo de distribución exige que los eventos sean independientes en el tiempo. Es decir, que la serie carezca de memoria y que no se pueda predecir un resultado a partir del anterior (memoriless).

Para ello, a partir de los minutos en los que se ha marcado cada tanto en las temporadas consideradas, hemos calculado las diferencias de tiempo (*dt*) en 3 casos: i) diferencias de tiempo de goles marcados por cada equipo en los 90 min de cada partido; ii) diferencias totales de tiempo por equipo en partidos sucesivos (es decir, tiempo transcurrido entre un tanto y el siguiente en encuentros sucesivos); iii) diferencias de tiempos en cada partido por cualquiera de los equipos.

En la figura 4 se muestran el histograma de las *dt* para el caso i). El recuadro representa el gráfico semilogarítmico del histograma. El comportamiento claramente lineal es un indicador del carácter poissoniano de este fenómeno deportivo.

Sin embargo, hay 3 puntos en los minutos 3, 45 y 87 en los que el ajuste no es bueno. En los minutos 1-6, a diferencia de los que ocurre del 7-12, no es tan frecuente el marcarse un tanto. En los minutos 45 y 90 el fenómeno es más frecuente, aunque debe ser tenido en cuenta que en estos minutos (final de primer y segundo tiempo) se suman los tantos marcados en los correspondientes minutos de descuentos. No obstante, su incremento lo entendemos transcendente para comprender lo que realmente ocurre en los momentos

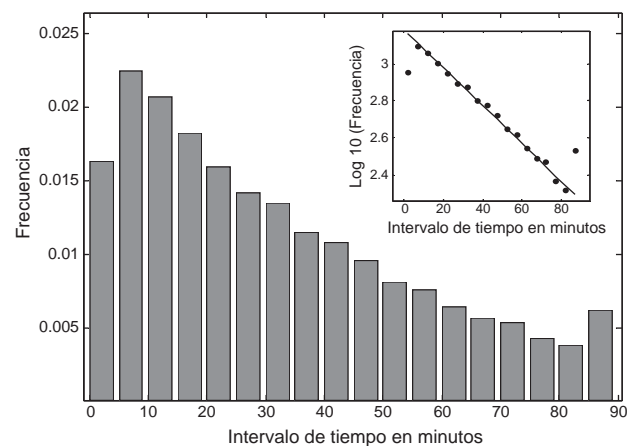


Figura 4. Histograma de las diferencias de tiempo entre goles marcados por cada equipo en cada partido, es decir en 90 minutos. El logaritmo de las frecuencias absolutas y el correspondiente ajuste lineal se muestran en el recuadro. Nótese el comportamiento exponencial de la distribución.

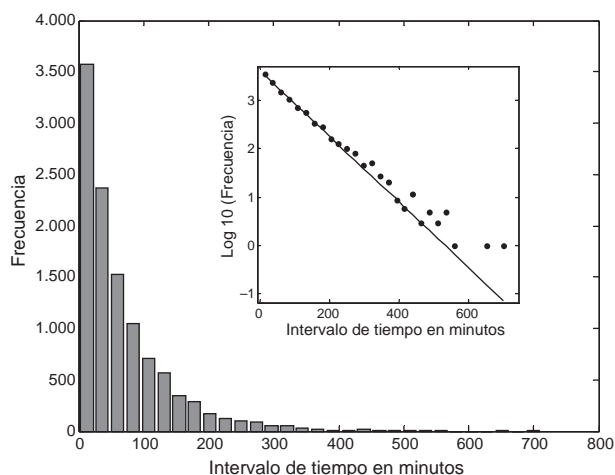


Figura 5. Histograma de las frecuencias absolutas (eje Y) respecto a las diferencias de tiempo entre goles marcados por cada equipo en partidos sucesivos (eje X). En el gráfico interior se representa el semilogarítmico de las frecuencias absolutas (eje Y) frente al tiempo que transcurre entre cada gol (eje X). El tiempo que transcurre entre goles se acumula también de un partido al siguiente.

finales de cada tiempo y, especialmente, en los últimos minutos del partido. Como vemos, el ajuste lineal ($a = -0.0114 \pm 0.0021$; $R^2 = 0.896$; $p\text{-value} = 0.0000$; error de la varianza = 0.0002) parece bastante adecuado, a simple vista, menos en el último valor donde se detecta un claro repunte.

La distribución de las diferencias de tiempo para el caso ii) se representan en la figura 5. Téngase en cuenta que el tiempo que transcurre entre los goles que un equipo marca se acumula también de un partido al siguiente. Es decir, si por ejemplo un equipo marca un tanto en el minuto 20 de un partido y el siguiente tanto lo marca en el minuto 80 del partido siguiente, se contabilizaría un tiempo total entre ambos tantos ($dt = 70+80 = 150$ min).

Nótese en este caso que el ajuste lineal, es decir, el comportamiento exponencial, es bueno ($a = 0.0068 \pm 0.0005$; $b = 0.993 \pm 0.002$; $R^2 = 0.994$; $p\text{-value} = 0.000$; error de la varianza = 0.0012) hasta el valor 200 (minuto 200). Ya señalamos que una característica del modelo exponencial es la falta de memoria. Es decir, el tiempo que ha de transcurrir hasta que se produzca el evento siguiente, no depende del tiempo transcurrido para el evento anterior. Este fenómeno parece cumplirse para tiempos menores a 200 min, es decir, en torno a 2 partidos. Para diferencias de tiempos mayores, a medida que aumenta el valor de dt también aumenta la probabilidad del suceso, lo cual parece indicar que en estos casos sí existe un efecto de memoria. Esto nos está indicando que cuanto más tiempo se pasa sin anotar, mayor es la probabilidad de que no se anote en el siguiente partido. Este efecto, en la teoría de la complejidad, es conocido como *efecto Mateo* o *Preferential Attachment Process* (fig. 6).

El caso iii) es análogo al caso i), con un comportamiento también exponencial en las diferencias de tiempo ($a = 0.0167 \pm 0.0013$; $R^2 = 0.978$; $p\text{-value} = 0.000$; error de la varianza = 0.0046).

Discusión

El aspecto más destacable de este trabajo es observar como el valor de S_N decae desde el año 2000 (fig. 1a). Esto significa una pérdida de competitividad de la principal liga española durante el periodo evaluado que también fue constatado por Montes-Suay y Sala-Garrido¹³ entre las temporadas 2002/2003-2011/2012 con otro tipo de metodología (índice de Gini y test de Montecarlo).

El nivel de competitividad es un factor clave en la incertidumbre del resultado y, en consecuencia, en el interés que la modalidad

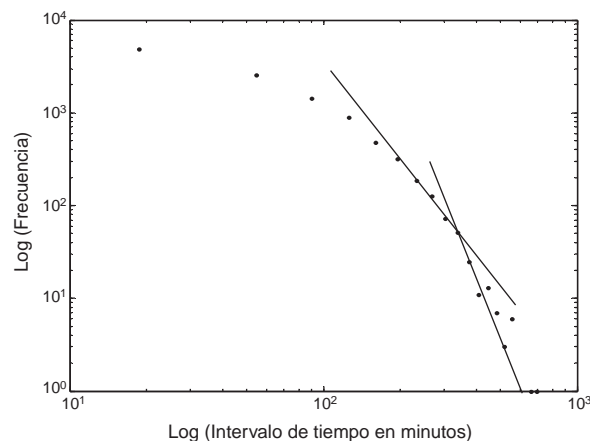


Figura 6. Valores doblemente-logarítmicos (log-log plot) de los valores de frecuencia y la diferencia de tiempo entre los goles marcados por cada equipo. Incluye los ajustes lineales que muestran la existencia de 2 Leyes de Potencia que se generan entre los minutos 200-400 y por encima de los 400 minutos.

deportiva provoca entre los diferentes actores (practicantes, espectadores, directivos, sponsors, medios de comunicación, etc.). La competitividad tiene un claro componente multidimensional^{14,15} pero sin duda, en el caso del deporte, se manifiesta sobre todo en la igualdad o desigualdad existente entre los competidores (equipos)¹⁶.

En el caso de la BBVA, la pérdida de incertidumbre es especialmente significativa en la temporada 2009/10 donde se dieron 2 circunstancias: dominio absoluto de 2 equipos que alcanzan casi 100 puntos al final de temporada y 7 equipos en la cola de la clasificación con menos de 42 puntos. Los desequilibrios económicos entre los clubes como consecuencia de una distribución poco equitativa de los recursos (i. e. ingresos por TV), el aumento de los costes de participación y formación de plantillas competitivas y la disminución progresiva de recursos, pueden ser 3 de las principales causas que subyacen detrás de este comportamiento^{17,18}. Estos desequilibrios afectan directamente a la calidad de las plantillas de cada equipo. Un ejemplo claro lo tenemos en la temporada 2013/2014, donde el valor de mercado de las plantillas del Real Madrid y F. C. Barcelona superaban los 580 millones de euros mientras que las plantillas de 8 equipos (Celta de Vigo, Getafe C. F., Elche C. F., Rayo Vallecano, C. A. Osasuna, Levante U. D., Real Valladolid y U. D. Almería) no llegaban a los 50 millones de euros¹⁹.

Un reflejo en la caída de competitividad lo vemos en el número de goles que se logran en los partidos durante las últimas temporadas²⁰. En ellas cada vez son más frecuentes los encuentros con un elevado número de goles. Esto queda reflejado en la evolución que muestra el *ID*. El *ID* (fig. 1b), tanto para equipo como por partido, normalmente estaba próximo a 1 hasta la temporada 2009/10. A partir de ese momento ambos índices se separan mostrando una tendencia incremental para el *ID* por equipo. Es decir, el *ID* por equipo se aleja de la *DP*, como consecuencia de que los equipos dominantes tienden a marcar más goles a sus rivales. Esto también se refleja en las gráficas 1c y 1d, donde la varianza en el número de tantos aumenta en el caso de goles marcados por equipo. Llama la atención que el *ID* por partido disminuye en las temporadas 2001/02, 2005/06 y 2009/10 ($ID < 1$). Curiosamente, estas temporadas finalizan con la celebración de la Copa del Mundo de selecciones nacionales (Corea-Japón'02; Alemania'06 y Sudáfrica'10). Es decir, el nivel de competitividad de la principal Liga española de fútbol aumenta. Es difícil, la relación causa-efecto, aunque se podría pensar que al ser una liga en la que participan muchos jugadores de diferentes países, el interés por ser convocados por sus selecciones nacionales aumenta su nivel juego y la igualdad entre los equipos

de la Liga. No obstante, esto sólo debe interpretarse como una mera especulación que debe ser contrastada en otros estudios.

Si bien la distribución del número de tantos por partido es siempre cercano a una DP^{3-7} , queda claro que se debe distinguir el comportamiento de los goles conseguidos en cada partido y en cada equipo. Respecto al ID por equipo, especialmente en las últimas temporadas, vemos como el valor de ID es mayor que 1 y, por lo tanto, la BN parece mostrarse como un mejor ajuste de la distribución (tabla 1). Los histogramas de tantos por equipo y partidos mostrados en las figuras 2 y 3 muestran que la distribución de tantos por equipo responde a una distribución BN que se hace especialmente evidente a partir de los 4 o 5 goles conseguidos. En esta situación, la probabilidad de que un determinado equipo supere los 5 goles en un partido es superior a la predicha por el modelo de Poisson. Sin embargo, el número de goles por partido parece seguir casi siempre este tipo de distribución.

No menos interesante, resulta analizar el tiempo que transcurre entre cada gol. Su valor nos muestra parte del nivel de efectividad de los equipos. En los intervalos de tiempo transcurrido entre los goles distinguimos 2 casos. Si atendemos a diferencias de tiempo en cada partido, esto es, entre los 90 min de juego que marca el reglamento, parecen seguir con claridad distribuciones exponenciales tanto por los goles conseguidos por equipos como los marcados en cada partido. Pero si consideramos el tiempo total transcurrido entre los goles marcados por los equipos, de partido a partido, la situación cambia. Hasta unos 200 min, es decir, algo más de 2 partidos, el proceso sigue una exponencial y puede considerarse un proceso poissoniano, pero a partir de este tiempo, la probabilidad de que un equipo siga sin marcar es mayor que la prevista por la distribución exponencial, lo que parece indicar cierto efecto de memoria. Es decir, la distribución exponencial se basa en el hecho de la independencia de 2 sucesos seguidos, es decir, de no memoria. Sin embargo, lo que parece mostrar este estudio es que hay un cierto efecto de feedback positivo, en el sentido de que cuando a un equipo le va mal, y entra en una fase de bajo rendimiento, es muy probable que le siga yendo mal y conseguir marcar le resulte altamente complicado y entren en una dinámica perdedora. Si tenemos en cuenta que hay equipos que no ceden puntos (equipos muy dominantes), el resto de equipos deben buscarlos entre el resto de rivales, y, por lo tanto, aprovecharan cualquier debilidad en los demás para conseguir anotar.

Además, es un hecho que cuando a un equipo le va mal, pueden darse una serie de factores (entrenadores, plantilla, ambiente, etc.) que dificultan que los equipos que entran una dinámica negativa puedan salir de ella.

En conclusión, la Liga profesional española de máxima categoría (Liga BBVA) ha perdido competitividad en las primeras 13 temporadas del siglo XXI, tal y como refleja la caída de la S_N y en el comportamiento del ID entre equipo-partido, especialmente en las últimas temporadas evaluadas. Desde el punto de vista de los equipos, deja de ser poissoniana, especialmente a partir de 2008/09,

y sobre todo en la temporada siguiente. No ocurre lo mismo si el análisis lo hacemos desde el punto de vista de partidos. La elevada diferencia entre equipos puede ser una de las principales causas de que exista una tendencia creciente a encontrar partidos con un elevado número de goles. El número de minutos, o partidos, que un equipo tarda en conseguir un gol parece ser un buen parámetro para caracterizar los resultados y el comportamiento de los goles en los enfrentamientos que tienen lugar en la Liga BBVA.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Anderson D, Sally C. The numbers game: Why everything you know about football is wrong. New York: Penguin Group; 2013.
- Lago C. Ganar o perder en el fútbol de alto nivel: ¿Una cuestión de suerte? Eur J Hum Mov. 2005;14:135-50.
- Karlis D, Ntzoufras I. Analysis of sports data by using bivariate Poisson models. Statistician. 2003;52:381-93.
- McHale I, Scarf P. Modelling the dependence of goals scored by opposing teams in international soccer matches. Stat Modelling. 2011;11(3):219-36.
- De Saá-Guerra Y, Martín-González JM, Sarmiento-Montesdeoca S, Rodríguez-Ruiz D, García-Rodríguez A, García-Manso JM. A model for competitiveness level analysis in sports competitions: Application to basketball. Physica A. 2012;391:2997-3004.
- Gabel A, Redner S. Random walk picture of basketball scoring. J Quant Anal Sports. 2012;8:1-20.
- Sánchez-Flores J, García-Manso JM, Martín-González JM, Ramos-Verde E, Arriaza-Ardiles EJ, da Silva-Grigoletto ME. Análisis y evaluación del lanzamiento de esquina (córner) en el fútbol de alto nivel. Rev Andal Med Deporte. 2012;5:140-6.
- Dyte D, Clarke SR. A rating based Poisson model for World Cup soccer simulation. J Oper Res Soc. 2000;51:993-8.
- Greenhough J, Birch PC, Chapman SC, Rowlands G. Football goal distributions and extremal statistics. Physica A. 2002;316:615-24.
- Chu S. Using soccer goals to motivate the Poisson process. ITE. 2003;3(2):64-70.
- Bittner E, Nußbaumer A, Janke W, Weigel M. Football fever: Goal distributions and non-Gaussian statistics. Eur Phys J B. 2009;67:459-71.
- Heuer A, Mueller C, Rubner O. Soccer: Is scoring goals a predictable Poissonian process? Europhys Lett. 2010;89:38007-12.
- Montes-Suay F, Sala-Garrido R. ¿Fue alguna vez equilibrada la liga de la primera división española de fútbol? Anales de ASEPUMA. 2013;21:27-33.
- Houston J, Harris P, McIntire S, Francis D. Revising the competitiveness index using factor analysis. Psychol Rep. 2002;90:31-3.
- El-Hodiri M, Quirk J. An economic model of a professional sports League. J Polit Econ. 1971;79:1302-19.
- Levin RC, Mitchell GJ, Volcker PA, Will GF. The Report of the Independent Members of the Commissioner's Blue Ribbon Panel on Baseball Economics. New York: Major League Baseball; 2000.
- Gay de Liébana JM, Saludas JM, Mielgo FD, Moya DC. Liga de las Estrellas 2009/10: El fútbol español bajo las turbulencias de la crisis. Radiografía del estado patrimonial, situación financiera y posición económica de los clubes integrantes de la Liga BBVA. Temporada 2009/2010. Universidad de Barcelona. 2011.
- Gay de Liébana JM. Fútbol europeo, ¿finanzas inestables? ¿Modelo económico sostenible? Harv-Deusto Bus Rev. 2014;235:52-62.
- Transfermarkt. Es [sede Web]. Hamburg: Transfermarkt GmbH & Co. KG; [accedido 16 Sep 2015]. Disponible en: <http://www.transfermarkt.es/>
- Palacios-Huerta I. Structural changes during a century of the world's most popular sport. SMA. 2004;13:241-58.



Original

Desplazamiento del centro de presiones en personas con síndrome de Down en bipedestación



R. Cabeza-Ruiz^{a,*}, N. Castro-Lemus^a, R.A. Centeno-Prada^b y J.D. Beas-Jiménez^b

^a Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

^b Centro Andaluz de Medicina del Deporte de Sevilla, Sevilla, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 5 de mayo de 2015

Aceptado el 9 de febrero de 2016

Palabras clave:

Equilibrio

Síndrome de Down

Propiocepción

R E S U M E N

Objetivo: Valorar el equilibrio de adultos con síndrome de Down a través del estudio del desplazamiento del centro de presiones.

Método: Estudio transversal de casos y controles. Doce sujetos con síndrome de Down y 12 sin síndrome de Down formaron parte del estudio. Todos los participantes realizaron 2 pruebas sobre plataforma dinamométrica: i) estática con ojos abiertos y ii) estática con ojos cerrados. Las señales del centro de presiones fueron analizadas en el dominio temporal. Se utilizaron contrastes no paramétricos para el análisis estadístico de los datos.

Resultados: Los resultados mostraron diferencias significativas entre-grupos en las variables rango anteroposterior, fuerza anteroposterior y fuerza medio-lateral ($p < 0.05$). Las comparaciones intragrupos mostraron peores resultados en las pruebas con ojos cerrados en ambos grupos.

Conclusión: En el presente trabajo las personas con síndrome de Down presentaron un control del equilibrio mermado al compararlo con sujetos sin síndrome de Down. Los datos obtenidos no son concluyentes para determinar cuál de los sistemas involucrados en el control del equilibrio es el responsable de estos resultados.

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

Center of pressure displacements in individuals with Down syndrome during a bipedal position

A B S T R A C T

Objective: To evaluate body balance of adults with Down syndrome based on the analysis of their centre of pressure behaviour.

Method: Cross-sectional case control-study. Twelve individuals with Down syndrome and twelve without Down syndrome took part in the study. All the participants were tested under two conditions on a force plate: i) static with eyes open and ii) static with eyes closed. Centre of pressure signals were analyzed in time domain. Non-parametric contrasts were used for statistical analysis.

Results: Statistical differences between groups were found in anteroposterior range, anterior-posterior force and medio-lateral force ($p < 0.05$). Within-groups comparisons showed poorer results in eyes closed conditions for both groups.

Conclusion: Individuals with Down syndrome involved in the present study showed deficits in balance control when compared with people without Down syndrome. The obtained data are not conclusive. The participation of the different systems which control balance in people with Down syndrome remains unknown.

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

Keywords:

Body Balance

Down Syndrome

Proprioception

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ruthcr@us.es (R. Cabeza-Ruiz).

Desprendimiento do centro de pressão em pessoas com síndrome de Down em posição bípede

R E S U M O

Palavras-chave:
Equilíbrio
Síndrome de Down
Proprioceção

Objetivo: Avaliar o equilíbrio de adultos com síndrome de Down através do estudo do desprendimento do centro de pressão.

Método: Estudo transversal de caso e controlos. Doze sujeitos com SD e 12 sem Síndrome de Down fizeram parte do estudo. Todos os participantes realizaram 2 provas sobre plataforma dinamométrica: i) estática com olhos abertos e ii) estática com olhos fechados. Os sinais dos centros de pressões foram analisados em domínio temporal. Foram utilizados testes não paramétricos para a análise estatística dos dados.

Resultados: Os resultados mostraram diferenças significativas entre grupos nas variáveis de intervalo ântero-posterior, força ântero-posterior e força médio-lateral ($p < 0.05$). As comparações intragrupos mostram piores resultados nas provas de equilíbrio com olhos fechados para ambos os grupos.

Conclusão: No presente estudo, as pessoas com Síndrome de Down apresentaram um controlo de equilíbrio diminuído em comparação a sujeitos sem Síndrome de Down. Os dados obtidos não são conclusivos para determinar qual dos sistemas envolvidos no controlo do equilíbrio é responsável por estes resultados.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U.

Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El mantenimiento del equilibrio en el ser humano viene determinado por la capacidad que tiene el sujeto para mantener su centro de gravedad dentro de los límites de su base de sustentación¹. Para ello, el individuo debe realizar una serie de correcciones musculares que contrarresten la fuerza de la gravedad. La resultante de estas fuerzas es lo que se conoce como centro de presiones (CDP), cuyo desplazamiento es consecuencia de la interacción de mecanismos sensoriales (visual, vestibular y propioceptivo), de la acción muscular y del control nervioso². Un control postural deteriorado aumenta el riesgo de caídas y limita la autonomía y el tipo de actividades susceptibles de llevarse a cabo por parte del sujeto^{3,4}.

Las personas con síndrome de Down (SD) presentan características fisiológicas, anatómicas y conductuales particulares, debido a su carga genética extra⁵⁻⁷ y, por ello, los sistemas que intervienen en el control del equilibrio podrían verse afectados debido a menores valores de fuerza⁸⁻¹⁰, descoordinación¹¹, sinapsis neuromusculares precarias^{12,13}, hipotonía, laxitud articular^{14,15}, déficits sensoriales, tanto visuales y vestibulares¹⁶ como propioceptivos¹⁷, y un estilo de vida sedentario³.

En los últimos años la posturografía estática se muestra como una forma de medir empíricamente el control del equilibrio⁴. A través del estudio de las fuerzas que realiza un individuo sobre una plataforma dinamométrica es posible conocer la capacidad que tiene para mantener la proyección de su centro de gravedad sobre la base de sustentación. Por ello el objetivo del presente trabajo es valorar el equilibrio estático de adultos con SD a través de la evaluación del desplazamiento de su CDP y conocer la influencia de la visión en los resultados obtenidos.

Método

Sujetos

La muestra estuvo constituida por adultos de ambos sexos de entre 18-30 años. El grupo con síndrome de Down (GSD) estuvo formado por 12 jóvenes (6 hombres y 6 mujeres) con trisomía libre asistentes a diversos centros ocupacionales de la ciudad. El grupo control (GC) lo constituyó una muestra de 12 jóvenes sin SD que fue utilizado como grupo de referencia (6 hombres y 6 mujeres). Las características descriptivas de los participantes se exponen en la [tabla 1](#). Antes de la participación en el estudio, todos los

Tabla 1

Características descriptivas de la muestra

	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	IMC (kg/m ²)
GC	22.21 ± 2.15	65.84 ± 10.06	167.02 ± 8.48	23.46 ± 1.55
GSD	22.65 ± 2.88	61.49 ± 6.98	153.93 ± 7.43	26.03 ± 3.46

GC: grupo control; GSD: grupo síndrome de Down; IMC: índice masa corporal. Los resultados se muestran como media ± desviación estándar

voluntarios fueron valorados mediante exámenes médicos exploratorios constituidos por anamnesis, exploración física por sistemas y aparatos, espirometría y electrocardiografía. Como criterios de exclusión para ambos grupos se consideraron haber padecido cuadros de epilepsia, sufrir luxación o subluxación atloaxoidea, tener desórdenes neurológicos, padecer alteraciones sensoriales graves, presentar lesiones músculo-esqueléticas que impidieran la realización del test de equilibrio, intervenciones quirúrgicas del aparato locomotor o encontrarse en tratamiento farmacológico con medicamentos que pudieran interferir en el control motor del equilibrio. Una persona del GSD tuvo que ser descartada del estudio por no ser capaz de realizar la prueba siguiendo los procedimientos correctamente.

Todos los participantes en el estudio, o sus tutores, firmaron un consentimiento informado de participación. El proyecto sigue las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki, actualizada en Asamblea General en octubre de 2008¹⁸ y fue aprobado por el comité ético de la Universidad de Sevilla.

Diseño experimental

Se aplicaron 2 test de 60 s en bipedestación bajo 2 condiciones: estática con ojos abiertos (OA) y estática con ojos cerrados (OC). Durante OA se solicitó al sujeto que mirara una señal visual que se encontraba frente a él a una distancia de 1.5 m. En OC se solicitó a los participantes que cerraran los ojos. Se usaron máscaras en caso de imposibilidad por parte del sujeto de permanecer con los OC durante toda la prueba. Si durante el test el participante se movía, se consideraba la prueba no válida y se repetía de nuevo. Sólo se permitieron 2 intentos por participante.

Para la valoración del desplazamiento del CDP se utilizó una plataforma dinamométrica Dinascan/IBV 1P800, del Instituto Biomecánico de Valencia (Valencia, España) de 800 x 800 mm² de área activa y 100 mm de altura. Para la evaluación se utilizó el test de Romberg con modificaciones: durante la prueba los sujetos se

colocaban descalzos y de pie con los brazos relajados sobre las huellas plantares marcadas en la plataforma. Los pies se situaban a la anchura de las caderas con un ángulo de 20° respecto al eje longitudinal de los dedos primeros, siguiendo las especificaciones del fabricante.

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Andaluz de Medicina del Deporte (CAMD) de Sevilla en la misma franja horaria y por los mismos evaluadores.

Análisis de datos

De cada una de las pruebas se obtuvieron 3600 datos (frecuencia de registro de 60 Hz). Los primeros y últimos 10 s fueron descartados del análisis para evitar periodos de estabilización al principio de la prueba y al final de la misma¹⁹. Los datos registrados por la plataforma fueron almacenados para su posterior análisis. El desplazamiento del CDP, tanto en la dirección anteroposterior (AP) como mediolateral (ML) se obtuvo gracias al software NedSVE/IBV asociado a la plataforma. Cinco parámetros del dominio temporal fueron calculados en ambas condiciones (OA/OC): Desplazamiento total (DT): longitud en mm del recorrido total del CDP, Área (A): superficie total en mm² descrita por el movimiento del CDP sobre la plataforma, Velocidad (V): velocidad del desplazamiento del CDP en mm/s, Rango del CDP en ambos sentidos (RAP/RML): longitud máxima en mm del recorrido del CDP en dirección AP y lateral y Fuerza antero-posterior (FAP) y lateral (FML): fuerza máxima aplicada sobre la plataforma tanto en sentido AP como ML, medida en N respectivamente.

Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU.) para Windows. Para la comparación de los grupos y las condiciones de experimentación, se utilizaron contrastes no paramétricos puesto que los datos no cumplían los requisitos de normalidad (test Kolmogorov-Smirnov). Se realizó la prueba W de Wilcoxon para la comparación de los resultados de las variables dependientes del CDP en ambas condiciones (OA/OC) y para ambos grupos. Para la comparación entre grupos se realizó el test U de Mann-Whitney. Se estableció un valor de $p < 0.05$ como nivel de significación.

Resultados

En la **tabla 2** se muestran los resultados (mediana, rango intercuartílico) para ambos grupos en ambas condiciones experimentales (OA y OC). Los contrastes estadísticos mostraron diferencias significativas entre el GC y el GSD en las variables RAP-OA ($p=0.017$), FAP-OA ($p=0.007$), FAP-OC ($p=0.017$) y FML-OC ($p=0.024$), siendo los resultados mayores en el GSD en todos los casos.

En las comparaciones intragrupos (entre condiciones) se obtuvieron diferencias significativas en el GC en las variables A ($p=0.041$), RAP ($p=0.01$) y FAP ($p=0.003$). El GSD, por su parte, mostró diferencias estadísticas en A ($p=0.006$) y RAP ($p=0.003$), al comparar las condiciones experimentales, siendo los resultados mayores en ambos grupos cuando los sujetos no disponían de información visual.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue evaluar el desplazamiento del CDP en personas con SD, tomando como referencia un GC sin discapacidad, y conocer la influencia de la disponibilidad de referencias visuales, en la ejecución. Tras el análisis de los datos se

Tabla 2
Resultados para las comparaciones entre grupos y entre condiciones de las variables del centro de presiones

	DT (mm)		A (mm ²)		V (mm/s)		RAP (mm)		RML (mm)		FAP (n)		FML (N)	
	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC
GC	22.12 (15.62)	23.46 (19.25)	13.02 (20.98)	24.56 (20.51)	0.035 (0.01)	0.036 (0.01)	17.05 (4.65)	22.60 (7.90)	8.25 (6.00)	10.35 (2.85)	2.75 (0.80)	3.87 (1.97)	2.67 (1.01)	2.93 (1.69)
GSD	21.22 (14.95)	19.73 (15.47)	24.55 (58.35)	32.42 (75.49)	0.039 (0.01)	0.040 (0.01)	20.85 (14.90)	25.55 (19.50)	11.25 (7.93)	14.90 (12.65)	4.37 (3.10)	5.98 (3.22)	4.01 (3.34)	4.58 (3.58)

Resultados obtenidos por el grupo control (GC) y el grupo síndrome de Down (GSD) en ambas condiciones (OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados). Los datos se expresan como mediana y rango intercuartílico M (R).

A: área; DT: desplazamiento total; FAP: fuerza máxima anteroposterior; FML: fuerza máxima medial-lateral; RAP: rango anteroposterior; RML: rango lateral; V: velocidad.

* $p < 0.05$, al comparar con el GC.

† $p < 0.05$ al comparar con OA.

observó que los sujetos del GSD presentaron valores mayores en todas las variables respecto al GC, esto es, peores resultados que sus compañeros sin SD, excepto en DT. Los resultados obtenidos en esta variable pueden ser debidos al tamaño de la muestra, pues las diferencias entre grupos son menores a 1 mm. Quizás aumentando el número de participantes se obtendrían resultados similares al del resto de variables. Sin embargo, las diferencias halladas entre grupos solo fueron significativas en las variables rango AP en OA (RAP) y fuerza máxima (FAP-OA y FAP-OC y FML-OC), respectivamente.

Los hallazgos encontrados en RAP-OA son similares a los de Cimolin et al.^{4,20}. Un rango mayor de oscilación del CDP evidencia un peor control del equilibrio, ya que la excursión del CDP es más amplia, lo que es contrario al principio biomecánico de mantenerlo lo más centrado posible dentro de la base de sustentación²¹. Es sabido que la información visual influye positivamente en los resultados de las pruebas de equilibrio en bipedestación tanto en personas con discapacidad como en grupos sin discapacidad^{22–24}, por lo que cabría esperar que los resultados en esta variable fueran peores a los del GC en la condición OC, hipótesis que no se cumple en el presente estudio. A pesar de la incidencia de alteraciones visuales en las personas con SD, los sujetos de este estudio fueron evaluados con un optotipo y ninguno de ellos presentó una agudeza visual que les imposibilitara ver la señal que servía de referencia en las pruebas de equilibrio con OA. Es por ello que, debido a que las diferencias estadísticas en el rango de oscilación AP se producen con los ojos abiertos, es oportuno pensar que son los sentidos propioceptivos los que podrían estar alterados y que el sistema visual no es capaz de compensar totalmente esas deficiencias. Son varios los autores que defienden que los menores rendimientos de las personas con SD en pruebas de equilibrio se deben a alteraciones en el sistema propioceptivo^{3,17}. En este sentido, es sabido que las personas con SD presentan frecuentemente pie plano²⁵ y obesidad²⁶. Ambos aspectos parecen tener repercusiones negativas en la fisiología de los mecanorreceptores de las plantas de los pies. Un estudio de Besmaña et al.²⁷ mostró que una sobrestimulación de los receptores plantares tenía repercusiones negativas en el control del equilibrio. En el caso de las personas con SD un estímulo constante, como el sobrepeso o la obesidad, podría reducir la sensibilidad de estos receptores sensoriales. Por otro lado, la prevalencia de pie plano en esta población también podría mermar el control del equilibrio, pues provoca sobrestimulación de los mecanorreceptores plantares debido a mayores áreas de contacto con la base de sustentación²⁸. Ambos aspectos influirían en que la información propioceptiva llegue distorsionada al sistema nervioso central, lo que repercute en la idoneidad de la respuesta motriz posterior. Estos resultados se relacionan con los obtenidos en FAP y FML. Las respuestas musculares realizadas por los sujetos con SD no se ajustan a las necesidades de la tarea, presentando valores significativamente mayores que los del GC. Estos resultados pueden deberse a respuestas alternativas del sistema nervioso que trata de compensar los déficits de los sistemas propioceptivos con el objetivo de no caer¹.

En relación con las diferencias en la ejecución entre OA y OC, estudios llevados a cabo por Galli et al.¹⁹ y Cimolin et al.^{4,20} mostraron que los sujetos del GSD no presentaban diferencias significativas entre condiciones. Los autores coinciden en que esto es debido a que la ausencia de estímulos visuales no tiene repercusión significativa en el desplazamiento del CDP en bipedestación. Sin embargo, en el presente estudio tanto el GC (área, rango AP y fuerza AP), como el GSD (área, rango AP) mostraron diferencias entre condiciones experimentales (OA/OC) lo que indica cierto grado de influencia de la visión en los resultados. Esta situación podría deberse a que en la condición OC, al no haber información visual, los resultados en las pruebas se ven afectados por la incapacidad del sistema propioceptivo para mantener, por sí solo, los mismos niveles de ejecución. Al ser un aspecto que afecta a todos los participantes, las diferencias entre grupos se disipan²¹.

El presente estudio presenta algunas limitaciones. Por un lado el tamaño muestral es pequeño, por lo que es posible que no se hayan encontrado diferencias estadísticas en variables sensibles a las condiciones experimentales, como DT⁴ y V²⁵. Por otro lado, la prueba seleccionada (estática en bipedestación) es de una exigencia motriz baja, lo cual ocasiona que los sujetos no se vean forzados a realizar grandes requerimientos a su sistema de control del equilibrio y las diferencias estadísticas sean más difíciles de hallar, tanto en los contrastes entre grupos como intragrupos.

La fortaleza de esta investigación radica en las variables seleccionadas para evaluar el desplazamiento del CDP, concretamente el rango y la fuerza, siendo destacable que se encuentren diferencias estadísticas en una muestra pequeña. Los resultados obtenidos en el rango fueron coherentes con los de otros autores^{4,20} y el tamaño del efecto es moderado tanto en FAP como FML en la condición OC ($d = 0.65$ y $d = 0.60$, respectivamente), por lo que ambas variables podrían ser consideradas como buenos descriptores en posturografía estática.

Por los resultados obtenidos, podemos concluir que las personas con SD del presente estudio presentaron un peor control del equilibrio al compararlos con sujetos sin SD. Sin embargo, los resultados no indican con claridad cuál de los sistemas involucrados es el que está mermado. Se hace necesario ampliar el conocimiento de aquellas variables descriptivas del CDP que puedan ser más sensibles a cambios en las condiciones experimentales y complementar los estudios lineales con otros no lineales que faciliten la interpretación de los datos, con el fin de realizar terapias que se orienten a mejorar el sistema o sistemas afectados.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Horak FB. Clinical measurements of postural control in adults. *Phys Ther.* 1987;67:1881–5.
- Vuillerme N, Marin L, Debù B. Assessment of static postural control in teenagers with Down syndrome. *Adapt Phys Activ Q.* 2001;18:417–33.
- Bieć E, Zima J, Wójtowicz D, Wojciechowska-Maszowska B, Kręcisz K, Kuczyński M. Postural stability in young adults with Down syndrome in challenging conditions. *PLoS ONE.* 2014;9:e94247.
- Cimolin V, Galli M, Rigoldi C, Grugni G, Vismara L, Fabris de Souza SA, et al. The fractal dimension approach in posture: A comparison between Down and Prader-Willi syndrome patients. *Comput Method Biomec.* 2014;17:1535–41.
- Barnhart RC, Connolly BH. Aging and Down syndrome: Implications for physical therapy. *Adapt Phys Activ Q.* 2007;87:1399–406.
- Pace B, Lynn C, Glass R. Down syndrome. *JAMA.* 2001;285:1112.
- Rogers PT, Coleman M. Atención médica en el síndrome de Down. Un planteamiento de medicina preventiva. Barcelona: Fundación Catalana de Síndrome de Down; 1994.
- Carmeli E, Kessel S, Coleman R, Ayalon M. Effects of a treadmill walking program on muscle strength and balance in elderly people with Down syndrome. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57A:M106–10.
- Fernhall B, Jae-Sae Y, Heffernan K, Hsu S, Ploutz L, Cowley P, et al. Aerobic capacity is related to muscle strength in individuals with Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:245.
- González-Agüero A, Vicente-Rodríguez G, Moreno LA, Guerra-Balic M, Ara I, Casajús JA. Health-related physical fitness in children and adolescents with Down syndrome and response to training. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:716–24.
- Carvalho RL, Almeida GL. The effect of galvanic vestibular stimulation on postural response of Down syndrome individuals on the seesaw. *Res Dev Disabil.* 2011;32:1542–7.
- Flórez J. Patología cerebral en el síndrome de Down: aprendizaje y conducta. En: Perera J, editor. *Síndrome de Down, aspectos específicos.* Barcelona: Editorial Masson; 1995. p. 27–52.
- Wisniewski KE, Bobinski M. Estructura y función del sistema nervioso en el síndrome de Down. En: Perera J, editor. *Síndrome de Down, aspectos específicos.* Barcelona: Editorial Masson; 1995. p. 11–26.
- Lewis C, Fragala-Pinkham MA. Effects of aerobic conditioning and strength training on a child with Down syndrome: A Case Study. *Pediatr Phys Ther.* 2005;17:30–6.

15. Li C, Chen S, Meng How Y, Zhang AL. Benefits of physical exercise intervention on fitness of individuals with Down syndrome: A systematic review of randomized-controlled trials. *Int J Rehabil Res.* 2013;36:187-95.
16. Courage ML, Adams RJ, Hall EJ. Contrast sensitivity in infants and children with Down syndrome. *Vision Res.* 1997;37:1545-55.
17. Carvalho RL, Almeida GL. The effect of vibration on postural response of Down syndrome individuals on the seesaw. *Res Dev Disabil.* 2009;30:1124-31.
18. Williams JR. The Declaration of Helsinki and Public Health. *Bull World Health Organ.* 2008;86:650-2.
19. Galli M, Rigoldi C, Mainardi L, Tenore N, Onorati P, Albertini G. Postural control in patients with Down syndrome. *Disabil Rehabil.* 2008;30:1274-8.
20. Cimolin V, Galli M, Grugni G, Vismara L, Precilios H, Albertini G, et al. Postural strategies in Prader-Willi and Down syndrome patients. *Res Dev Disabil.* 2011;32:669-73.
21. Rigoldi C, Galli M, Mainardi L, Albertini G. Evaluation of posture signal using entropy analysis and fractal dimension in adults with Down syndrome. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2014;17:474-9.
22. Gallach JE, Querol F, González LM, Pardo A, Aznar JA. Posturographic analysis of balance control in patients with haemophilic arthropaty. *Haemophilia.* 2008;14:329-35.
23. Gomes MM, Barela JA. Postural control in Down syndrome: The use of somatosensory and visual information to attenuate body sway. *Motor Control.* 2007;11:224-34.
24. Prieto TH, Myklebust JB, Hoffmann RG, Lovett EG, Myklebust MB. Measures of postural steadiness: Differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1996;43:956-66.
25. Pau M, Galli M, Crivellini M, Albertini G. Foot-ground interaction during upright standing in children with Down syndrome. *Res Dev Disabil.* 2012;33:1881-7.
26. Usera P, Foley JT, Yun J. Cross-validation of field-based assessments of body composition for individuals with Down syndrome. *Adapt Phys Activ Q.* 2005;22:198-206.
27. Bensmala SJ, Leung YY, Hsiao SS, Johnson KO. Vibratory adaptation of cutaneous mechanoreceptive afferents. *J Neurophysiol.* 2005;94:3023-36.
28. Birtane M, Tuna H. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004;19:1055-9.

Original

Health-related physical fitness in Brazilian adolescents from a small town of German colonization



G. Minatto*, E.L. Petroski, D.A.S. Silva

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Desportos (CDS), Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano (NuCIDH), Florianópolis, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 January 2014

Accepted 9 September 2014

Keywords:

Body composition

Brazil

Cross-sectional studies

Flexibility

Muscle strength

ABSTRACT

Objective: To identify the health-related physical fitness profile of Brazilian adolescents (10–17 years) living in a small town of German colonization and to describe the prevalence of those with low levels of physical fitness according to sex and age.

Method: This is a school-based cross-sectional epidemiological study conducted with all adolescents (10–17 years) enrolled in five public schools of São Bonifácio, Brazil. The study included 277 adolescents (145 boys and 132 girls). The FITNESSGRAM® test battery was applied for the assessment of percent body fat, flexibility, muscle strength/endurance and cardiorespiratory fitness.

Results: Higher mean values of percent body fat and flexibility ($p < 0.01$) were found in girls; boys showed higher means ($p < 0.01$) for pull-up and cardiorespiratory fitness tests. The prevalence of adolescents with low levels of physical fitness was high for percent body fat (boys: 29.3%, girls: 31.8%, $p = 0.75$), flexibility (boys: 26.9%, girls: 54.5%, $p < 0.01$), muscle strength/endurance (curl-up: 37.9% of boys and 45.5% of girls, $p = 0.25$; modified pull-up: 47.6% of boys and 54.5% of girls, $p = 0.30$) and cardiorespiratory fitness (boys: 28.0%, girls: 36.9%, $p = 0.15$). As for the overall physical fitness, 75.7% of boys and 88.9% of girls did not meet the minimum recommended values ($p = 0.01$).

Conclusion: Effective intervention programs are necessary to promote changes in the health-related physical fitness profile of adolescents from São Bonifácio, Brazil.

© 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/>).

Aptitud física relacionada con la salud en adolescentes brasileños de una pequeña ciudad de colonización germánica

RESUMEN

Objetivo: Identificar el perfil de aptitud física y salud de adolescentes brasileños (10 a 17 años) de una pequeña ciudad de colonización germánica, así como describir la prevalencia de aquellos con baja aptitud física de acuerdo al sexo y la edad.

Método: Estudio epidemiológico transversal de base escolar realizado con todos los adolescentes (10 a 17 años) de cinco escuelas públicas de San Bonifacio, SC ($n = 277$; 145 niños), en 2010. Se utilizó la batería de tests FITNESSGRAM® para evaluar la porcentaje de grasa corporal, la flexibilidad, la fuerza/resistencia muscular y la aptitud cardiorrespiratoria.

Resultados: Se encontró un mayor porcentaje medio de grasa corporal y de flexibilidad ($p < 0.01$) en las niñas; en los niños se obtuvieron mayores porcentajes medios en dominadas y en los test de aptitud cardiorrespiratoria ($p < 0.01$). La prevalencia de adolescentes con baja aptitud física fue elevada para la grasa corporal (niños: 29.3%; niñas: 31.8%; $p = 0.75$), para la flexibilidad (niños: 26.9%; niñas: 54.5%; $p < 0.01$), para la fuerza/resistencia muscular (test de abdominales: 37.9% de los niños y 45.5% de las niñas, $p = 0.30$) y para la aptitud física cardiorrespiratoria (niños: 28.0%; niñas: 36.9%; $p = 0.15$). En cuanto a la aptitud física general, 75.7% de los niños y 88.9% de las niñas no alcanzaron los valores mínimos recomendados ($p = 0.01$).

Palabras clave:

Composición corporal

Brasil

Estudio transversal

Flexibilidad

Fuerza muscular

* Corresponding author.

E-mail address: gminatto@gmail.com (G. Minatto).

Conclusión: Son necesarios programas efectivos de intervención para la promoción de cambios en el perfil de aptitud física relacionada con la salud de adolescentes de San Bonifacio, SC.

© 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/>).

Aptidão física relacionada à saúde de adolescentes Brasileiros de uma cidade de pequeno porte e colonização germânica

R E S U M O

Palavras-chave:
Composição corporal
Brasil
Estudos transversais
Flexibilidade
Força muscular

Objetivo: Identificar o perfil da aptidão física relacionada à saúde de adolescentes brasileiros (10-17 anos), de origem étnica germânica e descrever a prevalência daqueles com baixa aptidão física, de acordo com o sexo e idade.

Método: Estudo epidemiológico transversal de base escolar realizado com todos os adolescentes (10-17 anos) de 5 escolas públicas de São Bonifácio (Brasil). O estudo incluiu 277 adolescentes (145 rapazes e 132 moças). Aplicou-se a bateria de testes FITNESSGRAM® para avaliar o percentual de gordura corporal, flexibilidade, força/resistência muscular e aptidão cardiorrespiratória.

Resultados: As moças apresentaram maiores valores médios de percentual de gordura e de flexibilidade ($p < 0.01$). Os rapazes apresentaram melhor desempenho nos testes de flexão de braços e aptidão cardiorrespiratória ($p < 0.01$). A prevalência dos adolescentes que não atingiram a zona saudável de aptidão física foi elevada para a gordura corporal (rapazes: 29.3%; moças: 31.8%; $p = 0.75$) flexibilidade (rapazes: 26.9%; moças: 54.5%; $p < 0.01$), força/resistência muscular (teste abdominais: 37.9% dos rapazes e 45.5% das moças, $p = 0.25$; teste de flexão de braços: 47.6% dos rapazes e 54.5% das moças; $p = 0.30$) e aptidão cardiorrespiratória (rapazes: 28.0%; moças: 36.9%; $p = 0.15$). Na aptidão física geral, 75.7% dos rapazes e 88.5% das moças não atingiram o mínimo proposto para a saúde ($p = 0.01$).

Conclusão: Programas efetivos de intervenção são necessários para a promoção de mudanças no perfil da aptidão física relacionada à saúde dos adolescentes de São Bonifácio (Brasil).

© 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

Physical fitness is an important health marker since childhood and adolescence,¹ and the maintenance of satisfactory levels is related to the reduction in the incidence of risk factors for chronic degenerative diseases such as obesity, diabetes mellitus type 2, systemic arterial hypertension, and cardiovascular diseases in adulthood.²

In Europe, low levels of physical fitness are observed in adolescents of both sexes.^{3,4} The prevalence of low cardiorespiratory fitness is 31.6% in teenage boys and 42.4% in teenage girls (12.5–17.5 years).³ As for body composition, body overweight is present in 25.9% and 19.2% of male and female adolescents (13.0–18.5 years), respectively.⁴ In medium and large size cities in Southern Brazil, it has been observed an increase in inadequate levels of adolescents' body composition,⁵ cardiorespiratory fitness,⁶ muscle strength/endorurance⁵ and flexibility⁷ for the health.

The components of physical fitness differ between ethnic groups^{8,9} and are influenced by phenotype.¹⁰ Although adolescents from large urban centers are exposed to low physical fitness, the access to the available physical spaces, such as parks, squares and clubs, are considered appropriate for physical activity¹¹ and thus for the maintenance of physical fitness levels in these cities. However, in small town investigated, the access to these spaces is limited, due to lower availability.

Even though the Brazilian literature has reports on health-related physical fitness in adolescents,^{5–8} most studies were conducted in large urban centers.^{5–7} However, it is not totally clear yet whether the physical fitness profile of adolescents from small municipalities colonized by Europeans differs from that observed in studies carried out in large urban centers from Southern Brazil and in municipalities from other Brazilian regions and from Europe, for this reason, this study is justified.

Considering that external influencing factors of physical fitness are similar among adolescents, it will be possible to observe whether body composition and motor performance differ from those observed in studies conducted with heterogeneous populations and whether the proportion of adolescents who does not meet the health criteria for physical fitness is the same as that found in adolescents from larger urban centers. Furthermore, studies using the new cutoff points^{12,13} proposed by FITNESSGRAM® have not been carried out in Brazil yet.

Therefore, the aim of the present study was to identify the health-related physical profile of Brazilian adolescents, from 10 to 17 years of age, living in a small town of German colonization and to describe the prevalence of those who do not meet the criteria for health-related physical fitness according to sex and age.

Method

Study design and participants

The study on health-related physical fitness analysis in adolescents was developed from an epidemiological cross-sectional project called "Physical activity and lifestyle: a three-generation study in São Bonifácio, Santa Catarina" ("Atividade física e estilo de vida: um estudo de três gerações em São Bonifácio, Santa Catarina"), approved by the Human Research Ethics Committee of Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), process no. 973/2010. This study has been conducted so far with all adolescents (10–17 years) from São Bonifácio, Brazil. This town from the state of Santa Catarina was intentionally selected, according to the following criteria: being small and colonized by the Germans.

The southern region of Brazil was predominantly colonized by Europeans. The first European colony settled in Santa Catarina was

German, considered the second largest ethnic group in the region, after the Italians. This state has received immigrants from various countries of Europe, and Germans settled in northern and southern state of Santa Catarina, and São Bonifácio stands out for being colonized only by Germans.¹⁴

São Bonifácio is located 70 km far from Florianópolis, state of Santa Catarina, Southern Brazil. Its population is of 3008 inhabitants, 77.23% of which live in the rural area. The colonization of the town began in 1864, when the first German immigrants arrived, coming from the region of Westphalia. Its economy is based on agriculture, with emphasis on tobacco plantation, olericulture, and dairy manufacturing.¹⁵ The town has a Human Development Index (HDI) of 0.785, being classified into medium HDI.¹⁶

The target population of the study were adolescents aged 10–17 years enrolled in public schools of São Bonifácio, SC, Brazil in 2010 ($N = 291$). According to the World Health Organization,¹⁷ individuals aged 10–19 years are considered adolescents. São Bonifácio has one state and four municipal schools. A school census was conducted and all adolescents at the age group to participate in the study were invited. All adolescents aged 10–17 years were eligible for this study ($n = 277$) and agreed to participate by presenting the consent form signed by their parents or guardians, who were present at school on the day of assessment and able to perform the physical tests.

Data collection

The team of evaluators comprised 14 physical education professors and students from Universidade Federal de Santa Catarina. The Physical Education students were assistants in data collection. The measures and tests were applied by teachers. A previous training was performed for standardization and application of physical tests and anthropometric evaluation. Each evaluator was responsible for the same test from beginning to end of measurements.

The period of data collection was seven days, in September 2010, in the school premises, during class time. Firstly, in a previously prepared room, anthropometric measures (body mass, height, and skinfold thickness) were obtained. Next, adolescents were taken to a multi-use gymnasium, where they performed the physical tests in the following order: back saver sit and reach, curl-up, modified pull-up, and 20-m shuttle run test. No warm-up was performed before the execution of the physical fitness tests.

Anthropometric variables

Body mass was measured with a digital weight scale (*Filizola*®), with a 150 kg capacity and 100 g scale. Height was obtained with a stadiometer (*Sanny*®), measuring scale of 0.1 cm. Triceps and subscapular skinfold thicknesses (TSF and SSF respectively) were collected using the Cescorfi® scientific skinfold caliper, a Brazilian model with design and mechanics similar to those of the English Harpenden® skinfold caliper, with a constant pressure of around 10 g/mm² for any opening of its jaws, measuring unit of 0.1 mm, and contact area (surface) of 90 mm². The measurements were performed by two trained evaluators and followed FITNESSGRAM® standards.¹⁸ To perform this task, they had their intra- and inter-evaluator Technical Error of Measurement (TEM) calculated before data collection with a sample of 17 adolescents, using the difference method, according to the procedures described by Gore et al.¹⁹ The limit for intra-evaluator TEM was 3% for skinfold thicknesses and 1% for other measures. For inter-evaluator TEM, the error limit was considered as 7% for skinfold thicknesses and 1% for other measures. To assess body composition, TSF and SSF were employed in the calculation of percent body fat, using the equation of Slaughter et al.²⁰

Physical fitness

The components of health-related physical fitness investigated were: body composition, flexibility, muscle strength/endurance, and cardiorespiratory fitness. The measurement of these components followed the procedures proposed by FITNESSGRAM®.¹⁸ The tests applied were: back saver sit and reach, curl-up, pull-up modified and 20-m shuttle run. Due to the high correlation between flexibility of right and left legs ($r = 0.92$), the mean for the two measures was used. Data from the test were processed using the following equation, which was proposed by Leger et al.,²¹ to estimate maximal oxygen uptake ($VO_2\max$): $Y = 31.025 + (3.238 * X1) - (3.248 * X2) + (0.1536 * (X1 * X2))$, in which Y: predicted value of $VO_2\max$ in ml/kg/min; X1: running speed corresponding to the stage in km/h; X2: subjects' age.

The cutoff values adopted to verify the proportion of adolescents who were not in the healthy fitness zone, specific for sex and age, were those described in FITNESSGRAM®.²² *Revision 8.6 and 9.x (2010)* (Table 1). These adolescents were classified into the needs improvement zone, it means, they were evaluated as having low physical fitness. For overall physical fitness, adolescents were considered with low physical fitness if they were simultaneously in the needs improvement zone in all measured tests (percent body fat and back saver sit and reach, curl-up, modified pull-up and 20-m shuttle run [$VO_2\max$] tests).

Statistical analysis

Descriptive analysis of the variables used means, standard deviations, medians, and frequency distributions. Data normality was analyzed with the Kolmogorov–Smirnov test. Normal distribution was found for body mass and flexibility. \log_{10} transformation of the data was applied for the other variables, and normality was observed for SSF and percent body fat.

For the comparison of mean values between sexes, Student *t* test and the equivalent Mann–Whitney non parametric *U* test was used. Analysis of variance (two-way ANOVA) was employed considering age and sex, together with the Bonferroni *post hoc* test, to locate the ages in which differences occurred within each sex, using the SISVAR program, version 5.1. The Kruskal–Wallis test was applied. Relative frequency was used to verify the percentage of adolescents with low physical fitness. The comparisons between two proportions were performed with Statistics for Biomedical Research (MedCalc) software, version 9.1.1, to identify the differences between sexes in each age group for each component analyzed. The confidence level adopted for the analyses was 95%. Data were digitized in Excel® software and analyzed with Statistical Package for Social Sciences (SPSS) software, version 15.0.

Results

Adolescents who did not had the free and informed consent signed by their guardians ($n = 3$), were not present on the evaluation day ($n = 5$), or refused to participate in the study ($n = 5$) were excluded from the sample, as well as those who had a motor limitation that made it impossible to perform the physical tests on the evaluation day ($n = 1$). Thus, the sample was composed by 277 adolescents (145 boys and 132 girls), with response rate of 90.5%. The relative frequency and absolute of the sample according to age for boys and girls, respectively: 10 years, 17.2% ($n = 25$) and 9.1% ($n = 12$); 11 years, 18.6% ($n = 27$) and 18.2% ($n = 24$); 12 years, 12.4% ($n = 18$) and 15.9% ($n = 21$); 13 years, 10.3% ($n = 15$) and 14.4% ($n = 19$); 14 years, 11.0% ($n = 16$) and 9.8% ($n = 13$); 15 years, 11.0% ($n = 16$) and 15.9% ($n = 21$); 16 years, 11.0% ($n = 16$) and 7.6% ($n = 10$); 17 years, 8.3% ($n = 12$) and 9.1% ($n = 12$). Compared to boys,

Table 1
Cutoff points for the healthy fitness zone.

Age (years)	Body fat (%)	Flexibility (cm)	Muscle strength/endurance (curl-ups/repetitions)	Muscle strength/endurance (pull-ups/repetitions)	Cardiorespiratory fitness (ml/kg/min)
<i>Boys</i>					
10	8.9–22.4	20	≥12	≥5	≥40.2
11	8.8–23.6	20	≥15	≥6	≥40.2
12	8.4–23.6	20	≥18	≥7	≥40.3
13	7.8–22.8	20	≥21	≥8	≥41.1
14	7.1–21.3	20	≥24	≥9	≥42.5
15	6.6–20.1	20	≥24	≥10	≥43.6
16	6.5–20.1	20	≥24	≥12	≥44.1
17	6.7–20.9	20	≥24	≥14	≥44.2
<i>Girls</i>					
10	11.6–24.3	23	≥12	≥4	≥40.2
11	12.2–25.7	25.5	≥15	≥4	≥40.2
12	12.7–26.7	25.5	≥18	≥4	≥40.1
13	13.4–27.7	25.5	≥18	≥4	≥39.7
14	14.0–28.5	25.5	≥18	≥4	≥39.4
15	14.6–29.1	30.5	≥18	≥4	≥39.1
16	15.3–29.7	30.5	≥18	≥4	≥38.9
17	15.9–30.4	30.5	≥18	≥4	≥38.8

Source: FITNESSGRAM®, Revision 8.6 and 9.x.²²

Table 2
General characterization of the sample. São Bonifácio, Brazil, 2010.

Variables	Boys				Girls				p-Value
	n	\bar{x}	SD	Md	n	\bar{x}	SD	Md	
Chronologic age (years)	145	12.97	2.31	13.00	132	13.21	2.14	13.00	0.39
Body mass (kg)*	145	53.73	16.38	54.00	132	54.39	14.70	54.85	0.73
Height (cm)	145	159.45	16.38	160.50	132	159.94	10.31	162.85	0.75
TSF (mm)*	145	13.43	6.87	11.35	132	18.41	6.78	17.35	<0.01
SSF (mm)	145	11.19	7.97	8.05	132	14.14	8.95	11.50	<0.01
Body fat (%)*	142	20.13	11.36	16.82	132	26.62	8.83	25.17	<0.01
Flexibility (cm)*	145	22.90	6.27	22.50	132	26.05	5.33	26.50	<0.01
Curl-ups (repetitions)	145	26.90	21.29	21.50	132	23.55	19.18	19.50	0.23
Pull-ups (repetitions)	145	8.41	5.73	7.00	132	3.31	2.75	3.00	<0.01
Cardiorespiratory fitness (VO ₂ max)	143	44.26	4.56	44.55	130	40.58	5.12	41.15	<0.01

\bar{x} : mean; SD: standard deviation; Md: median; TSF: triceps skinfold thickness; SSF: subscapular skinfold thickness; p-value for the Student *t* test* for body mass, TSF, percent body fat and flexibility. For the other variables, the Mann–Whitney *U* test (chronologic age, height, SSF, curl-up, pull-ups, and cardiorespiratory fitness) was used.

girls showed higher means for TSF, SSF, percent fat, and flexibility ($p < 0.01$). Boys showed higher means ($p < 0.01$) for pull-up and cardiorespiratory fitness tests (Table 2).

The differences in mean values of percent body fat between ages ($F = 7.38$; $p < 0.01$) were found in boys at age 10 years in relation to 11 ($p < 0.05$), 14 ($p < 0.05$), 15 ($p < 0.05$) and 16 years, and at age 15 years compared with all ages ($p < 0.05$). A higher percent body fat was observed at age 10 years and a lower percent at 15 years of age. In girls, the differences were found at age 10 years in relation to 14 and 17 years ($p < 0.05$), with older girls showing higher mean values (Fig. 1).

Regarding flexibility, differences between ages were found only in boys ($F = 2.92$; $p < 0.01$). The lowest rate obtained was at 14 years, differing from ages 15 ($p < 0.05$) and 16 years ($p < 0.05$). In girls, flexibility remained constant throughout adolescence ($F = 1.57$; $p = 0.15$) (Fig. 1).

As for muscle strength/endurance, differences between ages became evident in boys for curl-up ($p < 0.01$) and pull-up ($p < 0.01$) tests. The performance was similar between ages among girls in both tests ($p > 0.05$) (Fig. 1).

Physical fitness differed between ages in girls ($p = 0.02$). The visual observation of the graph indicates lower mean values for older girls. In boys, physical fitness did not show significant differences between ages ($p > 0.05$) (Fig. 1).

Table 3
Prevalence of adolescents with overall low physical fitness and for each component, according to sex. São Bonifácio, Brazil, 2010.

Components	Boys (%)	Girls (%)	χ^2	p-Value
Overall HRPF	75.7	88.9	7.6	0.01
Body fat	29.3	31.8	0.2	0.75
Flexibility	26.9	54.5	20.8	<0.01
Muscle strength/endurance (curl-ups)	37.9	45.5	1.3	0.25
Muscle strength/endurance (pull-ups)	47.6	54.5	1.1	0.30
Cardiorespiratory fitness (VO ₂ max)	28.0	36.9	2.1	0.15

HRPF: health-related physical fitness. p-Value for the test of two proportions.

Concerning overall physical fitness classification, the prevalence of adolescents with low physical fitness was 75.7% for boys and 88.9% for girls, with differences between sexes ($p = 0.01$). When the prevalence of the components was analyzed separately, the differences between girls and boys occurred only in flexibility ($p < 0.01$). The proportion of adolescents with low physical fitness in the remaining components was similar between the sexes ($p > 0.05$) (Table 3).

In Fig. 2, boys showed higher prevalence of percent body fat in the health risk zone at 10 ($p < 0.01$) and 13 ($p < 0.01$) years compared to girls. At the ages of 14 and 17 years, the prevalence was higher ($p < 0.01$) for girls in relation to boys.

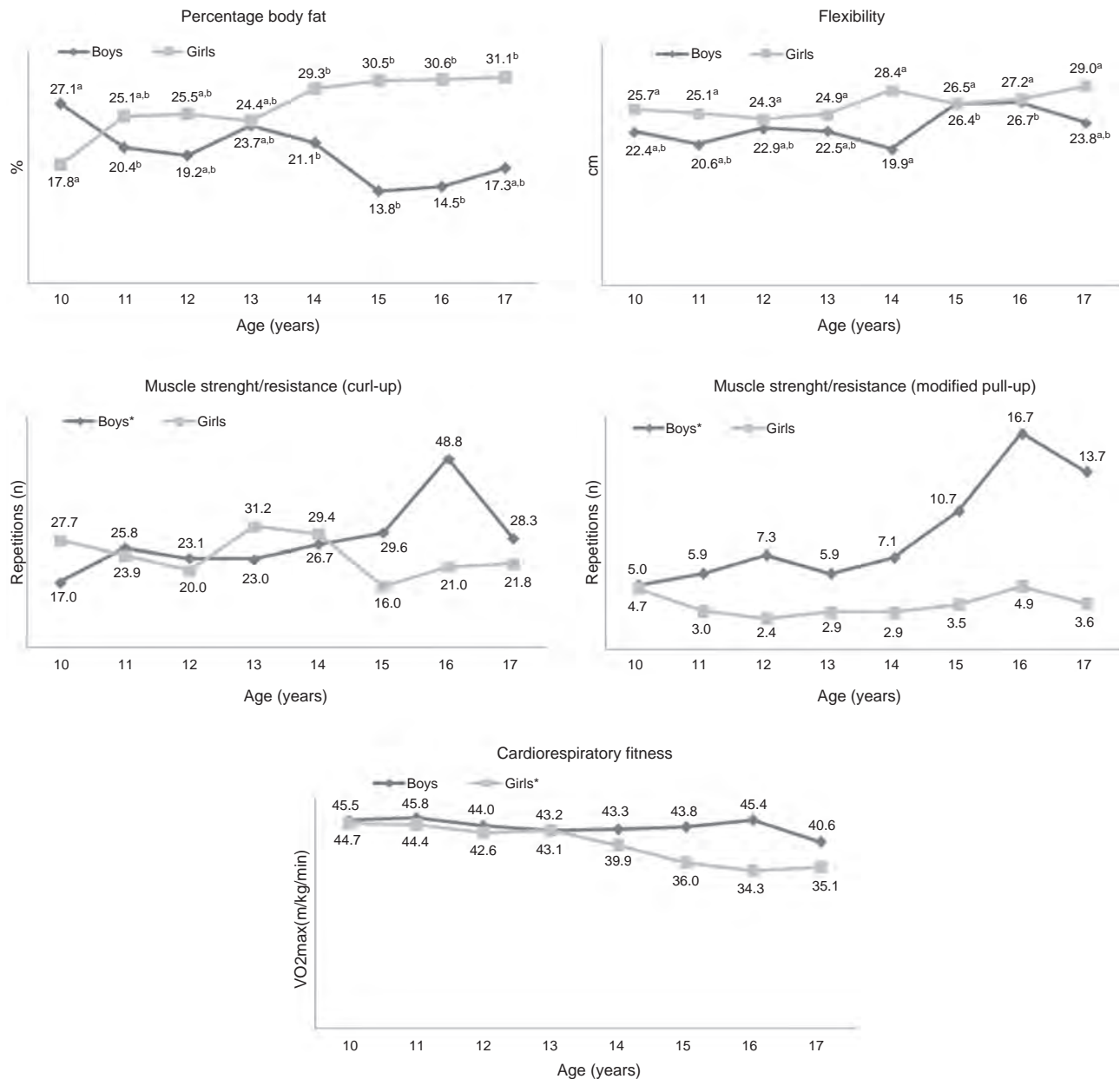


Figure 1. Mean values of health-related physical fitness components in adolescents according to sex and age. São Bonifácio, Brazil, 2010. Same letters do not differ statistically between ages within the same sex ($p > 0.05$) and different letters differ statistically between ages within the same sex ($p < 0.05$). * $p < 0.05$: differences between ages within the same sex for the Kruskal–Wallis test. Two-way ANOVA and Bonferroni *post hoc* tests for percent body fat and flexibility. Kruskal–Wallis and Mann–Whitney tests for curl-ups, pull-ups and shuttle run.

The prevalence of health risk zone in flexibility differed between the sexes at ages 11 and 17 ($p < 0.01$) years. Girls showed higher proportions of low fitness in all ages, except for 14 years, when boys showed less fitness (Fig. 2).

In the curl-up test, higher prevalence in girls occurred at ages 11 ($p < 0.01$), 15 ($p < 0.01$) and 16 ($p < 0.01$) years. For boys, higher proportions were observed at the ages of 13 ($p < 0.01$) and 14 ($p < 0.01$) years (Fig. 2).

In the modified pull-up test, girls showed higher prevalence of low fitness at ages 11 ($p = 0.03$), 12 ($p < 0.01$) and 16 ($p < 0.01$) years, in relation to boys ($p < 0.05$). Differences between the sexes were also observed at 10 years, with a higher proportion for boys ($p < 0.05$) (Fig. 2).

Regarding cardiorespiratory fitness, boys showed higher prevalence of low fitness at 13 years ($p < 0.01$), compared to girls, while

in girls prevalences were higher at the ages of 15 ($p = 0.03$) and 16 ($p < 0.01$) years (Fig. 2).

Discussion

The main findings of this study were higher values of TSF, SSF, body fat, and flexibility for adolescent girls compared to boys. There were differences between the sexes in each age for all components investigated, more frequently at ages above 13 years for cardiorespiratory fitness and body composition, and from 10 to 11 years for muscle fitness. In general, the prevalence of low physical fitness in percent body fat, muscle strength/endurance, and cardiorespiratory fitness were high and similar between the sexes, with differences observed for flexibility and for all physical fitness components analyzed simultaneously.

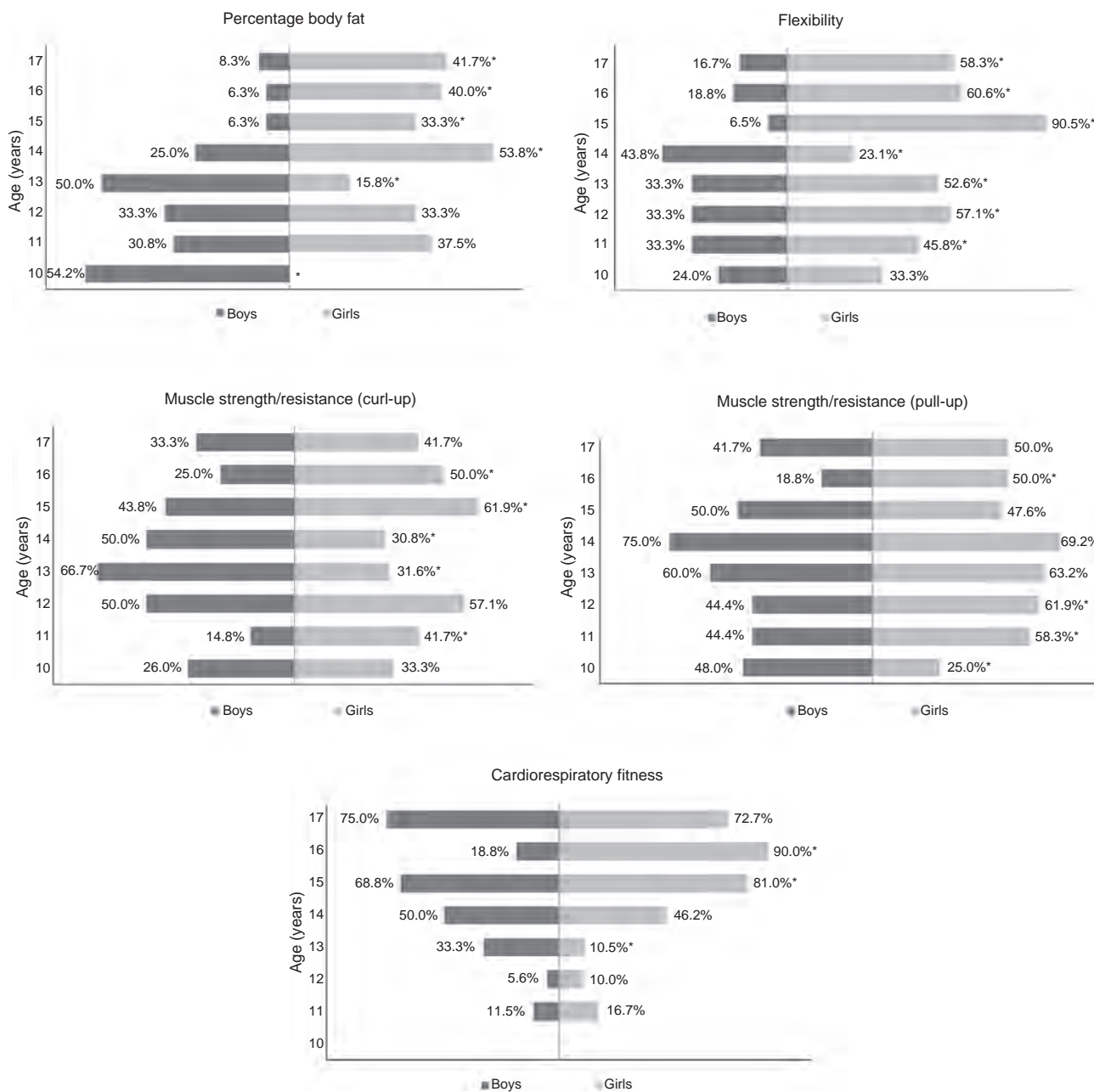


Figure 2. Prevalence of adolescents with low physical fitness in each health-related physical fitness component, according to sex and age. São Bonifácio, Brazil, 2010. * $p < 0.05$ for differences between sexes in each age.

When analyzing the results of the health-related physical fitness, the girls showed a higher mean value of percent body fat than boys. The differences in body fat between ages within the same sex were found at the start and in the middle of adolescence in relation to the other ages in boys, and at the first age of this period compared to older subjects, aged 14–17 years, in girls. Mean values were higher for girls at almost all ages, similarly to what was observed in students from Brazil (seven to 15 years),²³ Portugal (12–18 years⁹ and 10–18 years²⁴) and Spain (12.5–17.5 years).²⁵ These results can be explained by the disparity in the proportion of muscle mass and body fat among sexes, due to the hormonal action that occurs during puberty. In boys, the higher production of androgen hormones causes a greater increase in muscle tissue, while in girls this increase occurs in body fat, due to estrogen hormones.²⁶

Regarding muscle fitness, girls obtained higher mean values compared to boys; however, girls flexibility remained constant

as chronological age progresses, which differs from the findings for Spanish adolescents.²⁷ Better performance in flexibility tests for teenage girls was also reported in international investigations, among European²⁸ and German²⁹ adolescents. In Europe, besides the fact that girls showed better flexibility than boys, there was a trend of increase for this component as age progresses,^{24,28,29} which was not observed in the present study. In boys, oscillations were found, with better rates at 15–16 years in relation to 14 years of age. In investigations^{7,30} with Brazilian adolescents, differences between ages within the same sex were not evident. The variation in flexibility rates observed in the boys from this study can be related to the growth spurt, the moment when there is a rapid development of body structures, in which bones, muscles and tendons grow at different speeds, resulting in a temporary reduction in flexibility.³⁰ More research on this topic is needed to clarify these findings.

Regarding muscle strength/endurance (pull-up test), boys showed better performance than girls, which is in accordance with what was observed in other Brazilian studies with samples from cities of non-German colonization.^{5,30,31} Differences were also found between ages in both muscle strength/endurance tests for boys. The improvement in performance in muscle strength/endurance tests at ages above 13 years is explained by the onset of puberty. The sharp increase in muscle mass among boys results in an increase in muscle strength and endurance capacity as age progresses. The same happens to girls, but in a less remarkable way³⁰. Other factors, such as low physical activity levels, not investigated in the present study, and higher body fat values may have hampered a better performance in the test among girls.

Boys showed better cardiorespiratory fitness in comparison to girls. These findings corroborate other surveys conducted in municipalities from Brazil^{6,30,32} Portugal²⁴ and Spain.^{25,33} In the comparisons of this component between age groups, differences were found only for girls, indicating lower mean values for older girls. The changes in body composition that occur during puberty, together with chronological age, contribute to the lower mean values for this component among girls and to the higher mean values among boys.³¹ In addition, boys tend to be more physically active,^{29,33} which favors a better performance in terms of cardiorespiratory fitness compared to girls.

Concerning the prevalence of low physical fitness in body composition, one out of three adolescents showed body overweight. The data from the present study corroborate the findings observed in Januária, Brazil,⁵ and Spain,⁴ although there is disparity in the criteria used in the studies. Researchers point out low physical activity level as one of the factors responsible for excess body fat in adolescence,¹⁰ which can have contributed to the high prevalence found in the present study. The risk of overweight/obesity in adolescents is related to low physical activity levels and to low health-related physical fitness, mainly regarding abdominal strength and cardiorespiratory fitness components.³⁴

As for flexibility, the prevalence of low physical fitness was higher among girls. These results were also found in adolescents (14-17 years) from Januária, Brazil.⁵ In other words, although girls obtained higher mean values for flexibility than boys, the proportion of those who do not meet health-related criteria was also higher for female adolescents. Even if genetics favors girls,²⁶ the less it determines flexibility, the higher the role of the environment in the maintenance of satisfactory health levels will be. Other investigations are necessary to better clarify health-related criteria for flexibility in adolescents.

The prevalences of adolescents with low physical fitness in terms of muscle strength/endurance were equal between the sexes and were similar to those observed in other Brazilian cities⁵ of non-German colonization. This component of muscle fitness is positively related with physical activity and resistance training³³ and negatively with excess body fat.²³ Thus, the prevalence of low fitness found in approximately 50% of adolescents can reflect the higher percent body fat observed in girls and the lower biceps muscle mass, supposedly present in both sexes. Such factors can have hampered the performance of the minimum number of repetitions to reach the healthy fitness zone.

The proportion of adolescents who do not meet health-related criteria for cardiorespiratory fitness did not differ between sexes. These findings differ from those verified in studies that used the previous cutoff points of FITNESSGRAM® in Florianópolis, Brazil⁶ and in European cities.^{3,25} In Europe, the prevalence of adolescents with low cardiorespiratory fitness is higher among girls.^{3,25} The high prevalence of girls who did not meet health-related criteria at 15 and 16 years can be explained by the increase in adipose tissue arising from the onset of maturity. However, the higher prevalence observed among boys, in the other ages, lies in the fact that the

maturity process occurs later compared to girls.²⁶ Thus, when boys get closer to post-pubertal stage, the proportions of inadequacy for this component were reduced.

Traditionally, in Brazil, due to socio-cultural implications related to an unequal treatment between sexes that can arise already in childhood, girls perform less intense physical activities than boys, which is involuntarily caused by the treatment for both sexes. This disparity lasts when children enter the school system and physical education teachers accept these differences for merely biological reasons, which reflects in the distinction between the physical activities offered to girls and boys. After puberty, girls end up engaging less in sport activities than boys. It means, because sexual maturity comes earlier in girls, body structures develop earlier in female than in male adolescents, which causes some embarrassment in teenage girls, who end up withdrawing from physical activity. Thus, girls do not benefit from the biological advantages provided by puberty in the performance of certain motor tasks.³⁰

Regarding the overall physical fitness classification, the prevalence of adolescents with low physical fitness in all components differed between girls and boys. These proportions were lower than those found in cities with lower HDI and of non-German colonization.⁵ The low physical fitness levels found are directly related to adolescents' lifestyle.^{10,34} The concern with the high proportion of adolescents who did not achieve the healthy physical fitness zone simultaneously in all components is related with the onset of chronic degenerative diseases in adulthood,² to which adolescents are exposed.

Adolescents' motivation in the performance of the tests, a variable that was not investigated in the present study, may have affected the results found, which has been one limitation of this study. Moreover, the tests used to estimate muscle fitness do not show good validity;¹ however, they were used for comparison with other studies. We highlight the disparity in the method used for measuring and assessing the physical fitness components among the studies used for comparison with the findings from the present study^{7-9,28,29} in one or more components. The reduced number of adolescents in each age group made it difficult to locate significant differences in the comparisons between ages. Because variables related to sexual maturity, usual physical activity level, socioeconomic conditions, regional aspects, and ethnicity were not investigated in the present study, other associations and inferences were limited.

As one of the study's strengths, we can mention the representativity of the analyzed population, which allows to make inferences for the population of adolescents from São Bonifácio, Brazil, integrated into the school setting. According to data provided by the offices of the evaluated schools, there were no drop-outs in 2010, that is, the dropout rate was 0%. Besides, these results are useful for planning public policies aimed at school adolescents' health. They can serve as parameters for health promotion strategies in school, because he identified the group of adolescents with low levels of health-related physical fitness. Additionally, the tests used for assessing adolescents' body composition and cardiorespiratory fitness showed good validity.¹ Furthermore, it was possible to identify the observed physical fitness profile of students from a small town with homogeneous socio-cultural characteristics.

These results were valid for adolescents in the age group investigated and from small towns of German colonization. Further studies that investigate usual physical activity level and sexual maturity and that consider sociodemographic and cultural aspects are necessary for a better understanding of physical fitness in this setting.

In conclusion, mean values for percent body fat were higher for older girls and younger boys. Female adolescents showed higher flexibility and lower muscle strength/endurance and cardiorespiratory fitness compared to boys.

The prevalence of Brazilian adolescents from a small town of German colonization with low physical fitness was high in all components. Differences between sexes were found in the proportion of adolescents with overall low physical fitness and in the flexibility component, which is more prevalent in girls. Effective intervention programs are necessary to promote changes in the health-related physical fitness profile of these adolescents.

Funding

Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), under process number AUXPE PROCAD/NF 110/2010.

Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Acknowledgment

To Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for funding and for the scholarships granted.

References

- Ruiz JR, Castro-Pinero J, España-Romero V, Artero EG, Ortega FB, Cuenca MM, et al. Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med*. 2011;45(6):518-24.
- Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*. 1995;273(5):402-7.
- Martínez-Gómez D, Ortega FB, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, Veiga OL, Widhalm K, et al. Excessive sedentary time and low cardiorespiratory fitness in European adolescents: the HELENA study. *Arch Dis Child*. 2011;96(3):240-6.
- Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Jiménez-Pavón D, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, et al. Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. The AVENA study. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(3):418-27.
- Petroski EL, Silva AFD, Rodrigues AB, Pelegrini A. Aptidão física relacionada a saúde em adolescentes brasileiros residentes em áreas de médio/baixo índice de desenvolvimento humano. *Rev Salud Pública*. 2011;13(2):219-28.
- Vasques DG, Silva KSD, Lopes ADS. Aptidão cardiorrespiratória de adolescentes de Florianópolis, SC. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(6):376-80.
- Minatto G, Ribeiro RR, Achour AF Jr, Santos KD. Idade, maturação sexual, variáveis antropométricas e composição corporal: influências na flexibilidade. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2010;12(3):151-8.
- Diniz IMS, Lopes ADS, Borgatto AF. Crescimento físico e composição corporal de escolares de diferentes grupos étnicos do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2008;10(1):12-8.
- Santos DA, Silva AM, Santa-Clara H, Matias CN, Fields DA, Sardinha LB. Determinant factors of cardiorespiratory fitness in Portuguese adolescents of different ethnicities. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2011;13(4):243-9.
- Aires L, Andersen L, Mendonça D, Martins C, Silva G, Mota J. A 3-year longitudinal analysis of changes in fitness, physical activity, fatness and screen time. *Acta Paediatr*. 2010;99(1):140-4.
- Petroski EL, Silva DAS, Reis RS, Pelegrini A. Estágios de mudança de comportamento e percepção positiva do ambiente para atividade física em usuários de parque urbano. *Motri*. 2009;5(2):17-31.
- Laurson KR, Eisenmann JC, Welk GJ. Development of youth percent body fat standards using receiver operating characteristic curves. *Am J Prev Med*. 2011;41(4):S93-9.
- Welk GJ, Laurson KR, Eisenmann JC, Cureton KJ. Development of youth aerobic-capacity standards using receiver operating characteristic curves. *Am J Prev Med*. 2011;41(4):S111-6.
- Brasil Governo de Santa Catarina. Colonização de Santa Catarina; 2002. Available at: <http://www.sc.gov.br/conteudo/santacatarina/historia/paginas/08imigrantes.html> [cited 02.12.11].
- Brasil Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Populacional 2010; 2010. Available at: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/populacao_por_municipio.shtm [cited 11.12.10].
- Brasil Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Ranking do Índice de Desenvolvimento Municipal dos municípios do Brasil; 2000. Available at: <http://www.pnud.org.br/atlas/tabelas/index.php> [cited 12.09.09].
- World Health Organization (WHO). The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response: summary. Dinamarca; 2007. Available at: <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/challenge-of-obesity-in-the-who-european-region-and-the-strategies-for-response-the-summary> [cited 18.09.10].
- Welk G, Meredith M. FITNESSGRAM®/ACTIVITYGRAM: reference guide. 3rd ed. Dallas, TX: The Cooper Institute; 2008.
- Gore C, Norton K, Olds T, Whittingham N, Birchall K, Clough M, et al. Certificação em antropometria: um modelo Australiano. In: Norton K, Olds T, editors. *Antropométrica*. Porto Alegre: Artmed; 2005. p. 375-88.
- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60(5):709-23.
- Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988;6(2):93-101.
- FITNESSGRAM standards for healthy fitness zone revision 8.6 and 9.x. Dallas, TX: The Cooper Institute; 2010. Available at: <http://staffweb.esc12.net/~mbooth/resources/general/Coordinated.Fitness%20Gram/NewStandards.11/Updates.FitnessGram.pdf> [cited 20.11.11].
- Andreas V, Michelin E, Rinaldi AEM, Burini RC. Aptidão física associada às medidas antropométricas de escolares do ensino fundamental. *J Pediatr (Rio J)*. 2010;86(6):497-502.
- Santos R, Mota J, Santos DA, Silva AM, Baptista F, Sardinha LB. Physical fitness percentiles for Portuguese children and adolescents aged 10-18 years. *J Sports Sci*. 2014;32(16):1510-8.
- Moliner-Urdiales D, Ruiz JR, Ortega FB, Jimenez-Pavon D, Vicente-Rodríguez G, Rey-Lopez JP, et al. Secular trends in health-related physical fitness in Spanish adolescents. The AVENA and HELENA studies. *J Sci Med Sport*. 2010;13(6):584-8.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Crescimento maturação e atividade física*. 2nd ed. São Paulo: Phorte; 2009.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, Urzanqui A, Gonzalez-Gross M, et al. Health-related physical fitness according to chronological and biological age in adolescents. The AVENA study. *J Sports Med Phys Fitness*. 2008;48(3):371-9.
- Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, Jimenez-Pavon D, Vicente-Rodríguez G, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med*. 2011;45(1):20-9.
- Woll A, Kurth BM, Oppen E, Worth A, The Bos K. 'Motorik-Modul' (MoMo): physical fitness and physical activity in German children and adolescents. *Eur J Pediatr*. 2011;170(9):1129-42.
- Guedes DP, Jaime Tolentino MN, Silva AJRM. Desempenho motor em uma amostra de escolares brasileiros. *Motri*. 2011;7(2):25-38.
- Araújo SS, Oliveira ACC. Aptidão física de escolares de Aracajú. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2008;10(3):271-6.
- Soares NMM, Silva RJS, Melo EV, Oliveira ACC. Influence of sexual maturation on cardiorespiratory fitness in school children. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2014;16(2):223-32.
- Martínez-Gómez D, Welk GJ, Puertollano MA, del-Campo J, Moya JM, Marcos A, et al. Associations of physical activity with muscular fitness in adolescents. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(2):310-7.
- Aires L, Mendonça D, Silva G, Gaya AR, Santos MP, Ribeiro JC, et al. A 3-year longitudinal analysis of changes in body mass index. *Int J Sports Med*. 2010;31(2):133-7.

Original article

Plyometric type neuromuscular exercise is a treatment to postural control deficits of volleyball players: A case study



A. Asadi

Roudbar Branch, Islamic Azad University, Roudbar, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20 October 2015

Accepted 18 February 2016

Keywords:

Postural control

Stretch shortening cycle

SEBT

ABSTRACT

Objective: The effects of exercise protocols on postural control changes have been supported, but the influence of a common and specific type neuromuscular exercise such as plyometric on postural control is not clear. Therefore, the aim of this study was to examine the effects of plyometric type neuromuscular exercise on balance or postural control performance of young male volleyball players.

Method: Ten professional young male volleyball players participated in this study and performed plyometric exercises including 4 × 10 squat jump, broad jump, tuck jump with knee to chest, and depth jump from 45-cm box high 60 and 90 s rest between sets and exercises, respectively. Before and immediately after completing the plyometric exercise, postural control was assessed by the Star Excursion Balance Test (SEBT) at 8 directions (anterior, A; anteromedial, AM; anterolateral, AL; medial, M; lateral, L; posterior, P; posteromedial, PM; and posterolateral, PL).

Results: The results indicated that plyometric exercise induced deficits in reach directions and greater changes occurred in the M, P and AL directions.

Conclusions: It can be recommend that strength and conditioning professionals in the field of volleyball do not perform other type of landing exercise in plyometric training sessions because of postural control impaired and consequently the probability of lower extremity injuries will increase.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Ejercicios neuromusculares de tipo pliométrico como tratamiento de déficits de control postural de jugadores de voleibol: a propósito de un caso

RESUMEN

Palabras clave:

Control postural

Ciclo estiramiento-acortamiento

SEBT

Objetivo: El efecto de protocolos de ejercicios, en cambios del control postural, son bien conocidos, pero la influencia de un sencillo y específico tipo de ejercicio neuromuscular, como los ejercicios pliométricos, en el control postural, no está clara. Por tanto, el objetivo de este estudio fue examinar los efectos de los ejercicios neuromusculares, de tipo pliométrico, en el equilibrio o en el control postural, de varones jóvenes jugadores de voleibol.

Método: Diez varones jóvenes jugadores profesionales de voleibol participaron en este estudio y realizaron ejercicios pliométricos incluyendo 4 × 10 saltos con sentadilla, saltos de longitud, saltos con rodillas al pecho y saltos con rebote desde un cajón de 45 cm de altura, con 60 y 90 s de reposo entre series y ejercicios, respectivamente. Antes e inmediatamente después de completar los ejercicios pliométricos se midió el control postural mediante el *Star Excursion Balance Test* (SEBT) en 8 direcciones (anterior: A; anteromedial: AM; anterolateral: AL; medial: M; lateral: L; posterior: P; posteromedial: PM y posterolateral: PL).

Resultados: Los resultados indican que los ejercicios pliométricos indujeron déficits en las direcciones analizadas y que los mayores cambios se produjeron en las direcciones M, P y AL.

E-mail address: Abbas_asadi1175@yahoo.com

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.02.004>

1888-7546/© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Conclusión: Se puede recomendar, a los profesionales del voleibol, en el campo del entrenamiento de la fuerza, que no realicen otros tipos de ejercicios de suelo en las sesiones de entrenamiento pliométrico, porque la disminución del control postural podría incrementar secundariamente la probabilidad de lesión del miembro inferior.

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

Exercícios neuromusculares do tipo pliométrico como tratamento de déficits no controle postural de jogadores de voleibol: um estudo de caso

R E S U M O

Palavras-chave:
Controle postural
Ciclo alongamento encurtamento
SEBT

Objetivo: O efeito de protocolos de exercícios sobre as mudanças no controle postural é bem conhecido, mas a influência de um tipo de treinamento neuromuscular comum e específico como o pliométrico no controle postural não está claro. O objetivo deste estudo foi examinar os efeitos dos exercícios neuromusculares do tipo pliométrico no equilíbrio e controle postural de jovens jogadores de voleibol masculino.

Métodos: Dez jovens, jogadores profissionais de voleibol, participaram desse estudo e realizaram exercícios pliométricos que incluíram: 4 × 10 saltos partindo da posição de agachamento, saltos longitudinais, saltos com joelho encostando no peito e salto com rebote sob uma caixa de 40 cm de altura, com descanso entre 60-90 segundos entre as séries e exercícios, respectivamente. Antes e imediatamente após completarem o exercício de pliometria, o controle postural foi medido com as 8 direções do Star Excursion Test (SEBT) (anterior: A; antero-medial; AM; antero-lateral: AL; medial: M; lateral: L; posterior: P; pósterio-medial: PM e postero-lateral: PL).

Resultados: Os resultados indicam que os exercícios pliométricos induziram déficits no alcance das direções do SEBT e as maiores mudanças ocorrem nas direções M, P e AL.

Conclusão: Pode ser recomendado que os profissionais que trabalham com força e condicionamento físico voltado ao voleibol não realizem outro tipo de exercício com carga nas sessões de pliometria, por causa da debilidade no controle postural que o treinamento pliométrico ocasiona e conseqüentemente na probabilidade de aumentar o risco de lesões nos membros inferiores.

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

Introduction

Knee ligament injuries occur several times during training and competition in volleyball players. Among some ligaments in the knee, anterior cruciate ligament (ACL) plays a critical role to stability of the joint.^{1,2} ACL injuries account for 50% or more of all knee injuries, making this ligament especially important in any discussion of knee injuries. Most ACL injuries in volleyball players occur when a player lands awkwardly after jumping. Usually ACL tears are associated with a "pop" and immediate knee swelling. Previous authors reported that annual incidence of ACL injury is about 38000 cases in the United States.³

One possible explanation to increase ACL injury could be deficits in postural control. It has been well documented that poor postural control is associated with injury of the joint and therefore enhancing joint awareness and postural control could be a modality to decrease injuries.⁴

The common method of training for power-type athletes (i.e., volleyball players) is plyometric training. It has been reported that plyometric training is an effective training modality for improving joint awareness, balance and neuromuscular properties that used by strength and conditioning professional at pre- and in season of training schedule for athletes.^{5,6} Plyometric training is a form of training techniques which used by athletes in all types of sports to increase performance adaptations.⁷ Plyometrics consists of a rapid stretching of a muscle (eccentric action) immediately followed by a concentric or shortening action of the same muscle.⁷ The stored elastic energy within the muscle is used to produce more force than can be provided by a concentric action alone.⁷

Although, with review in literature, plyometric training could be an effective training method for enhancing balance and postural control in athletes,^{5,6} the acute effects of plyometric training on

postural control are poorly understood. Deficits in postural control after several fatigue protocols (i.e., running and resistance exercise) has been supported by previous authors,⁸⁻¹⁴ but the influence of plyometric exercise on balance performance is not clear. To the authors' knowledge, only Twist et al.¹⁵ examined the influence of 200 countermovement jump plyometric exercise on unilateral balance performance by using the Biodex Stabiliometer and found deficits at 24 h post exercise. Since, plyometric training can be used in some sport teams (i.e., volleyball) and those athletes perform plyometric training for increasing muscle explosiveness, determining the acute effects of plyometric exercise on balance and postural control is vital.

Compared with previous study that used Biodex Stabiliometer to analyze balance changes after plyometric exercise,¹⁵ Gribble et al.¹⁶ reported that Star Excursion Balance Test (SEBT) should be considered a highly representative, noninstrumented dynamic balance test for physically active individual. The SEBT has been shown to be a reliable measure and has validity as a dynamic balance test to predict risk of lower extremity injury, to identify dynamic balance deficits in patients with a variety of lower extremity conditions, and to be responsive to training programmes in both healthy people and people with injuries to the lower extremity and this note have been confirmed by clinicians and researchers that employed the SEBT for the lower extremity functional test.

With regard to importance of plyometric training on athletes training schedule and highly representative of SEBT to determine the deficits in postural control, no study has focused on the analysis of a specific plyometric exercise programme on postural control performance in volleyball players. Therefore, the aim of this study was to examine the effects of plyometric type neuromuscular exercise on postural control (SEBT) in volleyball players. It was hypothesized that a session of plyometric exercise would impair

postural control performance and would induce reduction of joint awareness in volleyball players.

Methods

Participants

Ten national level young male volleyball players (age 19 ± 1.5 years, height 181.6 ± 12.7 cm, weight 69.5 ± 10.8 kg and training age 4.1 ± 0.7 years) volunteered for the study. Athletes were free from lower extremity injury for at least 6 months prior to testing, have no history of hip, knee or ankle surgery and participated in a minimum of 2 h volleyball training four times a week. All athletes signed an informed consent form and the study was approved by the University Research and Ethics Committee.

Design

Athletes reported to the laboratory at 4:00 PM. On entering the laboratory, height (cm), body mass (kg), and training age (year) were measured in each subject. Body mass was obtained to the nearest 0.1 kg using an electronic scale (Tanita, BC-418MA, Tokyo, Japan). Height was measured to the nearest 0.1 cm using a stadiometer (Seca 222, Terre Haute, IN). The athletes were familiarized with the testing and plyometric exercise protocols in this session. Each player was instructed and verbally encouraged to give a maximal effort during all plyometric exercises and testing. A standardized warm-up, consisting of jogging, dynamic stretching, and then a series of increasing intensity sprints, was performed before initiation of study. Before and after plyometric treatment, each volleyball player performed SEBT to determine postural control changes.

Postural control assessment

In this study the Star Excursion Balance Test (SEBT) was used for the postural control assessment because Gribble et al.¹⁶ reported highly representative, noninstrumented dynamic balance test to assess postural control. The SEBT was performed as described by Robinson and Gribble.¹⁷ Participants stood in the middle of a grid laid on the floor with 8 lines extending at 45° angles from the centre of the grid, each of which is labelled according to the direction of excursion in relation to the standing leg: anterior (A), anteromedial (AM), medial (M), posteromedial (PM), posterior (P), posterolateral (PL), and lateral (L) anterolateral (AL). Participants undertook the testing barefoot, with foot position controlled by aligning the heel with the centre of the grid and great toe with the anteriorly projected line. Participants were asked to maintain a single-leg stance on the test leg whilst reaching the opposite leg to touch as far as possible along the chosen line with the most distal part of their foot. The foot was only allowed to touch lightly so as not to aid balance. The athlete then returned to bilateral stance. The point at which the subject touched was marked by the examiner and measured manually using a measuring tape. The same investigator measured all participants, and marks were erased after each trial.

For a trial to be successful the participants hands had to remain on their hips, the reach leg could not provide support upon touching down, the heel of the stance leg had to remain in its position in the centre of the grid and not lift from the ground and balance had to be maintained. Each athlete performed six trials in each direction for familiarization of testing and then performed three reaching trials with one leg before switching to the other leg with 30 s recovery allowed between them. The best score in between three trials was chosen for further analysis. This approach allowed for the effect of repeated trials to be examined to determine whether a learning

Table 1

Pre to post changes in postural control performance. Values are mean \pm standard deviation.

Reaching directions	Pre	Post	Pre-to-post p value
Anterior (cm)	82 \pm 5.7	81.3 \pm 4.6	0.697
Anteromedial (cm)	88 \pm 4.9	87.6 \pm 5.4	0.758
Medial (cm)	91 \pm 4.5	87.8 \pm 4.9*	0.05
Posteromedial (cm)	92.8 \pm 6	89.1 \pm 4.2	0.24
Posterior (cm)	92 \pm 5.8	91.6 \pm 6.8	0.90
Posterolateral (cm)	85.6 \pm 8.7	84.8 \pm 6.4	0.534
Lateral (cm)	80 \pm 6.6	78.1 \pm 5.3	0.368
Anterolateral (cm)	72.5 \pm 4.9	71 \pm 3.7	0.486

* Significant differences compared with pre value ($p \leq 0.05$).

effect was present and decreases the fatigue induced by direction trials.

Normalizing SEBT data

Athlete's legs were measured from the anterior superior iliac spine to the distal tip of the medial malleolus using a standard tape measure while participants lay supine. Leg length was used to normalize excursion distances by dividing the distance reached by leg length then multiplying by 100.¹⁸

Treatment

Volleyball players performed squat jump, broad jump, tuck jump with knee to chest, and depth jump from 45-cm box high four sets with ten repetitions, respectively. There were 60 and 90 s rest between sets and exercises, respectively. This type and repetition of plyometric intervention is common in volleyball players.⁷ The athletes were instructed to perform each jump with maximal effort and minimal contact on land. All exercises were supervised by strength and conditioning specialist and author.

Statistical analysis

Descriptive statistics [mean \pm standard deviation (SD)] for the SEBT values were calculated. To determine the effect of plyometric intervention on postural control changes a two times (pre and post) for eight directions (A, AM, M, PM, P, PL, L, AL), ANOVA was applied. When a significant *F* value was achieved, Tukey post hoc procedures were performed to locate the pairwise differences between the means. The effect sizes (ESs) were calculated using Cohen's *d*. The level of significance was set at $p \leq 0.05$.

Results

The results of this study indicated that a session of plyometric exercise induced significant decrease in reaching direction for the M ($p = 0.05$); however changes in other reaching directions were no statistically significant ($p > 0.05$) (Table 1). With comparing the % of changes in between directions, there were significant differences between them. The greater changes were observed in the M, P and AL directions and these differences were maintained compared with AM and PM, respectively ($p \leq 0.05$). Fig. 1 shows differences in % of change and ES in between reaching directions.

Discussion

The aim of this study was to examine the influence of a session of plyometric type neuromuscular exercise on postural control changes which assessed by SEBT. The results indicated that plyometric intervention induced deficits in balance. The impairments in postural control were greater in M, P and AL directions in volleyball

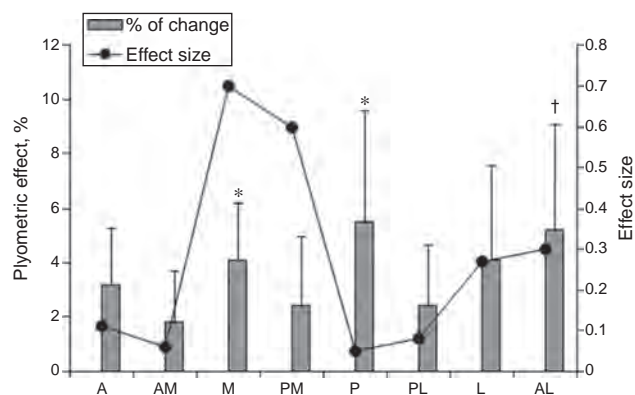


Fig. 1. Plyometric effect (%) and effect size in reaching directions for the volleyball players. A; anterior, AM; anteromedial, AL; anterolateral, M; medial, L; lateral, P; posterior, PM; posteromedial, PL; posterolateral. *Significant differences compared with AM direction ($p \leq 0.05$). †Significant differences compared with PM direction ($p \leq 0.05$).

players. In accordance with these findings, some studies reported impairments of postural control after different exercises. For example, Crowell et al.⁸ investigated postural stability after exercise protocol including squat jumps, sprints, and treadmill running in male and female club-sport athletes. Differences between baseline and post exercise balance were observed, leading to the conclusion that any decrease in performance on the postural control might be attributed to the fatigue that had occurred in the lower extremity. Similarly, Wilkins et al.⁹ examined the effects of a 20 min exercise, including a 5 min moderate jog, 3 min of sprints, 2 min of push-ups, 2 min of sit-ups, 3 min of step-ups, 3 min of sprints, and a 2-min run on balance performance in NCAA Division I collegiate athletes. Total errors increased from pretest to posttest in the exercise group. It appears that a contribution of both central (i.e., changes in force perception by the brain) and peripheral mechanisms (i.e., disruption to extrafusal and intramuscular fibres) might play a role in exacerbating balance performance. Several studies have alluded to the possibility that muscle spindles and Golgi tendon organs become desensitized as a result of fatiguing¹⁹ or eccentric exercise.^{20,21} Therefore, given the significance of these intramuscular receptors in controlling joint movement and position, it is plausible that the plyometric exercise could have potentially led to changes in afferent receptor activity, which resulted in reduction of balance performance.

It seems that the main reason for decreasing balance performance becomes plyometric-induced muscle fatigue. Due to the fact the muscular fatigue decreases the neural transmission velocity,²² maybe the ability in creating efficient compensatory contractions around the joint is reduced, resulting in a loss of the neuromuscular control and decreases in reaching directions. But no physiological and neural assessments were made and this is only a speculative statement. In the literature, the negative effects of fatigue protocols (i.e., cycle ergometer, aerobic and anaerobic exercise) on postural control deficits have been supported.^{8,9} Indeed, several studies have demonstrated that muscle fatigue can impair joint proprioception.^{10–13} It has been suggested that impaired proprioception can delay stabilizing muscle activation, leading to decrements in postural control.¹⁴

In this study, muscle fatigue could not be separated because of the plyometric exercises involved hip, knee and ankle muscles and the effects of each muscle groups on balance performance could not determine. However, there were available data about the local muscle fatigue and postural control deficits. Gribble and Hertel²³ reported that fatigue at the knee caused greater postural sway than fatigue at the ankle during unipedal stance. Bellew and Fenter²⁴

examined the effects of muscle fatigue at the ankle and knee on balance using three different clinical tests. Their results indicated that postural control, as measured using the lower-extremity reach test, decreased significantly only after knee fatigue, while postural control measured with the single-limb stance time test was significantly reduced only after ankle fatigue.

In the present study, it seems that knee fatigue occurred because the most jump and plyometrics which used in this protocol involved knee extensor muscles. The results have shown a deterioration in the reflection sensitivity after the fatigue, and they suggest that the modulation of the neural input to the muscle has at least partial reflective origin in the contracted muscles, and the decreasing muscular rigidity that followed the decreasing reflection sensitivity, and such lower rigidity may induce deficits in joint awareness and consequently decreases in reaching directions and postural control deficits.²⁵ According to the results found in the present paper, the neuromuscular control is partially compromised with the fatigue onset, and this can be a predisposing factor to future injuries and it is better that strength and conditioning in the field of volleyball did not perform other type of landing exercise in plyometric training session and separate plyometric training with regular volleyball training to reduce probability of lower extremity injuries.

From a practical point of view, it must be considered that a session of plyometric exercise tends to decrease balance and postural control performance of volleyball players. The reduction in neuromuscular control (i.e., SEBT) was possibly attributed to a complex interaction of central and peripheral mechanisms, although this study was unable to distinguish the precise contribution of each and further studies are necessary for this subject. Overall, the findings have implications for coaches and athletes who should be conscious of the use of skill-based activities and for increased injury risk following plyometric training.

Conflicts of interest

The author has no conflicts of interest to declare.

References

1. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med.* 2011;45:596–606.
2. Oiestad BE, Holm I, Aune AK, Gunderson R, Myklebust G, Engebretsen L, et al. Knee function and prevalence of knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study with 10 to 15 years of follow-up. *Am J Sports Med.* 2010;38:2201–10.
3. Toth AP, Cordasco FA. Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. *J Gend Specif Med.* 2001;4:25–34.
4. McGuire TA, Greene JJ, Best T, Leverson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med.* 2000;10:239–44.
5. Arazi H, Asadi A. The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *J Hum Sport Exerc.* 2011;6:101–11.
6. Asadi A, Saez de Villarreal E, Arazi H. The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players. *J Strength Cond Res.* 2015;29:1870–5.
7. Chu DA, Myer G. *Plyometrics.* Champaign, IL: Human Kinetics; 2013.
8. Crowell DH, Guskiewicz KM, Prentice WE, Onate JA. The effect of fatigue on postural stability and neuropsychological function. *J Athl Train.* 2001;36 Suppl. 2:S31–3 [abstract].
9. Wilkins JC, Valovich McLeod TC, Perrin DH, Gansneder BM. Performance on the Balance Error Scoring System decreases after fatigue. *J Athl Train.* 2004;39:156–61.
10. Voight ML, Hardin JA, Blackburn TA, Tippet S, Canner GC. The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;23:348–52.
11. Lattanzio P, Petrella RJ, Sproule JR, Fowler PJ. Effects of fatigue on knee proprioception. *Clin J Sport Med.* 1997;7:22–7.
12. Pedersen J, Lönn J, Hellström F, Djupsjöbacka M, Johansson H. Localized muscle fatigue decreases the acuity of the movement sense in the human shoulder. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:1047–52.

13. Taimela S, Kankaanpää M, Luoto S. The effect of lumbar fatigue on the ability to sense a change in lumbar position. *Spine*. 1999;24:1322–7.
14. Davidson BS, Madigan ML, Nussbaum MA. Effects of lumbar extensor fatigue and fatigue rate on postural sway. *Eur J Appl Physiol*. 2004;93:183–9.
15. Twist C, Gleeson N, Eston R. The effects of plyometric exercise on unilateral balance performance. *J Sports Sci*. 2008;1–8.
16. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural control deficits and outcomes in lower extremity injury. A literature and systematic review. *J Athl Train*. 2012;47:339–57.
17. Robinson RH, Gribble PA. Support for a reduction in the number of trials needed for the star excursion balance test. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89:364–70.
18. Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. *Meas Phys Educ Exerc Sci*. 2003;7:89–100.
19. Johnston RB, Howard ME, Cawley PW, Losse GM. Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30:1703–7.
20. Brockett CL, Morgan DL, Gregory JE, Proske U. Damage in different types of motor units following repeated active lengthening of the medial gastrocnemius muscle of the cat. *J Appl Physiol*. 2002;92:1104–10.
21. Saxton JM, Clarkson PM, James R, Miles M, Westerfer SC, Donnelly AE. Neuromuscular dysfunction following eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27:1185–93.
22. Mercer TH, Gleeson P, Claridge S, Clement S. Prolonged intermittent high intensity exercise impairs neuromuscular performance of the knee flexors. *Eur J Appl Physiol*. 1998;77:560–2.
23. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85:589–92.
24. Bellew JW, Fenter PC. Control of balance differs after knee or ankle fatigue in older women. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87:1486–9.
25. Avela J, Komi PV. Reduced stretch reflex sensitivity and muscle stiffness after long-lasting stretch-shortening cycle exercise in humans. *Eur J Appl Physiol*. 1998;78:403–10.



Original

Prevalência de fatores de risco coronariano em praticantes de futebol recreacional



P.H.G. Gomides^a, O.C. Moreira^{a,*}, R.A.R. Oliveira^b, D.G. Matos^c e C.E.P. Oliveira^b

^a Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal, Florestal, Minas Gerais, Brasil

^b Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

^c Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde, Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 1 de abril de 2014

Aceite a 20 de outubro de 2014

Palavras-chave:

Saúde

Doenças cardiovasculares

Fatores de risco

Futebol

R E S U M O

Objetivo: Verificar a prevalência dos fatores de risco coronariano em praticantes de futebol recreacional e comparar o risco coronariano de acordo com a faixa etária.

Métodos: Avaliaram-se 201 homens que praticavam futebol recreacionalmente, com idade média de 25.3 ± 6.0 anos. Todos responderam ao questionário RISKO, que é um questionário contendo 8 fatores de risco, sendo o risco coronariano representado pela soma dos escores obtidos nos 8 fatores de risco. O tratamento estatístico constou da exploração descritiva e da ANOVA *oneway*, com *post hoc* Tuckey, para comparação entre as faixas etárias. Adotou-se um nível de significância de $p < 0.05$.

Resultados: O escore médio de risco coronariano encontrado foi de 18.22 ± 3.49 pontos (12-29 pontos), classificado como risco médio. Em relação às faixas etárias o risco coronariano médio obtido foi de: 16.58 ± 3.11 pontos para os indivíduos entre 18-20 anos; 18.21 ± 3.08 pontos para aqueles entre 21-30 anos; 20.58 ± 3.89 pontos para os sujeitos entre 31-40 anos; e 21.00 ± 4.53 para aqueles com idade superior a 40 anos. Em relação a cada fator de risco isoladamente, as prevalências observadas, em ordem decrescente, foram: excesso de peso (44.78%), sedentarismo (38.31%), hipercolesterolemia (24.38%), tabagismo (17.41%), hereditariedade (12.94%) e hipertensão (8.46%).

Conclusão: Os fatores de risco coronariano mais prevalentes nos praticantes de futebol recreacional foram o excesso de peso, o sedentarismo e a hipercolesterolemia, apresentando classificação de risco médio e crescimento com o aumento da idade, sobretudo após os 31 anos.

© 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/>).

Prevalencia de factores de riesgo coronario en jugadores recreacionales de fútbol

R E S U M E N

Objetivo: Investigar la prevalencia de factores de riesgo coronario en jugadores recreacionales de fútbol y comparar el riesgo coronario según grupo de edad.

Métodos: Se evaluaron 201 hombres que practicaban fútbol de forma recreativa, con edad media de 25.3 ± 6.0 años. Todos respondieron el cuestionario RISKO, que contiene 8 factores de riesgo y representándose el riesgo coronario por la suma de las puntuaciones obtenidas en los 8 factores. El análisis estadístico incluyó descripción de los datos y ANOVA *one way*, con *post hoc* Tukey, para comparaciones entre grupos de edad, con nivel de significación de $p < 0.05$.

Resultados: Se encontró una media de puntuación de riesgo coronario de 18.22 ± 3.49 puntos (12-29 puntos), que se clasifica como riesgo medio. En cuanto a grupos de edad el riesgo coronario reportado fue de 16.58 ± 3.11 puntos para los individuos del grupo 18-20 años, 18.21 ± 3.08 puntos para 21-30 años, 20.58 ± 3.89 puntos para 31-40 años, y 21.00 ± 4.53 para los mayores de 40 años. Para cada factor de riesgo, la prevalencia observada, en orden descendente, fue: sobrepeso (44.78%), inactividad física (38.31%), hipercolesterolemia (24.38%), tabaquismo (17.41%), herencia (12.94%) e hipertensión (8.46%).

Palabras clave:

Salud

Enfermedad cardiovascular

Factores de riesgo

Fútbol

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: osvaldo.moreira@ufv.br (O.C. Moreira).

Conclusión: Los factores de riesgo coronario de mayor prevalencia en los jugadores recreacionales de fútbol fueron la inactividad física, el sobrepeso y la hipercolesterolemia, con una clasificación de riesgo medio y con aumento del riesgo con la edad, especialmente después de 31 años.

© 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/>).

Prevalence of coronary risk factors in recreational soccer players

A B S T R A C T

Keywords:
Health
Cardiovascular diseases
Risk factors
Soccer

Objective: To determine the prevalence of coronary risk factors in recreational soccer players and compare the coronary risk according to age.

Methods: 201 men who practiced soccer recreationally were evaluated, with a mean age of 25.26 ± 5.96 years. All individuals answered the questionnaire RSKO, which is a questionnaire containing eight risk factors. The coronary risk is represented by the sum of the scores obtained in the eight risk factors. Statistical analysis consisted of descriptive exploration and one way ANOVA with post hoc Tukey, to compare coronary risk between age groups. We adopted a significance level of $p < 0.05$.

Results: The mean coronary risk was 18.22 ± 3.49 points (12–29 points), classified as medium risk. Regarding age groups the mean coronary risk obtained was: 16.58 ± 3.11 points for individuals between 18 and 20 years; 18.21 ± 3.08 points for those between 21 and 30 years, 20.58 ± 3.89 points for subjects between 31 and 40 years, and 21.00 ± 4.53 for those aged over 40 years. For each risk factor, the prevalence observed in descending order, was: overweight (44.78%), physical inactivity (38.31%), hypercholesterolemia (24.38%), smoking (17.41%), inheritance (12.94%) and hypertension (8.46%).

Conclusion: The coronary risk factors more prevalent in recreational soccer players were overweight, physical inactivity and hypercholesterolemia, showing increased with increasing age, especially after 31 years.

© 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

As doenças cardiovasculares (DCV) são a maior causa de morbidade e mortalidade na população adulta mundial¹. No Brasil, elas respondem por aproximadamente 32% das mortes em adultos, sendo esta a maior taxa de morte por doenças cerebrovasculares entre países americanos².

Especificamente em praticantes recreacionais de futebol, a estratificação dos fatores de risco para DCV se torna importante por ser esta a modalidade esportiva mais praticada entre homens acima de 18 anos³, com alta incidência de morte súbita em decorrência do esforço físico⁴ e pela maioria dos praticantes desconhecerem seu estado de saúde⁵. Além disso, nota-se que a prevalência dos fatores de risco coronariano, sobretudo do sedentarismo, aumenta com o avançar da idade⁶, denotando a necessidade de intervenção precoce, para minimizar os agravos à saúde cardiovascular que podem ser desencadeados pela prevalência de um ou mais fatores de risco.

A incidência de morte súbita é muito baixa, porém a repercussão que isso reflete na mídia gera grande impacto na sociedade, por acometer adultos aparentemente saudáveis e jovens atletas profissionais. Isso porque atletas sempre foram tidos como modelos de saúde, proporcionada pela vida regrada, prática de exercícios físicos regulares e alimentação balanceada⁷.

A maior proporção de mortes súbitas no futebol está atribuída ao grande número de praticantes desta modalidade e ao seu perfil vigoroso, que gera intensa sobrecarga cardiovascular. Contudo, uma avaliação prévia do risco coronariano poderia identificar problemas cardíacos nesta população⁸. Nesse sentido, a realização de uma estratificação dos possíveis fatores de risco presentes no indivíduo pode minimizar os riscos para a saúde com a prática da atividade física⁹.

Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a prevalência dos fatores de risco coronariano em praticantes de futebol recreacional e comparar o risco de acordo com a faixa etária.

Método

Amostra

Foi elaborado um estudo observacional de corte transversal, no ano de 2013, em amostra de praticantes de futebol recreacional, da cidade de Juatuba, interior do estado de Minas Gerais. O cálculo amostral foi realizado segundo Luchesa¹⁰, considerando-se uma população infinita, nível de confiança de 95%, erro máximo de 1% e proporção populacional de 56%⁸. Como forma de comprovação probabilística, foi necessária uma amostra mínima de 192 indivíduos. Considerando a possibilidade de perdas e recusas, o tamanho da amostra foi acrescido em 10%, buscando a garantia de que o mínimo de sujeitos para fazer parte do estudo fosse atingido. Nesse sentido, o tamanho mínimo da amostra deveria ser de 201 indivíduos.

Participaram do estudo 201 indivíduos adultos do sexo masculino, com idades entre 18–45 anos, selecionados de forma aleatória. A média de idade da amostra foi de 25.26 ± 5.96 anos. O grupo foi dividido de acordo com a faixa etária, como pode ser observado na [tabela 1](#), para fins de comparação do risco coronariano entre os indivíduos de diferentes faixas etárias. Como critério de inclusão, todos os avaliados deveriam praticar futebol recreacionalmente, no máximo, 3 vezes por semana e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos

Para a coleta de dados, utilizou-se o questionário RSKO, proposto pela *Michigan Heart Association* (MHA)¹¹. A forma de aplicação do questionário seguiu o padrão utilizado em outros estudos no Brasil^{8,12–15}. Este questionário avalia 8 fatores de risco, sendo eles: idade, hereditariedade, massa corporal, tabagismo, sedentarismo, hipercolesterolemia, hipertensão arterial e sexo. Cada fator de risco possui 6 opções de resposta, sendo que toda a resposta

Tabela 1
Distribuição dos praticantes de futebol recreacional, segundo faixa etária

Idade	Masculino		Idade (anos)*
	n	%	
10-20 anos	52	25.87	18.79 ± 1.04
21-30 anos	113	56.21	25.11 ± 2.64
31-40 anos	31	15.43	33.74 ± 2.39
>40 anos	5	2.49	43.60 ± 0.89

* Valores de idade expressos em média ± desvio-padrão.

equivale a um escore que representa o risco coronariano referente àquele fator. A soma das pontuações obtidas nas respostas aos 8 fatores de risco corresponde a um escore que representa o risco coronariano. Este escore de risco coronariano é classificado através de uma tabela formulada pela própria MHA¹¹, em que avalia o indivíduo como «bem abaixo da média», caso obtenha um escore menor que 11 pontos; «abaixo da média», caso tenha um escore entre 12-17 pontos; «risco médio», se tiver escore entre 18-24 pontos; «risco moderado», caso obtenha pontuação entre 25-31 pontos; «risco alto», com escore entre 32-40 pontos; e «risco muito alto», se tiver escore maior que 41 pontos.

O questionário foi aplicado individualmente, por um único avaliador. Os avaliados responderam ao questionário com a menor interferência possível do avaliador. Todas as questões foram respondidas por autorrelato. Sendo assim, todos os resultados de peso, exercício, colesterol e pressão arterial foram derivados de valores autodeclarados.

Foram adotados os seguintes critérios para consideração dos fatores como sendo de risco: idade, maior ou igual a 40 anos¹⁶; hereditariedade, ter pelo menos um parente de primeiro grau com DCV na família¹⁴; massa corporal, estar com mais de 3 quilos acima do peso padronizado¹³; tabagismo, fumar diária, semanal ou mensalmente nos últimos 12 meses¹⁷; comportamento sedentário, não possuir, nem esforço recreacional moderado¹⁸; colesterol, acima de 200 mg/dl¹⁹; e pressão arterial sistólica, maior ou igual a 140 mmHg¹⁹.

Todos os procedimentos de coleta de dados atenderam às Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde), tendo sido aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (of. n.º 187/2011/Comitê de Ética).

Tratamento estatístico

Os dados obtidos foram armazenados e analisados no programa Sigma Stat for Windows versão 3.00. Eles foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov. Procedeu-se, então, a análise descritiva e o teste de ANOVA *oneway*, com *post hoc* Tuckey, para comparação do risco coronariano entre os avaliados de diferentes faixas etárias, adotando-se como nível de significância estatística o valor de $p < 0.05$.

Resultados

Na totalidade da amostra, o escore médio de risco coronariano encontrado foi de 18.22 ± 3.49 pontos (12-29 pontos). Foram encontrados valores maiores nos indivíduos com idade superior a 40 anos, que obtiveram escore médio de 21.00 ± 4.53 pontos.

A média de pontuação está apresentada na [figura 1](#), bem como a comparação das médias por faixa etária. A distribuição percentual do risco coronariano no total de avaliados e por faixa etária encontra-se na [figura 2](#). Já na [figura 3](#), está disposta a prevalência de cada fator de risco coronariano.

Discussão

Os dados obtidos na amostra desse estudo apontam para classificação de «risco médio», para uma idade média de 25.3 ± 6.0 anos. Resultado semelhante foi encontrado em estudo realizado por Moura et al.¹² em praticantes de atividade aeróbica.

Apesar da amostra estudada se encontrar em uma classificação de risco médio, ainda assim, deve-se incentivar a mudança do estilo de vida como forma de prevenir o desenvolvimento de DCV, principalmente pela prática de atividades físicas regulares e também pela reeducação dos hábitos alimentares¹².

De acordo com os resultados apresentados na [figura 1](#), há um aumento do escore de risco de acordo com o aumento da idade. Essa tendência também foi observada por Hazar et al.¹³ em estudantes de educação física e por Sampaio et al.²⁰ em pacientes de uma unidade de estratégia saúde da família.

A elevação do risco coronariano acompanhando o aumento da idade pode associar-se a alterações genéticas oriundas do processo de envelhecimento, que possuem impacto negativo sobre alguns fatores como índice de massa corporal (IMC), pressão arterial, tolerância à glicose, capacidade cardiorrespiratória e nível de atividade física, aumentando a susceptibilidade a acidentes cardiovasculares⁶.

O percentual de classificação de risco coronariano nos avaliados do presente estudo apontou que não ocorreu nenhum caso de «alto risco» ou «risco muito alto», o que denota uma possível participação da prática de atividade física como agente redutor do risco coronariano¹². Sabe-se que a prática regular de atividade física está associada à prevenção e/ou aprimoramento da saúde⁹, podendo diminuir o risco de cardiopatias, por meio do aumento da eficácia no metabolismo de glicose, redução da gordura corporal e diminuição da pressão arterial²¹.

Dados da amostra estudada demonstram alta prevalência dos fatores de risco modificáveis, como o sobrepeso, sedentarismo, colesterol e tabagismo. Assim, é necessário reavaliar alguns hábitos de vida, que podem ser modificados no intuito de minimizar o impacto deles sobre o risco coronariano global e sobre a possibilidade de surgimento e/ou agravamento de alterações corporais e metabólicas responsáveis pelo aparecimento de DCV⁸.

Isoladamente, o sobrepeso foi o fator de risco prevalente, sendo encontrado em 44.78% da amostra. Esse resultado supera os encontrados por Hazar et al.¹³ (36.55%) em estudantes de educação física e por Moreira et al.¹⁴ (38.1%) em estudantes universitários. Como os participantes do presente estudo praticam futebol recreacional, no máximo 3 vezes por semana, sendo essa prática possivelmente desvinculada de outros tipos de exercício, a carga de exercício realizada pode não ser suficiente para provocar alterações metabólicas benéficas à saúde, como modificação dos níveis lipídicos, diminuição da pressão arterial e diminuição da gordura corporal, aumentando consequentemente o risco de morbimortalidade^{8,22}.

O segundo fator de risco prevalente, atingindo 38.31% da amostra, foi o sedentarismo. Esse valor foi relativamente baixo se comparado com outros estudos^{8,12,15,20,23}. O comportamento sedentário está associado à maior probabilidade de acúmulo de gordura corporal, potencializando complicações cardiovasculares oriundas dos efeitos desses 2 fatores em conjunto, sendo fatores determinantes para prever a probabilidade de ocorrência de infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral²⁴.

A hipercolesterolemia foi o terceiro fator mais prevalente, atingindo 24.38% da amostra. Dados da Sociedade Brasileira de Cardiologia¹⁹ demonstram que a hipercolesterolemia tem prevalência de 24.3% na região sul do Brasil, 21.5% na região nordeste, 21.2%, na região sudeste e 20% nas regiões norte e centro-oeste, o que permite inferir que os achados do presente estudo concordam com a realidade nacional.

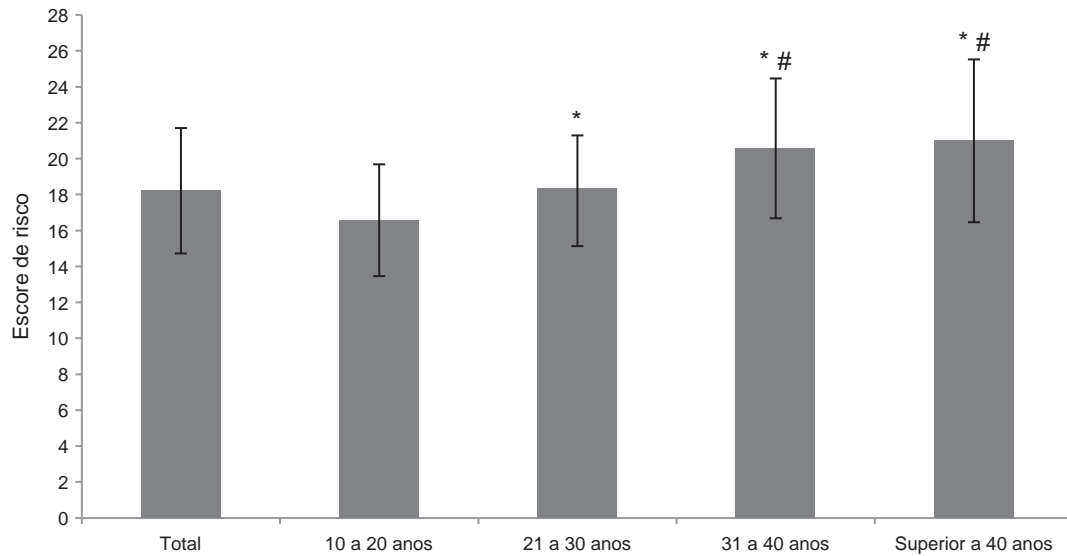


Figura 1. Comparação dos escores médios de risco coronariano nos praticantes de futebol recreacional, segundo a faixa etária. *: $p < 0.05$ em comparação com o grupo etário 10-20 anos; #: $p < 0.05$ em comparação com o grupo etário 21-30 anos.

Fatores genéticos, dieta, atividade física, porcentagem de gordura corporal e sua distribuição, estresse, idade e outros fatores podem determinar a elevação ou não do colesterol²⁵. Assim, é importante implementar medidas de modificação do estilo de vida para auxiliar na redução desses níveis.

A principal repercussão do presente trabalho se encontra no fato de ter realizado uma avaliação prévia do risco coronariano em um grupo de praticantes de futebol recreacional e, com isso, identificado os fatores de risco cardiovasculares mais prevalentes nesses indivíduos. Não obstante, a partir dessa estratificação do risco cardiovascular e do *feedback* gerado para os avaliados, por meio da indicação da necessidade de uma avaliação clínica naqueles sujeitos que apresentaram risco cardiovascular mais pronunciado, acreditava-se que foi possível minimizar os riscos à saúde gerados a partir da somatória do estresse físico ocasionado pela prática do futebol com um elevado risco cardiovascular, que poderia possibilitar a ocorrência de eventos cardiovasculares agudos, como a morte súbita. Além

disso, este trabalho aponta para o desconhecimento das condições de saúde dos praticantes de futebol recreacional e para a necessidade da realização de uma avaliação pré-participação, antes que estes indivíduos se submetam a esforços físicos, intermitentes e de alta intensidade, como é o caso do futebol, para que essa prática física não incorra em risco para a saúde dos mesmos.

O fator limitante encontrado se refere ao instrumento de coleta de dados. Pesquisas com questionário possuem caráter subjetivo, visto que os valores podem ter sofrido influência do desconhecimento do estado de saúde por parte dos entrevistados, sendo respeitada a opinião individual durante a coleta de dados. Todavia, os questionários podem ser uma estratégia rápida e de baixo custo para uma avaliação prévia que auxilie no conhecimento dos fatores que implicam riscos e para o estabelecimento de ações preventivas.

Em conclusão, o risco coronariano dos praticantes de futebol recreacional avaliados apresentou classificação de risco médio, com crescimento significativo após os 31 anos. Além disso, os fatores de

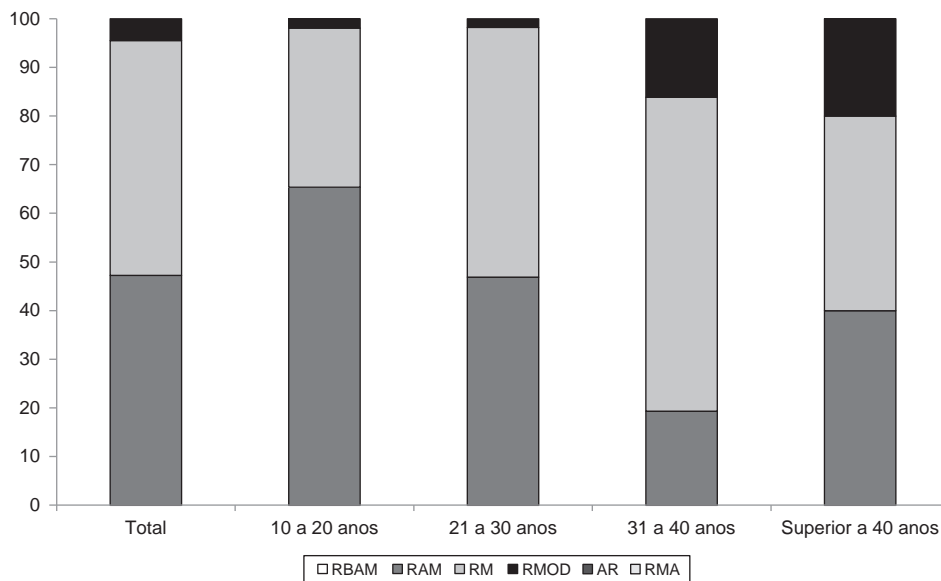


Figura 2. Distribuição percentual do risco coronariano nos praticantes de futebol recreacional, de acordo com a faixa etária. AR: alto risco; RAM: risco abaixo da média; RBAM: risco bem abaixo da média; RM: risco médio; RMA: risco muito alto; RMOD: risco moderado.

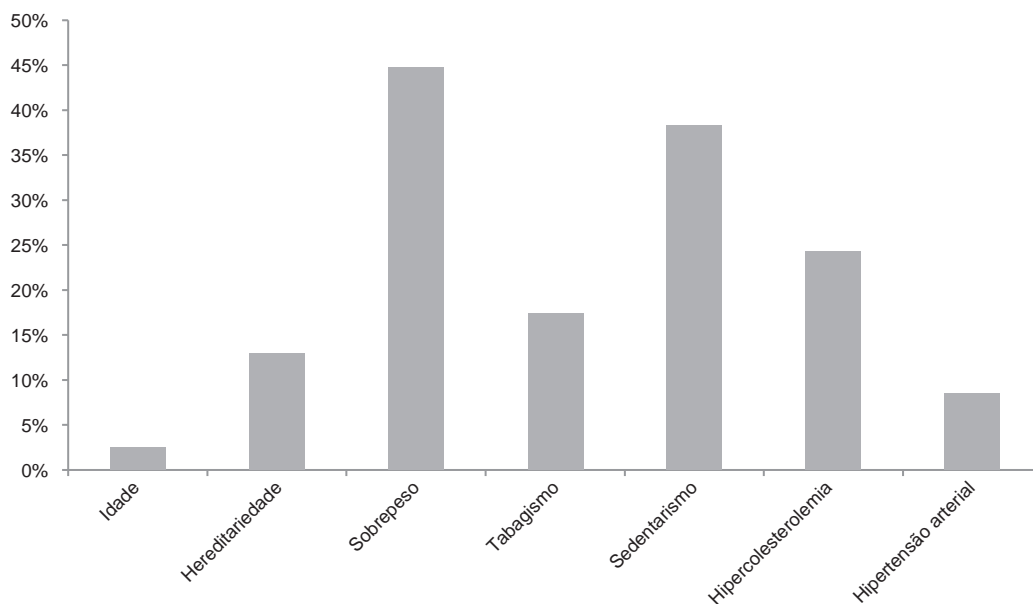


Figura 3. Prevalência de cada fator de risco coronariano nos praticantes de futebol recreacional.

risco mais prevalentes nos avaliados foram o excesso de peso, o sedentarismo e a hipercolesterolemia.

Desta forma, para a amostra avaliada, seria interessante a realização de avaliação pré-participação mais aguda e criteriosa, no intuito de minimizar a possibilidade de participação dos fatores de risco cardiovasculares presentes nesses indivíduos e do estresse físico advindo da prática recreacional do futebol, como possíveis mecanismos desencadeadores de eventos cardiovasculares.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

Ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação pela concessão da bolsa do Programa de Educação Tutorial (PET) – Educação da Universidade Federal de Viçosa – *Campus Florestal*.

Bibliografia

1. Claes N, Jacobs N, Clays E, Schrooten W, de Bourdeaudhuij I. Comparing the effectiveness of two cardiovascular prevention programs for highly educated professionals in general practice: A randomised clinical trial. *BMC Cardiovasc Disord.* 2013;13:38.
2. Brasil, Ministério da Saúde ELSA Brasil: maior estudo epidemiológico da América Latina. *Rev Saúde Pública.* 2009;43:1–2.
3. Malta DC, Moura EC, Castro AM, Cruz DKA, Morais Neto OL, Monteiro CA. Padrão de atividade física em adultos brasileiros: resultados de um inquérito por entrevistas telefônicas, 2006. *Epidemiol Serv Saúde.* 2009;18:7–16.
4. Kramer EB, Botha M, Drezner J, Abdelrahman Y, Dvorak J. Practical management of sudden cardiac arrest on the football field. *Br J Sports Med.* 2012;46:1094–6.
5. Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: Morte súbita no exercício e no esporte. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11:S1–8.
6. Hjelmberg JV, Fagnani C, Silventoinen K, McGue M, Korkeila M, Christensen K, et al. Genetic influences on growth traits of BMI: A longitudinal study of adult twins. *Obesity.* 2008;16:847–52.
7. Zunino BAE, Pereira MC, Dias M, Souza CA, Tavares MGS. Fatores de risco cardiovascular e risco de morte súbita em praticantes de futebol recreativo. *Fisi Senectus.* 2013;2:15–23, 1.
8. Moreira DG, Rocha MC, Amorim PRS, Marins JCB. Risco coronariano em praticantes de futebol recreativo. *HU Rev.* 2011;37:191–7.
9. Lopes PRNR, Moreira OC, Oliveira RAR, Marins JCB. Prontidão para a prática de atividade física em estudantes participantes de um torneio universitário. *R Bras Ciênc Mov.* 2013;21:132–8.
10. Luchesa CJ. Cálculo do tamanho da amostra nas pesquisas em administração. Curitiba: Edição do autor; 2011.
11. Michigan Heart Association (MHA). RISK0. *Lancet.* 1973;2:243–4.
12. Moura BP, Moreira OC, Nunes N, Marins JCB. Prevalência de fatores de risco coronarianos em praticantes de atividades aeróbicas no campus da Universidade Federal de Viçosa - MG. *Arq Ciênc Saúde UNIPAR.* 2008;12:213–9.
13. Hazar M, Moreira OC, Carneiro Júnior MA, Teodoro BG, Oliveira CEP. Determinação da prevalência de fatores de risco coronariano em estudantes de Educação Física de uma faculdade privada de Minas Gerais. *R Bras Ci e Mov.* 2010;18:58–66.
14. Moreira OC, Costa AE, Oliveira CEP, Oliveira RAR, Brito ISS. Fatores de risco coronariano em estudantes de uma universidade privada. *R Bras Ci e Mov.* 2011;19:61–9.
15. Moreira OC, Oliveira CEP, Marins JCB. Diagnóstico primário de fatores de risco coronarianos em professores e técnicos administrativos do Centro de Ciências Agrárias da UFV. *Lecturas Educación Física y Deportes [revista online].* 2008 [consultado 24 Ago 2015];13:1-8. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/>
16. Moreira OC, Oliveira RAR, Neto Andrade F, Amorim W, Oliveira CEP, Doimo LA, et al. Associação entre risco cardiovascular e hipertensão arterial em professores universitários. *Rev Bras Educ Fis Esporte.* 2011;25:397–406.
17. Rodríguez MA, Pineda SA, Vélez LF. Características del consumo de tabaco en estudiantes de enfermería de la Universidad de Antioquia (Colombia). *Invest Educ Enferm.* 2010;28:370–83.
18. American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:1334–59.
19. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Atlas Corações do Brasil. 2005. [consultado 3 Mar 2014]. Disponível em: <http://prevencao.cardiol.br/campanhas/coracoesdobrasil/atlas/default.asp>
20. Sampaio MR, Melo MBO, Wanderley MAS. Estratificação do risco cardiovascular global em pacientes atendidos numa Unidade de Saúde da Família (USF) de Maceió, Alagoas. *Rev Bras Cardiol.* 2010;23:47–56.
21. Organização Pan-Americana da Saúde. Doenças crônico-degenerativas e obesidade: estratégia mundial sobre alimentação saudável, atividade física e saúde. Brasília; 2003.
22. Gomes F, Telo DF, Souza HP, Nicolau JC, Halpern A, Serrano Júnior CV. Obesidade e doença arterial coronariana: papel da inflamação vascular. *Arq Bras Cardiol.* 2010;94:273–9.
23. Martins MCC, Ricarte IF, Rocha CHL, Maia RB, Silva VB, Veras AB, et al. Pressão arterial, excesso de peso e nível de atividade física em estudantes de universidade pública. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95:192–9.
24. Vatten LJ, Nilsen TI, Romundstad PR, Drøyvoid WB, Holmen J. Adiposity and physical activity as predictors of cardiovascular mortality. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2006;13:909–15.
25. Coughlan BJ, Sorrentino MJ. Does hypertriglyceridemia increase risk for CAD? Growing evidence suggests it plays a role. *Postgrad Med.* 2000;108:77–84.

Revisión

Aportaciones sobre la eficacia del método Pilates en la fuerza, el equilibrio y el riesgo de caídas de personas mayores



D. Reche-Orenes* y M. Carrasco

Universidad Católica de San Antonio de Murcia (UCAM), Murcia, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 21 de mayo de 2015

Aceptado el 28 de septiembre de 2015

Palabras clave:

Ejercicio funcional

Core

Condición física

Envejecimiento

R E S U M E N

Objetivo: Recopilar, resumir y comparar la evidencia científica sobre la eficacia del método Pilates en la fuerza, el equilibrio y las caídas en personas mayores.

Método: Búsqueda acotada entre 2004 y 2014. Bases de datos: Medline, PubMed, Web of Knowledge, OVID, ScienceDirect y Academic Search Premier. La calidad metodológica se determinó con la escala PEDro.

Resultados: En cuatro estudios se midió la fuerza y solo uno mejoró significativamente la fuerza isométrica de cadera. En nueve estudios se midió el equilibrio estático y dinámico, con resultados positivos en ocho de ellos. De estos, cinco estudios encuentran relación entre el equilibrio y la disminución del riesgo de caídas.

Conclusiones: El método Pilates es eficaz para mejorar la fuerza isométrica de cadera y el equilibrio en personas mayores, reduciendo el riesgo de caídas. No existen evidencias suficientes para determinar si la fuerza del core tiene que ver con el equilibrio y las caídas.

© 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/>).

Contributions on the effectiveness of the Pilates method in strength, balance and risk of falls in elderly people

A B S T R A C T

Objective: Collect, summarize and compare the scientific evidence on the effectiveness of the Pilates method in strength, balance and falls in older people.

Method: Search limited between 2004 and 2014. Databases: Medline, PubMed, Web of Knowledge, OVID, ScienceDirect and Academic Search Premier. The methodological quality was determined by the PEDro scale.

Results: Four studies measured the force and only one found significant improvements in isometric hip strength. In nine studies the static and dynamic balance was measured, showing positive results in eight of them. Of these, five studies are relationship between balance and reducing risk of falls.

Conclusions: The Pilates method is effective for improving the isometric hip strength and balance in older people, reducing the risk of falls. There is insufficient evidence to determine whether the strength of the core has to do with balance and falls.

© 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:

Functional exercise

Core

Fitness

Aging

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: delia.reche@gmail.com (D. Reche-Orenes).

Contribuições sobre a eficácia do método Pilates na força, equilíbrio e risco de quedas em pessoas idosas

R E S U M O

Palavras-chave:
Exercício funcional
Core
Condição física
Envelhecimento

Objetivo: Coletar, resumir e comparar as evidências científicas sobre a eficácia do método Pilates na força, equilíbrio e risco de quedas em pessoas idosas.

Método: Pesquisa foi delimitada entre 2004-2014. Bancos de dados: Medline, PubMed, Web of Knowledge, OVID, ScienceDirect e Academic Search Premier. A qualidade metodológica foi determinada pela escala PEDro.

Resultados: Quatro estudos mediram a força e apenas um melhorou significativamente a força isométrica do quadril. Em 9 estudos, foi medido o equilíbrio estático e dinâmico, com resultados positivos em 8 deles. Destes, 5 encontraram relação entre o equilíbrio e redução do risco de quedas.

Conclusões: O método Pilates é eficaz para melhorar a força isométrica e do quadril, e o equilíbrio em pessoas mais velhas, reduzindo o risco de quedas. Não há evidência suficiente para determinar se a força do core tem a ver com o equilíbrio e o risco de quedas.

© 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

Con la edad, el organismo de los seres humanos experimenta el deterioro de la función neuromuscular y la masa muscular^{1,2}, lo que contribuye a un desorden del equilibrio, provocando que las caídas sean comunes en personas mayores³. En España la incidencia de personas que sufren caídas en la comunidad es del 30-35%⁴, con mayor frecuencia de episodios en mujeres que en hombres, motivadas en muchos casos por la disminución de la función física y el equilibrio. Las caídas son una causa importante y frecuente de lesiones en las personas de avanzada edad y originan un alto número de consultas médicas⁵, por lo que es necesario un programa de intervención multidisciplinar que desarrolle medidas preventivas eficaces para conseguir un envejecimiento saludable de la población, preservando la fuerza y el equilibrio.

Entre los 30 y los 80 años la pérdida de fuerza es más evidente en el tren inferior y la espalda⁶⁻⁸, produciéndose la mayoría de las caídas durante la caminata. Esto ha motivado que la investigación se haya centrado en comprobar que potenciar la musculatura del tren inferior produce resultados positivos en el equilibrio y previene caídas en personas mayores⁹⁻¹¹. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que la activación muscular^{12,13} y la fuerza de extensión de tronco^{14,15} tienen mucho que ver con el equilibrio estático y dinámico, y el riesgo de caídas.

En la actualidad, el método Pilates (MP) es una forma de ejercicio físico que está adquiriendo gran popularidad. Este se basa en la mejora del funcionamiento fisiológico a través de la respiración, y el trabajo del core y las extremidades superiores e inferiores; la estimulación psicológica, centrando la atención en movimientos corporales lentos, controlados y precisos; y el aprendizaje de patrones posturales y habilidades motoras funcionales¹⁶⁻¹⁸. Funcionalmente, el core se entiende como un enlace cinético que facilita la transferencia de torques y momentos angulares entre las extremidades superiores e inferiores durante la ejecución de movimientos de todo el cuerpo en ejecuciones deportivas, ocupacionales, ejercicios de *fitness* y actividades de la vida diaria¹⁹. Varios estudios han utilizado el entrenamiento del core para mejorar el equilibrio, la fuerza del tronco y otras habilidades funcionales en personas mayores, encontrando que el trabajo de estabilización del core mejora el equilibrio estático y dinámico con mejores resultados que un programa de fuerza general²⁰. Otros métodos de entrenamiento tanto de estabilización como de estimulación dinámica del core también han obtenido resultados positivos en el equilibrio y la funcionalidad²¹⁻²³.

El MP, por los principios físicos y mentales en los que se fundamenta, puede ser una herramienta tan eficaz o más que el mero trabajo del core para preservar el equilibrio y disminuir el riesgo de caídas en los mayores²⁴⁻²⁸. Estos principios son: alineación postural, respiración, concentración, control, movimiento fluido, precisión y centralización. Este último es el más importante de todos ya que Joseph Pilates en la época de 1930 llamó por primera vez a su método «*Contrology*» haciendo referencia al control del centro, de la zona lumbo-abdominal que él llamaba también «*core*» o «*powerhouse*». El objetivo de este trabajo es recopilar, resumir y comparar la evidencia científica sobre la eficacia de programas de ejercicio basados en el MP en la fuerza y el equilibrio de personas mayores, identificando su relación con el riesgo de caídas.

Método

Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las normas de la declaración PRISMA²⁹, en la que se incluyen estudios controlados y aleatorios.

Se realizó una búsqueda bibliográfica detallada de artículos originales publicados entre el año 2004 y el 2014 sobre el tema de estudio. La búsqueda se llevó a cabo en el mes de diciembre de 2014. Las bases de datos consultadas fueron: Medline, PubMed, Web of Knowledge, OVID, ScienceDirect y Academic Search Premier. Las palabras clave o MeSH que se utilizaron para realizar la búsqueda fueron: *Pilates, elderly, older adults, balance, strength*.

Para la selección de artículos se utilizaron los siguientes criterios de inclusión: que fueran artículos originales, que fuesen estudios observacionales o en los que se hubiese llevado a cabo un programa de intervención, que abordasen la temática objeto de estudio de forma específica, que fuesen redactados en inglés o español.

La calidad metodológica de los artículos revisados se ha medido con la escala PEDro. Esta escala se basa en una lista Delphi desarrollada por Verhagen³⁰. Otorga una puntuación del 1 al 11, donde puntuaciones más altas se corresponden con una mayor calidad del método del estudio. Cinco de los estudios revisados tienen una puntuación igual o mayor que 6^{25-27,31,32}.

Resultados

Inicialmente se hallaron 587 estudios, de los cuales se descartaron 259 por estar duplicados. Tras la primera fase de selección, el número de artículos se redujo a 55 y tras la segunda fase de

análisis se seleccionaron los 10 artículos que dan forma a esta revisión sistemática (fig. 1). En cuatro de ellos se midió la fuerza y en otros 9, el equilibrio de los cuales 6 relacionan el equilibrio con el riesgo de sufrir caídas.

De los 4 trabajos que midieron la fuerza, en tres se utilizó un diseño cuasi-experimental^{24,26,33} y en uno de ellos, un diseño cruzado²⁵. Las intervenciones están basadas en Pilates suelo con implementos (bandas elásticas y *fitball*)^{26,33} o en la combinación de Pilates suelo y Pilates máquinas^{24,25}. Su duración osciló entre 5 y 12 semanas, con 2 ó 3 sesiones semanales de 60 min. Las muestras utilizadas suelen incluir hombres y mujeres a partir de 60 años de edad, pero en uno de ellos no hay grupo control²⁴, en otro este es inactivo³³, y en los dos restantes, es activo^{25,26}.

Las manifestaciones de la fuerza que se miden son diferentes entre sí, así como los resultados encontrados. En tres de los estudios no consiguieron cambios significativos tras el programa de Pilates ni diferencias con respecto al grupo control, midiendo la fuerza dinámica del tren inferior con el test *Sit-to Stand*²⁴, la fuerza isométrica de prensión manual³³ o la fuerza isocinética de extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo²⁵. Solo en el estudio de Irez²⁶ encontraron mejoras significativas en la fuerza isométrica de cadera (test de Kendall) del grupo experimental, pero sin diferencias con respecto al grupo control (tabla 1).

Entre los 9 estudios que valoran el equilibrio, de los cuales 6 también valoraron el riesgo de caídas, se encontraron 7 cuasi-experimentales^{24,26-28,31,32,34}, uno de diseño cruzado²⁵ y uno observacional³⁵ (tabla 2). Las intervenciones que llevaron a cabo se fundamentaron en ejercicios de Pilates suelo con implementos^{26,27,35}, Pilates suelo sin implementos^{28,32,34}, Pilates máquina³¹, y una combinación de Pilates suelo y máquina^{28,31}. Su duración oscila entre 5 y 12 semanas, con 1 a 3 sesiones semanales de 45 a 60 min.

La muestra incluida en estos estudios está compuesta por hombres y mujeres de entre 60 y 87 años de edad. En 3 de los estudios no hay grupo control^{24,28,35}, en otros 2 cuentan con grupo control

activo^{33,36}, y en los 4 restantes el grupo control fue activo, llevando a cabo un programa de ejercicio diferente^{25,26,32,34}.

En estos trabajos se midió el equilibrio estático y dinámico. Para medir el equilibrio estático se utilizaron el test Tinetti³¹, el *Four Scale Balance*²⁴, el *Forward Reach Test*²⁸ y el *Functional Reach test*²⁷. En todos ellos encontraron mejoras significativas en el grupo Pilates y diferencias con respecto al grupo control, en los estudios que lo incluyeron.

El equilibrio dinámico se midió en plataforma inestable^{26,34,35} y con el *Four Scale Step*²⁵. Solo en el estudio de Newell³⁵ no se encontraron mejoras significativas en el grupo que realizó Pilates. Y en el de Bird²⁵ no hubo diferencias con respecto al grupo control. Además, en 5 de los estudios relacionaron el nivel de movilidad básico con el equilibrio dinámico mediante el test *Time Up and Go*^{24,25,27,28,34}. En todos ellos encontraron mejoras significativas en el grupo de Pilates y diferencias con respecto al control, en su caso.

Se hace mención al efecto del programa de Pilates sobre el riesgo de caídas en 5^{25-28,35} de los estudios en los que se midió el equilibrio. Solo en el de Kaesler²⁴ no aportan mejoras. En los estudios relacionados con la fuerza no se hace referencia a esta variable.

Discusión

En esta revisión sistemática se examina el efecto de programas de ejercicio basados en el MP sobre el equilibrio, las caídas y la fuerza de personas mayores. Los resultados son poco satisfactorios con respecto a la fuerza. Sin embargo, las mejoras que se producen en el equilibrio estático y dinámico y su relación con la disminución del riesgo de caídas son más evidentes.

Como se ha comentado, la pérdida de fuerza en la región del tronco puede recuperarse en personas mayores con entrenamiento específico del *core*²⁰⁻²². Los resultados de la mayoría de los estudios que se han revisado en este trabajo indican que el MP no produce mejoras significativas en la fuerza de personas mayores^{24,25,33}, a excepción del estudio de Irez²⁶. Este se diferencia de los demás en que es el único que midió la fuerza en la región del *core*, concretamente valoró la fuerza isométrica en los movimientos de flexión, abducción y aducción de cadera utilizando un dinamómetro manual (Nicholas modelo 01160), reproduciendo el test de Kendall. Además, cuenta con un mayor tamaño muestral (n=60), formado solo por mujeres mayores, y el programa de Pilates duró 12 semanas, con 3 sesiones semanales de una hora de duración, siendo uno de los estudios de alta calidad metodológica. El programa se realizó en suelo, utilizando implementos. A pesar de las mejoras en el grupo experimental, no hubo diferencias con respecto al grupo control. Tampoco se relaciona la fuerza con el equilibrio o las caídas.

Consideramos que las mediciones deben centrarse en la región del *core* para conseguir resultados positivos derivados del ejercicio basado en Pilates sobre la fuerza en personas mayores. Adicionalmente, la duración del programa, el tamaño muestral y su homogeneidad también son relevantes, lo que implica mejorar la calidad metodológica de los estudios. Por otro lado, parece que practicar Pilates suelo o Pilates máquinas no es determinante en los resultados, aunque sí es necesario el uso de implementos. Se hace necesario ampliar esta línea de investigación en función de la manifestación de fuerza que es más conveniente medir, localizarla en el *core*, relacionar la fuerza del *core* con el equilibrio y el riesgo de caídas, y comparar Pilates suelo y Pilates máquinas.

El entrenamiento del *core* también se ha relacionado con la mejora del equilibrio y la reducción del riesgo de caídas en personas mayores²⁰⁻²³. Los resultados encontrados en esta revisión indican que el MP es efectivo en la mayoría de los casos para mejorar tanto el equilibrio estático como dinámico y además relacionan esta mejora con la reducción del riesgo de sufrir caídas en esta población.

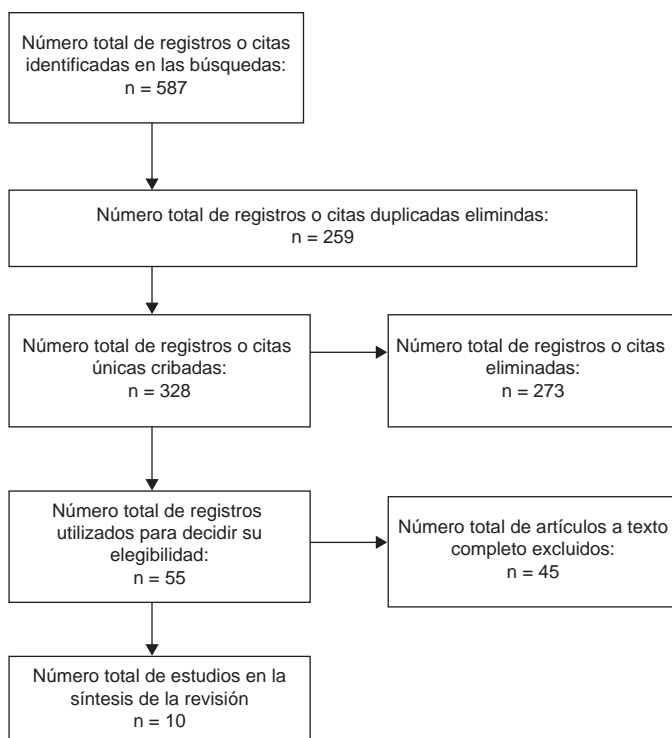


Figura 1. Diagrama de flujo.

Tabla 1
Resumen de los estudios que valoran la calidad física de fuerza

Autor	Diseño y muestra	Programa	Fuerza	Resultados
Kaesler et al. 2007	Cuasi-experimental Pre-posttest GE = 4♂ y 4 ♀; GC = NO	Pilates suelo y máquina <i>Reformer</i> , silla, banda elástica, <i>fitball</i> y aro 8 semanas; 2 sesiones/ semana; 60 min cada sesión	Test Sit-to-Stand Miembros inferiores	No diferencias significativas p-value (tiempo para 1 repetición) = 0.182 p-value (n.º repeticiones) = 0.829
Irez et al. 2011	Cuasi-experimental Pre-posttest GE = 30♀; GC = 30♀ GC active	Pilates suelo Banda elástica y pelota 12 semanas; 3 sesiones/ semana; 60 min cada sesión	Fuerza isométrica máxima de cadera	Aumento significativo del nivel de fuerza en el GE entre el pre- y posttest
Bird et al. 2009	Experimental cruzado GE = 16; GC = 16 GC activo	Pilates suelo y máquina <i>reformer</i> , silla y <i>fitball</i> 5 semanas; 2 sesiones/ semana supervisadas + 1 sesión/semana en casa; 60 min cada sesión	Fuerza isométrica máxima de extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo	No diferencias significativas p > 0.05
Fernández y Benítez 2013	Cuasi-experimental GE = 15; GC = 15 GC sedentario	Pilates suelo. Sin material 8 semanas; 3 sesiones/ semana; 60 min cada sesión	Prensión manual	No diferencias significativas p > 0.05

GE: grupo experimental; GC: grupo control; ♂: hombre. ♀: mujer.

Tabla 2
Resumen de los estudios que valoran la calidad física del equilibrio y las caídas

Autor	Diseño y muestra	Programa	Equilibrio	Caídas	Resultados
Kaesler et al. 2007	Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 4♂ y 4 ♀; GC = NO	Pilates suelo y máquina <i>reformer</i> , silla, banda <i>elastic</i> , <i>fitball</i> y aro 8 semanas; 2 sesiones/semana; 60 min cada sesión	<i>Four Scale Balance</i> para medir estático <i>Time Up and Go</i> para medir dinámico (movilidad básica) Tinetti Estático	No	Aumento significativo del nivel de equilibrio tanto estático como dinámico con los ojos cerrados
Siquiera et al. 2010	Cuasi-experimental GE = 27♀; GC = 25♀ GC inactivo	Pilates máquina Cadillac, <i>reformer</i> , silla y <i>fitball</i> 8 semanas; 2 sesiones/semana; 60 min cada sesión	Tinetti Estático	No	Aumento significativo del equilibrio en el GE en relación al GC p < 0.05
Irez et al. 2011	Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 30♀; GC = 30♀ GC activo	Pilates suelo Banda elástica y pelota 12 semanas; 3 sesiones/semana; 60 min cada sesión	Plataforma de fuerza Dinámico	Sí	Aumento significativo del equilibrio en el GE en relación al GC p < 0.05
Bird et al. 2009	Experimental cruzado GE = 16; GC = 16 GC activo	Pilates suelo y máquina <i>Reformer</i> , silla y <i>fitball</i> 5 semanas; 2 sesiones/semana supervisadas + 1 sesión/semana en casa; 60 min cada sesión	<i>Four Scale Step Test</i> Dinámico <i>Time Up and Go</i> Movilidad básica	Sí	No diferencias significativas p > 0.05 Movilidad básica mejorada significativamente p < 0.05
Newell et al. 2012	Observacional GE = 9♀; GC = NO	Pilates suelo Banda elástica 8 semanas; 1 sesión/semana; 60 min cada sesión	Plataforma de fuerza Estático	Sí	No diferencias significativas p > 0.05
Coriolano et al. 2012	Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 9♂ 10 ♀; GC = 10♂ 10 ♀ GC active	Pilates suelo Sin material 10 semanas; 2 sesiones/semana; 60 min cada sesión	Balance test «Gleichgewichtstest» Estático y dinámico	No	Mejoras significativas en el GE tras el programa en relación al pretest y al GC p = 0.00 y p = 0.02
Pata et al. 2013	Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 4♂ y 31♀; GC = NO	Pilates suelo. Silla 8 semanas; 2 sesiones/semana; 60 min cada sesión	<i>Forward Reach Test</i> Estático <i>Time Up and Go</i> y Turn 180° Dinámico <i>Functional Reach Test</i> Estático <i>Time Up and Go</i> Dinámico	Sí	Mejoras significativas tanto de estático p = 0.049, como dinámico TUG p < 0.02 y Turn 180° p = 0.02
Mokhtari et al. 2013	Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 15♀; GC = 15♀ GC inactivo	Pilates suelo Banda elásticas 12 semanas; 3 sesiones/semana; 60 min cada sesión	<i>Functional Reach Test</i> Estático <i>Time Up and Go</i> Dinámico	Sí	Mejoras significativas del equilibrio, tanto estático FRT p = 0.037 y TUG p = 0.01
Hyun et al. 2014	Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 20♀; GC = 20♀ GC activo	Pilates suelo Sin material 12 semanas; 3 sesiones/semana; 40 min cada sesión	Test Romberg <i>Time Up and Go</i> Dinámico	No	Mejoras significativas p < 0.05

GE: grupo experimental; GC: grupo control; ♂: hombre; ♀: mujer.

Todos los estudios que han medido ambas manifestaciones de equilibrio usando tanto test de campo como escalas de equilibrio^{24,25,27,28,31,32,34}, muestran mejoras significativas en el grupo experimental, independientemente de la duración del programa, el tamaño muestral, el tipo de programa de Pilates (suelo, con o sin implementos, y máquinas) o de su calidad metodológica. De estos, los que han contado con un grupo control y tienen una duración superior a 8 semanas, también señalan diferencias significativas a favor del grupo que practicó Pilates, aparte de que el grupo control fuera pasivo^{27,31} o realizara ejercicio aeróbico, de fuerza y flexibilidad³². Sin embargo, parece que 5 semanas de Pilates suelo y máquinas no son suficientes para conseguir diferencias entre grupos²⁵.

Respecto a los estudios en los que han medido el equilibrio estático en plataformas de fuerzas, con^{26,35} o sin³⁴ inestabilidad, se presentan mejoras significativas en el grupo Pilates y diferencias con respecto al control en los trabajos de Hyun³⁴ y Irez²⁶, a pesar de que en el primero el grupo control llevó a cabo un entrenamiento en plataforma inestable, y de su baja calidad metodológica. En todos ellos se realizó Pilates suelo durante un mínimo de 8 semanas, pero en Newell³⁵ el tamaño muestral fue de 9 mujeres, lo que consideramos concluyente de cara al fracaso del programa de Pilates.

Tras el análisis, cabe destacar que en 5 de los estudios^{25-28,35} relacionan de forma positiva la mejora del equilibrio con la disminución del riesgo de sufrir caídas. En otro de los estudios, se mide el riesgo de caídas pero no se aportan resultados tras la intervención²⁴. Sin embargo, en ninguno de los estudios se aportan datos sobre la relación entre la fuerza y el equilibrio.

En los estudios de Pilates con personas mayores, las condiciones que determinan resultados de equilibrio favorables son muestras superiores a 30 personas con una duración superior a 8 semanas. La calidad metodológica, el tipo de programa de Pilates o el instrumento utilizado para medir no parecen taxativos. Sin embargo, en lo referente a caídas, 5 semanas de intervención es suficiente para reducir este riesgo, sin usar implementos. Aunque habitualmente se emplean de 8 a 12 semanas de intervención y se usan implementos en las sesiones.

Incluso, los grupos que practican Pilates mejoran más que los que practican otros ejercicios. La metodología de trabajo del MP, basada en el fortalecimiento de la zona central del cuerpo, la concentración y el control postural, puede ser determinante en la mejora de la estabilidad en personas mayores ya que según Rubenstein³⁶, estas son determinantes para evitar una caída. Sería necesario seguir profundizando en esta línea y además, complementar estos resultados buscando una relación entre la fuerza y el equilibrio, para conocer qué región corporal es más influyente en la ganancia de equilibrio de los mayores y si el *core* es realmente determinante en esto cuando se practica Pilates.

Según los estudios revisados, el MP es eficaz para mejorar la fuerza isométrica de la cadera y el equilibrio estático y dinámico en personas mayores. La mejora del equilibrio repercute en la reducción del riesgo de caídas, pero no existen evidencias suficientes para determinar si la ganancia de fuerza del *core* tiene que ver con el equilibrio y las caídas. Por tanto, el MP contribuye a preservar la independencia funcional en personas de edad avanzada, lo que repercute positivamente en el gasto sanitario y la atención médica.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*. 2004;34:809-24.
- Kaya RD, Nakazawa M, Hoffman RL, Clark BC. Interrelationship between muscle strength, motor units and aging. *Exp Gerontol*. 2013;48:920-5.
- Sturnieks DL, George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin*. 2008;38:467-78.
- Silva Gama ZA, Gómez Conesa A, Sobral Ferreira M. Epidemiología de caídas de ancianos en España. Una revisión sistemática, 2007. *Rev Esp Salud Publica*. 2008;82:43-56.
- Martínez IP, Bravo BN, Pretel FA, Muñoz JN, Molina RP, Hidalgo JL. Miedo a las caídas en las personas mayores no institucionalizadas. *Gac Sanit*. 2010;24:453-9.
- Frischknecht R. Effect of training on muscle strength and motor function in the elderly. *Reprod Nutr Dev*. 1998;38:167-74.
- Kostka T. Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23-88 years. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95:140-5.
- Nilwik R, Snijders T, Leenders M, Groen BB, van Kranenburg J, Verdijk LB, et al. The decline in skeletal muscle mass with ageing is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Exp Gerontol*. 2013;48:492-8.
- Ribeiro Marques N, Zamfolini Hallal C, Fernandes Crozara L, Hellen Morcelli M, Harumi Karuka A, Tavella Navega M, et al. Lower limb strength is associated with gait biomechanical abnormalities in older female fallers and non-fallers. *Isokinet Exerc Sci*. 2013;21:151-9.
- LaRoche DP, Cremin KA, Greenleaf B, Croce RV. Rapid torque development in older female fallers and nonfallers: A comparison across lower-extremity muscles. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010;20:482-8.
- Ünlüsoy D, Aydoğ E, Tuncay R, Eryüksel R, Ünlüsoy I, Cakci A. Postural balance in women with osteoporosis and effective factors. *Turk J Osteoporos*. 2011;37-43.
- Hicks GE, Simonsick EM, Harris TB, Newman AB, Weiner DK, Nevitt MA, et al. Cross-sectional associations between trunk muscle composition, back pain and physical function in the Health, Aging and Body Composition Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60:882-7.
- Hicks GE, Simonsick EM, Harris TB, Newman AB, Weiner DK, Nevitt MA, et al. Trunk muscle composition as a predictor of reduced functional capacity in the Health, Aging and Body Composition Study: the moderating role of back pain. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60:1420-4.
- Suri P, Kiely DK, Leveille SG, Frontera WR, Bean JF. Trunk muscle attributes are associated with balance and mobility in older adults: a pilot study. *PM R*. 2009;1:916-24.
- Kasukawa Y, Miyakoshi N, Hongo M, Ishikawa Y, Noguchi H, Kamo K, et al. Relationships between falls, spinal curvature, spinal mobility, and back extensors strength in elderly people. *J Bone Miner Metab*. 2010;28:82-7.
- Latey P. The Pilates Method: history and philosophy. *J Bodyw Mov Ther*. 2001;5:275-82.
- Muscolino JE, Cipriani S. Pilates and the powerhouse-I. *J Bodyw Mov Ther*. 2004;8:15-24.
- Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A. Defining Pilates exercise: a systematic review. *Complement Ther Med*. 2012;20:253-62.
- Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowley PM. The use of instability to train the core musculature. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35:91-108.
- Hosseini SS, Asl AK, Rostamkhany H. The effect of strength and core stabilization training on physical fitness factors among elderly people. *World Appl Sci J*. 2012;16:479-84.
- Granacher U, Lacroix A, Muehlbauer T, Roettger K, Gollhofer A. Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spinal mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults. *Gerontology*. 2013;59:105-13.
- Seo BD, Yun YD, Kim HR, Lee SH. Effect of 12-week swiss ball exercise program on physical fitness and balance ability of elderly women. *J Phys Ther Sci*. 2012;24:11-5.
- Kang KY, Choi JH, Lee SB. Effect of core strengthening exercise programs on symmetric double limb support and balance ability for the elderly. *J Int Acad Phys Ther Res*. 2012;3:345-411.
- Kaesler DS, Mellifont RB, Swete Kelly P, Taaffe DR. A novel balance exercise program for postural stability in older adults: a pilot study. *J Bodyw Mov Ther*. 2007;11:37-43.
- Bird ML, Hill K, Ball M, Williams AD. Effects of resistance- and flexibility-exercise interventions on balance and related measures in older adults. *J Aging Phys Act*. 2009;17:444-54.
- Irez GB, Ozdemir RA, Evin R, Irez SG, Korkusuz F. Integrating Pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. *J Sports Sci Med*. 2011;10:105-11.
- Mokhtari M, Nezakathossaini M, Esfarjani F. The effect of 12-week pilates exercise on depression and balance associated with falling in the elderly. *Procedia Soc Behav Sci*. 2013;70:1714-23.
- Pata RW, Lord K, Lamb J. The effect of pilates based exercise on mobility, postural stability, and balance in order to decrease fall risk in older adults. *J Bodyw Mov Ther*. 2014;18:361-7.
- Urrutia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc)*. 2010;135:507-11.
- Verhagen AP, de Vet HC, de Bie RA, Kessels AG, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol*. 1998;51:1235-41.

31. Siqueira Rodrigues BG, Ali Cader S, Bento Torres NV, Oliveira EM, Nartin Dantas EH. Pilates Method in personal autonomy, static balance and quality of life of elderly females. *J Bodyw Mov Ther.* 2010;14:195-202.
32. Coriolano IP, Romo V, de Maio M, Apell HJ. The pilates method to improve body balance in the elderly. *Arch Exerc Health Dis.* 2012;3:188-93.
33. Fernández Roldan K, Benítez Jimenez A. Influencia de la práctica del método pilates sobre la sarcopenia. *Kronos.* 2013;12:51-5.
34. Hyun J, Hwangbo K, Lee CW. The effects of pilates mat exercise on the balance ability of elderly females. *J Phys Ther Sci.* 2014;26:291-3.
35. Newell D, Shead V, Sloane L. Changes in gait and balance parameters in elderly subjects attending and 8-week supervised Pilates programme. *J. Bodyw Mov Ther.* 2012;16:549-54.
36. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing.* 2006;35:ii37-41.

Caso clínico

Rabdomiólisis tras la práctica de *spinning*: una asociación peculiar

J.M. Torres-León^{a,*}, D. Coca-Benito^a, A.R. Domínguez-Alegría^a y M. Chamizo-Alarcón^b

^a Servicio de Medicina Interna, Hospital Central de la Defensa «Gómez Ulla», Madrid, España

^b Servicio de Radiología, Hospital Central de la Defensa «Gómez Ulla», Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 11 de marzo de 2015

Aceptado el 28 de septiembre de 2015

Palabras clave:

Spinning

Rabdomiólisis

Rabdomiólisis por ejercicio

RESUMEN

La rabdomiólisis de esfuerzo es una entidad clínica con unas características especiales. Se describe un cuadro de rabdomiólisis en un varón joven y sano, tras la práctica de una única sesión de *spinning* y se compara con otros descritos en la literatura. El objetivo es exponer las peculiaridades de la asociación del *spinning* con la rabdomiólisis por esfuerzo y conocer el riesgo de esta patología, aun en personas sanas, en relación con esta práctica deportiva. La contracción muscular que se produce en este ejercicio y la percepción disminuida del esfuerzo, al ser una actividad realizada en grupo, estimulada ambientalmente y alentada por un monitor, pueden contribuir a esta asociación.

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

Rhabdomyolysis after spinning. A peculiar association

ABSTRACT

Exertional rhabdomyolysis is a distinct entity with special characteristics. We present a case report, and literature review, of rhabdomyolysis in a young healthy male adult after practicing a single spinning session. The objective is to explain the peculiarities of the association spinning and exertional rhabdomyolysis and determine the risk of this disease, even in healthy people, concerning this sport. Muscular contraction during this exercise and the diminished perception of effort, due to being a group activity encouraged by a monitor, may contribute to its association.

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

Rabdomiólise depois de spinning. Uma associação peculiar

RESUMO

Rabdomiólise por esforço é um quadro clínico com características especiais. Apresentamos um relato de caso e revisão de literatura, de rabdomiólise em um homem jovem adulto e saudável depois de praticar uma única sessão de treino de spinning, em comparação com técnicas descritas na literatura. Objetivo: Descrever as peculiaridades da associação do spinning com a Rabdomiólise por esforço e conhecer o risco desta patologia mesmo em pessoas saudáveis em relação com a prática do esporte. A contração muscular que se produz neste exercício e a diminuição da percepção de esforço, sendo uma atividade desenvolvida em grupo e estimulada ambientalmente e incentivada por um monitor pode contribuir para esta associação.

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

Palavras-chave:

Spinning

Rabdomiólise

Rabdomiólise por exercícios

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: juantoleo@hotmail.com (J.M. Torres-León).

Introducción

El *spinning* es una variedad de entrenamiento realizado sobre una bicicleta estática en el interior de una sala. Se practica por lo general en grupo, con una exigencia de esfuerzo modulada por las instrucciones de un entrenador que marca la frecuencia de las pedales, la resistencia a vencer, la posición sobre la bicicleta y el nivel de esfuerzo al ritmo de la música. La motivación adicional de ese tipo de ejercicio y su elevado gasto energético lo han convertido en una práctica deportiva cada vez más demandada. En la actualidad, es una actividad ofrecida por la mayoría de los gimnasios. Es un entrenamiento considerado de alta energía por la exigente respuesta fisiológica que origina^{1,2}. Además, la percepción de la intensidad del esfuerzo realizado puede ser menor al real en algunos sujetos³. En la práctica, estas consideraciones se traducen en beneficios sobre la salud, como el control del peso o la reducción de los lípidos en plasma⁴, pero también son posibles las complicaciones médicas, especialmente en sujetos poco entrenados que inician este tipo de actividad.

La rhabdomiólisis (RML) por esfuerzo es un síndrome causado por la lesión de las células musculares esqueléticas, seguida de la liberación de su contenido intracelular a la circulación. Presentamos un caso de RML producido tras la práctica de una única sesión de *spinning*.

Caso clínico

Un varón de 15 años, que acudió al Servicio de Urgencias por dolor localizado en ambos muslos. Entre sus antecedentes personales destacaba haber nacido prematuro (26 semanas). Durante los primeros 3 meses de vida había presentado diferentes complicaciones, resueltas de forma satisfactoria, entre ellas la reparación quirúrgica de un ductus arterioso persistente. No seguía tratamiento médico de forma habitual. No refería hábitos tóxicos.

En la anamnesis resaltaba el antecedente de haber practicado, por primera vez, una única sesión de *spinning* de una hora de duración 2 días antes de comenzar con los síntomas. El paciente consultaba por un cuadro de mialgias muy intensas en ambos muslos, con impotencia funcional muy marcada para la marcha. Además, refería que la orina era muy oscura.

La exploración física mostraba un paciente de constitución atlética, las cifras de presión arterial eran normales y estaba taquicárdico a 110 latidos por minuto. Destacaba una tumefacción dolorosa a la palpación en la región correspondiente a los cuádriceps femorales, en especial el izquierdo. No era capaz de flexionar la rodilla ni la cadera por dolor, los pulsos distales estaban conservados y no se apreciaba déficit neurológico.

El estudio analítico inicial reveló una cifra de creatinfosfocinasa (CPK) de 116 100 U/l (valor normal: 0-190 U/l), fracción muscular de CPK (CK-MB) del 0.5%, un valor de mioglobina de 19.48 ng/ml (valor normal: 0-85 ng/ml), una elevación marcada de la transaminasa glutámico oxalacética (GOT) 2390 U/l (valor normal: 5-45 U/l) y menor de la transaminasa glutámico-pirúvica (GPT) 393 U/l (valor normal: 5-43 U/l). El valor de la enzima láctico deshidrogenasa (LDH), inicialmente en rango normal, aumentó hasta 2820 U/l en el cuarto día de ingreso (valor normal: 135-214 U/l). La función renal no estaba alterada. La orina, en efecto muy oscura, presentaba proteinuria y se informaba de la presencia de hematuria, si bien en el sedimento no se observaban hematíes. Otros estudios analíticos realizados durante su estancia en el hospital, hormonas tiroideas, gasometría venosa y estudio de coagulación fueron normales. En la [tabla 1](#) aparecen reflejados los valores de CPK, LDH, GOT y GPT, y su evolución. Durante su ingreso se realizó un ecocardiograma que fue informado como normal, no existían datos de hipertensión pulmonar y no se observaron flujos

Tabla 1

Valores seriados de creatinfosfocinasa (CPK), láctico deshidrogenasa (LDH), transaminasa glutámico oxalacética (GOT) y transaminasa glutámico-pirúvica (GPT) durante los días del ingreso

Días	CPK (U/l)	LDH (U/l)	GOT (U/l)	GPT (U/l)
1.º	116 100	-	2390	393
2.º	93 945	37	2403	439
4.º	116 000	2820	2440	502
6.º	55 980	1880	3258	652
8.º	8041	974	835	441
11.º	1088	441	122	182

indicativos de ductus persistente o fugas. Se realizó una resonancia magnética de ambos muslos, en el quinto día de ingreso; en ella se apreciaba un intenso edema muscular bilateral afectando a vasto intermedio, vasto interno, externo y en menor medida a rectos femorales, más intenso en el muslo izquierdo; no existían roturas musculares ni colecciones perifasciales ([fig. 1](#)).

El enfermo recibió tratamiento por vía intravenosa con solución salina al 0.9% y bicarbonato 1/6 molar a fin de conseguir diuresis horarias de 200-300 ml. A su alta, tras 11 días de hospitalización, era capaz de caminar con mínimas molestias y los valores de CPK y GOT eran de 1088 U/l y 122 U/l, respectivamente. Se le recomendó no hacer ejercicio hasta un nuevo control ambulatorio pasadas 6 semanas. Por entonces, el enfermo se encontraba asintomático y con valores analíticos normales.

Discusión

La RML es un síndrome caracterizado por la necrosis de las células musculares estriadas y la liberación al torrente circulatorio del contenido de las mismas: electrolitos, mioglobina y proteínas del sarcoplasma, como CPK, LDH, GOT y GPT. Todas las causas comparten una patogenia común, que puede explicarse por la lesión traumática del sarcolema o bien por la depleción de ATP en el miocito⁵. El resultado de estas alteraciones es la destrucción de la célula muscular por el aumento del calcio intracelular y la consiguiente contracción muscular persistente, la disfunción mitocondrial, la producción de especies de oxígeno y la activación de proteasas dependientes del calcio⁵.

El espectro etiológico del síndrome es muy variado ([tabla 2](#)). Entre los adultos, las causas más frecuentes incluyen los traumatismos, las relacionadas con el consumo de drogas ilícitas, alcohol o determinados fármacos, algunas enfermedades musculares, el síndrome neuroléptico maligno, las convulsiones y la inmovilidad⁶.

El ejercicio físico extenuante es una causa reconocida de RML. Es difícil saber su incidencia, ya que probablemente muchos pacientes no solicitan atención médica por síntomas tales como tumefacción y dolor muscular, aunque sean intensos y desproporcionados para el esfuerzo realizado. Los estudios con series de casos más largas son los realizados en militares en fase de instrucción⁷, pero no son infrecuentes los casos relacionados con la práctica de algún deporte, como la maratón. En 2004 se publicó el primer caso de un paciente con RML tras la práctica de *spinning*⁸; desde entonces, se han venido informando de casos aislados relacionados con este tipo de entrenamiento⁹⁻¹¹.

El caso que presentamos tiene unas características, coincidentes con la mayoría de los ya descritos, que creemos pueden ayudar a reconocer esta patología y su evolución.

Un hecho destacable es el gran valor que en ocasiones pueden alcanzar las cifras de CPK, como en nuestro caso, más de 500 veces su valor normal. La elevación enzimática tiene relación con la masa muscular de los pacientes y carece de significado para prever la complicación más grave relacionada con la RML, la insuficiencia renal, que en definitiva establece el pronóstico de los pacientes. El fallo renal tiene su origen en la precipitación de la mioglobina

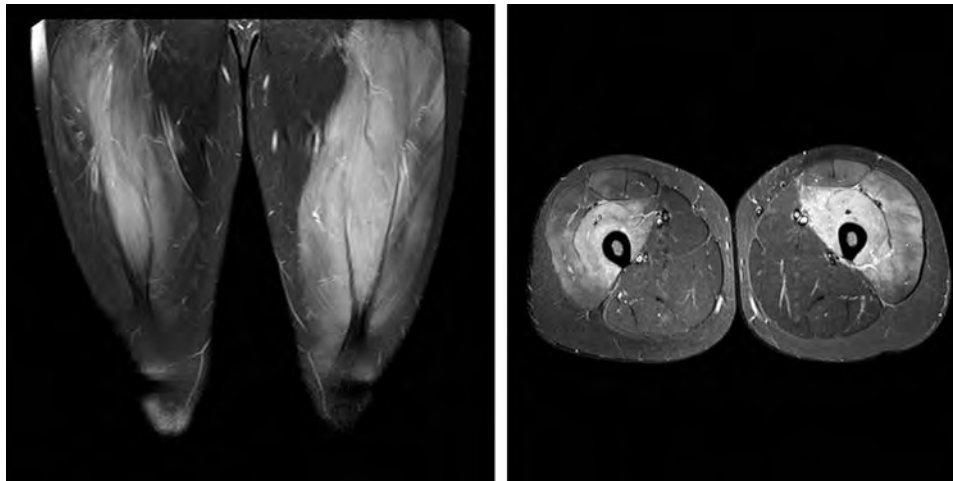


Figura 1. Imágenes coronares y axiales (respectivamente) potenciadas en T2 con saturación espectral de la grasa SPIR, donde se aprecia un aumento de intensidad de forma difusa y bilateral de los cuádriceps correspondiente al edema muscular.

Tabla 2
Causas de rabdomiólisis

	Agentes externos	Agentes internos
Hipoxia	Exposición a monóxido de carbono Exposición a cianhídrico	Síndrome compartimental Compresión vascular Inmovilización Cirugía bariátrica Cirugía prolongada Enfermedad de células falciformes Trombosis Vasculitis
Causas físicas	Traumatismos Síndrome de aplastamiento Quemaduras Electrocución Hipotermia Lesiones por calor	Ejercicio extenuante Convulsiones Estatus asmático Agitación extrema (delirium tremens, psicosis) Síndrome neuroléptico maligno Hipertermia maligna
Causas químicas	Alcohol Medicamentos Drogas ilícitas	Hipofosfatemia Hipopotasemia Hipocalcemia Hipo/hipernatremia
Causas biológicas	Miositis bacterianas víricas y parasitarias Venenos de serpientes, arañas e insectos	Dermatomiositis y polimiositis Endocrinopatías (insuficiencia suprarrenal, hipotiroidismo, hiperaldosteronismo, cetoacidosis diabética, coma hiperosmolar)

en los túbulos distales, al interactuar con la glucoproteína de Tammn-Horsall, en un proceso favorecido por la orina ácida. La vasoconstricción renal, la depleción de volumen y la toxicidad directa de la mioglobina sobre el epitelio tubular proximal son otros factores que explican el descenso del filtrado glomerular¹². Tan solo hemos encontrado un caso descrito en la literatura en que la RML por *spinning* se asoció a la aparición de un síndrome compartimental e insuficiencia renal aguda¹³. El escaso número de complicaciones graves es comprensible si tenemos presente que, en general, la RML por esfuerzo raras veces produce insuficiencia renal y cuando esto ocurre la recuperación del filtrado glomerular es la norma¹⁴.

La resonancia magnética es la técnica de elección para definir la extensión y la distribución de la afectación muscular por RML¹⁵. Su indicación cobra peso en aquellos casos en los que se plantea la realización de una fasciotomía. Tal como se aporta en uno de los casos de RML por *spinning*, el edema muscular objetivado por resonancia puede persistir varias semanas después del inicio del cuadro, cuando los síntomas han cedido y las alteraciones enzimáticas se han resuelto¹⁶.

Creemos que el *spinning*, por sí mismo, tiene unas características que pueden explicar su asociación a la RML. El inicio de esta práctica en grupo y alentado por un monitor pueden disminuir la percepción individual del esfuerzo¹⁷. A estos factores pueden añadirse otros contribuyentes más evidentes: su práctica en locales a alta temperatura ambiente, el uso de trajes que impidan la transpiración con objeto de perder peso más rápidamente, la ausencia de un entrenamiento previo o el consumo de drogas ilícitas o de algunos medicamentos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Battista RA, Foster C, Andrew J, Wright G, Lucia A, Porcari JP. Physiologic responses during indoor cycling. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1236-41.
- López-Miñarro PA, Muñoy JM. Heart rate and overall ratings of perceived exertion during Spinning cycle indoor session in novice adults. *Sci Sports.* 2010;25:238-44.

3. Muyor JM. Exercise intensity and validity of the ratings of perceived exertion (Borg and OMNI Scales) in an indoor cycling session. *J Hum Kinet.* 2013;39:93–101.
4. Valle VS, Mello DB, Fortes M, Dantas EHM. Effects of indoor cycling associated with diet on body composition and serum lipids. *Biomed Hum Kinetics.* 2009;1:11–5.
5. Giannoglou GD, Chatzizisis YS, Misirli G. The syndrome of rhabdomyolysis: Pathophysiology and diagnosis. *Eur J Intern Med.* 2007;18:90–100.
6. Khan FY. Rhabdomyolysis: A review of the literature. *Neth J Med.* 2009;67:272–83.
7. Hill OT, Wahi MM, Carter R 3rd, Kay AB, McKinnon CJ, Wallace RF. Rhabdomyolysis in the US Active Duty Army, 2004–2006. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44:442–9.
8. Young IM, Thomson K. Spinning-induced rhabdomyolysis: A case report. *Eur J Emerg Med.* 2004;11:358–9.
9. Inklebarger J, Galanis N, Kirkos J, Kapetanios G. Exercise-induced rhabdomyolysis from stationary biking: A case report. *Hippokratia.* 2010;14:279–80.
10. Fernández R, Sangüesa MJ, Cabanes F. Rhabdomyolysis después de una sesión de spinning. *Rev Esp Cir Osteoartic.* 2007;42:133–7.
11. Montero J, Lovesio C, Godoy MV, Ruiz G. Rhabdomyolysis caused by spinning in nine patients. *Medicina (B Aires).* 2009;69:153–6.
12. Bosch X, Poch E, Grau JM. Rhabdomyolysis and acute kidney injury. *N Engl J Med.* 2009;361:62–72.
13. DeFilippis EM, Kleiman DA, Derman PB, DiFelice GS, Eachempati SR. Spinning-induced rhabdomyolysis and the risk of compartment syndrome and acute kidney injury: Two cases and a review of the literature. *Sports Health.* 2014;6:333–5.
14. Lee G. Exercise-induced rhabdomyolysis. *R I Med J (2013).* 2014;97:22–4.
15. Moratalla MB, Braun P, Fornas GM. Importance of MRI in the diagnosis and treatment of rhabdomyolysis. *Eur J Radiol.* 2008;65:311–5.
16. Boni R, Rabitti PG. Spinning-induced rhabdomyolysis: Importance of MRI for patient's outcome. A case report. *Reumatismo.* 2011;63:44–8.
17. Springer BL, Clarkson PM. Two cases of exertional rhabdomyolysis precipitated by personal trainers. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:1499–502.



Caso clínico

Efeito de um programa de treinamento concorrente sobre variáveis de saúde de uma mulher com múltiplas hérnias de disco: caso clínico



O. Sales-Barros^a, C.J. Borba-Pinheiro^{a,b,c,*} e E.H. Martin Dantas^c

^a Universidade do Estado do Pará (UEPA) Laboratório de Treinamento Resistido e Saúde (LERES), Campus XIII Tucuruí-PA/Brasil

^b Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Campus Tucuruí-PA/Brasil

^c Laboratório de Biociências da Motricidade Humana (LABIMH/UNIT), Universidade Tiradentes(UNIT), Aracaju/SE, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 6 de agosto de 2015

Aceite a 1 de fevereiro de 2016

Palavras-chave:

Lombalgia
Atividade física
Dor
Saúde
Qualidade de vida

R E S U M O

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito de um programa de treinamento concorrente sobre a saúde de uma mulher de 42 anos de idade, com múltiplas hérnias de disco lombares. O treinamento consistiu em exercícios funcionais, resistidos e flexibilidade, durante um período de 16 semanas. Foram analisadas a composição corporal, a força, a qualidade de vida, a flexibilidade e a percepção de dor. Houve melhorias no percentual de gordura, massa magra, massa gorda, flexibilidade e força nos membros inferiores. A percepção da dor na região cervical e no quadril direito foi anulada após a 9.^a semana. O mesmo ocorre na região lombar, com exceção de que houve um ligeiro aumento na percepção da dor na penúltima semana, que se reduziu completamente no final do estudo. Houve melhora da saúde física e mental, e qualidade de vida em geral. Concluímos que o treinamento concorrente melhorou as variáveis de saúde no estudo de caso.

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

Effect of a concurrent training program on health-variables of a woman with multiples herniated discs: clinical case

A B S T R A C T

The aim of this study was to verify the effect of a concurrent training program on the health of a woman of 42 years old with multiple lumbar herniated discs. The training consisted of functional, resisted and flexibility exercises over a period of 16 weeks. Body composition, strength, quality of life, flexibility and pain perception were analyzed. Improvements were detected in the percentage of fat, lean mass, fat mass, flexibility and leg strength. Pain perception score was zero after the 9th week in the cervical region and right hip. The same happened in the lower back, except that there was a slight increase in pain perception in the penultimate week, which was totally reduced at the end of the study. Physical and mental health, as well as total quality of life were improved. We conclude that the concurrent training improved health variables in the case study.

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

Keywords:

Low back pain
Physical activity
Pain
Health
Quality of life

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: claudioborba18@gmail.com (C.J. Borba-Pinheiro).

Efecto de un programa de entrenamiento concurrente en las variables de salud de una mujer con múltiples hernias discales: caso clínico

RESUMEN

Palabras clave:
Dolor lumbar
Actividad física
Dolor
Salud
Calidad de vida

El objetivo de este estudio fue verificar el efecto de un programa de entrenamiento concurrente sobre la salud de una mujer de 42 años de edad con múltiples hernias de disco lumbares. El entrenamiento consistió en ejercicios funcionales, resistidos y de flexibilidad durante un periodo de 16 semanas. Se analizó la composición corporal, la fuerza, la calidad de vida, la flexibilidad y la percepción del dolor. Hubo mejoras en el porcentaje de grasa, en la masa magra, en la masa grasa, en la flexibilidad de las piernas y en la fuerza. La percepción del dolor en la zona cervical y en la cadera derecha se anuló a partir de la 9.ª semana. Igualmente ocurrió en la zona lumbar, con la salvedad de que hubo un discreto aumento de la percepción del dolor en la penúltima semana, que se redujo totalmente al finalizar el estudio. Mejoró la salud física y mental, así como la calidad de vida en general. Se concluye que el entrenamiento concurrente mejoró las variables de salud en el caso de estudio.

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

Introdução

A hérnia de disco (HD) é considerada uma síndrome multifatorial de alta prevalência, onde a dor, a qualidade de vida (QV) e os fatores emocionais são mais evidenciados¹; ela consiste na migração do núcleo pulposo com fragmento do anel fibroso para fora de seus limites funcionais da vértebra, onde a maioria ocorrem na lombar².

Os fatores de risco para HD são vários, dentre eles: a genética, o sedentarismo, a exposição a cargas, traumas e vibrações prolongadas². Um estudo mostrou que as lesões na estrutura do disco podem surgir a partir de levantamentos de cargas leves, pesadas e trauma severo, porém, a maioria dos casos não teve uma causa específica e não mostrou associação estatística a eventos com sobrecarga². Essa informação é relevante, pois a falta de exercício físico para o fortalecimento musculoesquelético da região afetada pode potencializar o desenvolvimento da HD³. Assim, é importante a elaboração de programas de exercício físico (EF) para o fortalecimento da estrutura musculoesquelética na região toracolombar, tanto na prevenção quanto no controle do problema³. Porém, poucos estudos são encontrados com intervenção específica para HD envolvendo exercício^{4,5}. Com isso, pretende-se saber se um treinamento concorrente (TC) terá efeitos positivos sobre variáveis de saúde de uma mulher com múltiplas HD.

Diante do exposto, o estudo objetivou verificar o efeito de um programa de TC sobre a composição corporal, força, QV, flexibilidade e dor de uma mulher com múltiplas HD.

Caso clínico

A voluntária tinha 42 anos de idade, características étnicas euro-americanas, com 70.1 kg de massa corporal e 165 cm de estatura, possuindo algumas limitações físicas, dentre elas: cialgia, bursite no quadril direito e múltiplas HD lombar. A voluntária relatou ter sofrido um acidente automobilístico com impacto frontal no ano de 2013, quando tinha 40 anos, estando do lado carona e com as pernas apoiadas no painel do carro. Após o acidente, a voluntária foi diagnosticada clinicamente com múltiplas HD lombossacrais por um ortopedista e confirmadas através de um tomógrafo computadorizado Multislice® (EUA) com o seguinte texto: «mínimas protrusões discais de base larga: L₂-L₃, L₃-L₄, L₄-L₅ e L₅-S₁ que não estabelecem contato significativo com a face ventral do saco dural».

A voluntária assinou um termo de consentimento contendo todas as informações para a realização da pesquisa com seres

humanos, estabelecidas pela resolução 466/2012. Para avaliação antropométrica, utilizou-se as medidas de massa e estatura, determinadas em balança Welmy® CH110 (Brasil). Para o percentual de gordura (%), foi usado um adipômetro Cescorf® (Brasil) com protocolo feminino de 3 dobras⁶. Na avaliação de força, foi utilizado um teste predição para uma repetição máxima (RM)⁷ para os exercícios de tração latíssimo, remada baixa, pec deck dorsal, supino reto, flexora, extensora e solear, e gastrocnêmios realizados em equipamentos da marca Olympikus® (Brasil). Já o teste sentar e alcançar os pés⁸ foi usado para a flexibilidade. O *Medical Outcomes Studies 36-Short-Form* (SF-36/português-Brasil) foi usado para avaliar a QV⁹ e, para classificação desta variável, usou-se o manual de pontuação da versão espanhola do SF-36¹⁰. A avaliação da dor foi realizada através do questionário de Randall et al.¹¹ e, para determinar a intensidade desta, foi utilizada a escala de faces¹².

O TC usou 3 métodos distintos: exercícios de estabilização do tronco, resistido e flexionamento no período de 16 semanas, divididos em 4 ciclos, com 4 sessões semanais, onde 2 dias foram para treinamento resistido-funcional e 2 dias de flexionamento. Uma periodização ondulatória com variações de intensidade a cada ciclo foi usada. As intensidades do primeiro ciclo foram 60-70% com o método alternado por segmento; no segundo, foi de 75-70%, com o método que usou 2 exercícios para o mesmo grupo muscular sequenciais; o terceiro foi 65-85% com o mesmo método do ciclo 2 e, no último, 70-85%, com o método agonista-antagonista em sequência. O treinamento com exercícios de estabilização do tronco¹³ foi realizado na mesma sessão do resistido, com exercícios isométricos para os músculos abdominais e paravertebrais com 15, 20, 30 e 40 segundos, respectivamente, para cada ciclo. O treinamento de flexibilidade foi realizado de forma estática-passiva, com sobrecarga de apoio da instrutora sobre um tatame de borracha sintética de 2 × 1 metro e 40 mm de espessura, em 3 séries de 10-15 segundos para os grupamentos musculares dos membros inferiores: solear e gastrocnêmios, quadríceps e isquiotibiais; para membros superiores: deltoides anteriores, tríceps, bíceps, flexores e extensores do carpo; para o tronco: paravertebrais; abdominais, latíssimo dorsal, peitorais, além do esternocleidomastoideo. Todo o treinamento considerou as recomendações do American College of Sports Medicine (ACSM)³ e os exercícios respeitaram a necessidade e limitações da voluntária, enfatizando o fortalecimento do core¹³.

A **tabela 1** apresenta os dados de composição corporal, flexibilidade, aspectos gerais da QV e alguns testes de força com as respectivas classificações.

A **figura 1A** apresenta os resultados para força muscular. Os dados mostram melhoras para todos os exercícios. Para os membros

Tabela 1

Dados de saúde da voluntária e suas respectivas classificações

Variáveis	Pré-teste	Classificação - Pré	Pós-teste 16 semanas	Classificação - Pós	$\Delta\%$
IMC (kg/m ²)	26.1	Sobrepeso	25.9	Sobrepeso	-0.7
IRCQ (cm/cm)	0.74	Risco moderado	0.73	Risco moderado	-1.4
Cintura (cm)	81	Risco médio	78.3	Normal	-3.3
% gordura (%)	34.2	Ruim	28.99	Médio	-15.2
MCM (kg)	46.2	-	49.5	-	7.2
MCG (kg)	23.9	-	20.2	-	-15.5
Flexão de braços (Rep.)	9.0	Baixo da média	24	Excelente	116.7
Supino horizontal (1RM/kg)	0.31	Muito ruim	0.42	Muito ruim	110
Flexibilidade PD (cm)	+10	Fraco	+21	Bom	64.3
Flexibilidade PE (cm)	+14	Médio	+23	Excelente	35.5
Saúde física (score)	55	Regular	81	Bom	47.3
Saúde mental (score)	70	Bom	84	Muito bom	20
SF-36 total (score)	62	Bom	84	Muito bom	35.5

IMC: índice de massa corporal; IRCQ: índice relação cintura/quadril; MCG: massa corporal gorda; MCM: massa corporal magra; PD: perna direita; PE: perna esquerda; Rep.: n.º repetições; RM: repetição máxima; URSS/Espanha: unitat de recerca en serveis sanitaris.

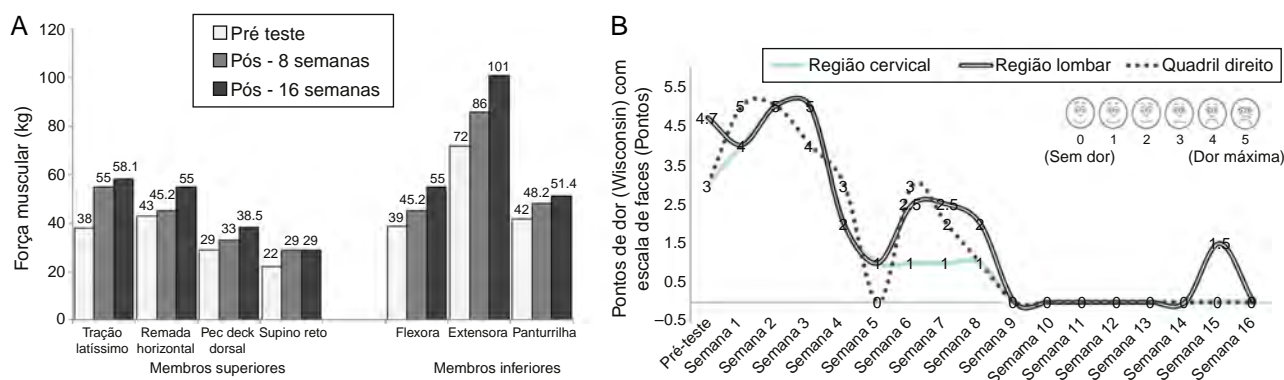


Figura 1. Apresenta os resultados para a força muscular e nível de dor. A 1A mostra os resultados para os exercícios de força e a 1B mostra os resultados para os níveis de dor, ao longo das 16 semanas, com protocolo de Wisconsin: cervical; lombar e quadril direito e, para intensidade, optou-se pela escala de faces.

inferiores, os melhores resultados foram para a cadeira extensora com $\Delta\% = 19.4\%$ após 8 semanas e $\Delta\% = 40.3\%$ após 16 semanas. Já para os membros superiores, os melhores resultados foram para tração latíssimo com $\Delta\% = 44.7\%$ após 8 semanas e $\Delta\% = 52.9\%$ após 16 semanas.

A figura 1B mostra os resultados para nível de dor. Houve aumento na intensidade da dor nas regiões: lombar, cervical e quadril direito nas primeiras semanas de treinamento; já entre a terceira e a quinta semana, houve uma diminuição da dor para ambas as regiões, chegando a 0 pontos de dor no quadril direito. Na região cervical, houve manutenção com nível de um ponto até à oitava semana e, a partir desta, a escala de 0 pontos até o final do estudo. Na sexta semana a dor lombar e no quadril direito voltaram a aumentar, porém, diminuíram na semana seguinte, com nível 0 de dor ($\Delta\% = -100\%$), que perdurou até o final para quadril direito, com um leve aumento na lombar na semana número 15, voltando a 0 pontos na última semana do estudo ($\Delta\% = -100\%$).

Discussão

A dor lombar é comum em sociedades industrializadas, sendo a principal consequência à incapacitação temporária ou definitiva das atividades profissionais e do cotidiano, sendo a causa frequente de limitações físicas em indivíduos com menos de 45 anos¹.

Neste estudo, observou-se o nível 0 pontos de intensidade de dor nas regiões cervical, lombar e quadril direito, a partir da semana 9 (fig. 1B). Para o ACSM, a baixa flexibilidade lombar e do quadril, e a pouca força abdominal, podem contribuir para o desenvolvimento da dor lombar³. Desta forma, a importância da avaliação da flexibilidade neste estudo, que melhorou na perna direita e esquerda (tabela 1), vem ao encontro do estudo de Lopes et al.⁴ no teste de

sentar e alcançar ($\Delta\% = 25.2\%$; $p < 0.01$) para herniadas, utilizando o método Pilates em 6 semanas. E também da força muscular, onde o presente estudo apresentou melhoras em todos os exercícios, tendo destaque para extensora e tração-latíssimo (fig. 1A).

Em um estudo que usou exercícios com pacientes com HD pós-cirurgia, em níveis de L3 e S1, durante 12 semanas, foi composto por um grupo que fez exercício aquático com deslocamento para trás, e outro que fez exercício resistido com intensidade progressiva; ambos aumentaram estatisticamente a força da região lombar, comparados a um grupo de controle, sugerindo que ambos os treinamentos podem auxiliar no tratamento da HD⁵.

O aumento da resistência muscular do abdômen, glúteo e extensores de tronco está relacionado à melhora de QV em indivíduos com dor lombar³, o que vem ao encontro dos resultados para a QV do presente estudo, que apresentou melhora para todos os domínios do SF-36 (tabela 1). Tabora et al.¹⁴, em estudo realizado com 18 pessoas com dor lombar, aplicando o método Isostretching no período de 8 semanas, concluíram que o método também foi eficaz para a melhora da QV das pessoas com dor lombar, como nos resultados do presente estudo de caso.

O valor do exercício físico também é evidenciado quando, em um estudo¹⁵ que avaliou a capacidade funcional de 60 pacientes com HD pós-cirurgia, que teve um grupo ($n = 30$) submetido imediatamente após a cirurgia a exercícios fisioterápicos e outro grupo ($n = 30$) que iniciou a fisioterapia após 3 semanas, concluiu que o grupo que iniciou os exercícios imediatamente teve a melhor capacidade funcional ($p < 0.05$), comparado ao grupo que iniciou os exercícios após 3 semanas da cirurgia.

O TC usado neste estudo enfatizou o fortalecimento do core¹³, visto que o sistema muscular que estabiliza essa região está associado ao controle de problemas que envolvem os membros inferiores

e a dor lombar¹². Assim, o TC proposto foi eficaz neste caso e o fortalecimento do corpo, juntamente com a melhora da flexibilidade, pode ter contribuído para melhorar as variáveis estudadas. Por fim, recomenda-se novos estudos utilizando o TC deste estudo, com grupos de intervenção e controle.

Para este relato de caso, o TC proposto foi eficiente para todas as variáveis estudadas: composição corporal, força muscular, flexibilidade, QV e, especialmente, para a dor na região lombar.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

Al Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-CNPq) do Brasil.

Referências

1. Helfenstein Júnior M, Goldenfum MA, Siena C. Lombalgia ocupacional. *Rev Assoc Med Bras.* 2010;56(5):583–9.
2. Suri P, Hunter DJ, Jouve C, Hartigan C, Limke J, Pena E, et al. Inciting events associated with lumbar disc herniation. *Spine J.* 2010;10(5):388–95.
3. American College of Sports Medicine (ACSM). *Diretrizes do ACSM os testes de esforço e sua prescrição.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
4. Lopes CR, Gonsaga F, Okamoto K, da Mota GR, Viana HB, Tessutti LS. O método Pilates no tratamento da hérnia de disco. *Rev Bras Presc Fisiol Exer.* 2012;6(35):506–10.
5. Kim YS, Park J, Shim JK. Effects of aquatic backward locomotion exercise and progressive resistance exercise on lumbar extension strength in patients who have undergone lumbar discectomy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(2):208–14.
6. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc.* 1980;12(3):175–81.
7. Baechle TR, Groves BR. *Weight training: steps to success.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1992.
8. Morrow JR, Jackson AW, Disch JG, Mood DP. *Medida e avaliação do desempenho humano.* 2 ed Porto Alegre: Artmed; 2003.
9. Ciconelli RM, Ferraz MB, Santos W, Meinão I, Quaresma MR. Tradução para língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). *Rev Bras Reumatol.* 1999;39(3):143–50.
10. Unitat de Recerca en Serveis Sanitaris (URSS). *Manual de puntuación de la versión española del Cuestionario de Salud SF-36.* Barcelona: Institut Municipal d'Investigació Mèdica; 2000.
11. Daut RL, Cleeland CS, Flanery RC. Development of the Wisconsin Brief Pain Questionnaire to assess pain in cancer and other diseases. *Pain.* 1983;17(2):197–210.
12. Hicks CL, von Baeyer CL, Spafford PA, van Korlaar I, Goodenough P. The Faces Pain Scale-Revised: Toward a common metric in pediatric pain measurement. *Pain.* 2001;93(2):173–83.
13. Vera-García FJ, Barbado D, Moreno-Pérez V, Hernández-Sánchez C, Juan-Recio C, Elvira JLL. *Core Stability* Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Rev Andal Med Deporte.* 2015;8(2):79–85.
14. Taborda CF, Moschen GM, Mitsuro MY, Fréz AR, Daniel CR. Método isostretching como tratamento de dor lombar. *Rev Bras Qual Vida.* 2014;6(3):206–15.
15. Imamović MZ, Hodžić M, Duraković SK, Basić NK, Cickusić A, Imamović G. Functional status of patients after lumbar disc herniation surgery. *Reumatizam.* 2010;57(1):21–5.

Te sientes bien. Te diviertes.

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

¿Por qué no te animas a practicarlo?

A silhouette of a hiker wearing a cap and a backpack, standing on a mountain peak and holding a trekking pole. The background is a bright, hazy sky with colorful bokeh circles in shades of orange, yellow, and green. In the bottom left corner, there is a stylized graphic of overlapping white and grey shapes.

Deporte
de por
vida

andalucía,

Andalucía



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