

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 10 Número. 3

Septiembre 2017



Originales

Análisis descriptivo y comparativo de los saques de esquina. UEFA Euro 2012

Efectos de un programa de juego basado en técnicas de *biofeedback* cardíaco en el desarrollo cognitivo de niños

Ahogamientos asociados con piscinas implicados en casos judiciales de España, 2000-2015

Batería Funcional ARISTO en Gimnasia Rítmica: protocolo de test específicos para la evaluación de jóvenes gimnastas en un ámbito de entrenamiento saludable

Exercise and Alzheimer's: The body as a whole

Isokinetic muscle performance and salivary immune-endocrine responses in handball players by Fourier transform infrared spectroscopy

Number of repetition after different rest intervals between static stretching and resistance training

Efeitos da suplementação de β -hidroxi- β -metilbutirato na eficiência mecânica em canoístas de elite

Efeitos do treinamento resistido sobre o perfil lipídico de indivíduos com síndrome metabólica

Estímulo auditivo motivacional na mudança de estado de humor em pacientes cardiopatas durante exercício aeróbico

Artículo especial

Aptidão cardiorrespiratória em adolescentes

Comunicaciones

Selección de comunicaciones orales presentadas al II Congreso Nacional de Investigación en Pádel (CIP 2016). 5 y 6 de mayo de 2016. Granada

ISSN: 1888-7546



Incluida en:



Reconocida por:



Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte

Editor

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

Coeditor

Juan de Dios Beas Jiménez
ramd.ctd@juntadeandalucia.es

Coordinación Editorial

Covadonga López López
ramd.ctd@juntadeandalucia.es

Comité Editorial

José Ramón Alvero Cruz
(Universidad de Málaga, España)

Eloy Cárdenas Estrada
(Universidad de Monterrey, México)

José Alberto Duarte
(Universidade do Porto, Portugal)

Luísa Estriga
(Universidade do Porto, Portugal)

Russell Foulk
(University of Washington, USA)

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

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

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

David Jiménez Pavón
(Universidad de Cádiz, España)

Nicola A. Maffuletti
(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
(Centro Andaluz 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 Actividade 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)

Alexandre Dellal
(FIFA Medical Center of Excellence, Lyon, France)

Benedito Denadai
(Universidade Estadual de Campinas, Brasil)

Elsa Esteban Fernández
(Universidad de Granada, España)

Juan Marcelo Fernández
(Hospital Reina Sofía, España)

Guadalupe Garrido Pastor
(Universidad Politécnica de Madrid, España)

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

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

Mikel Izquierdo
(CEIMD. Gobierno de Navarra, España)

José Carlos Jaenes
(Universidad Pablo Olavide, España)

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

Carlos Lago Peñas
(Universidad de Vigo, España)

Fernando Martín
(Universidad de Valencia, España)

Italo Monetti
(Club Atlético Peñarol, Uruguay)

Alexandre Moreira
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Elisa Muñoz Gomariz
(Hospital Universitario Reina Sofía, España)

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

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

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

Manuel Rosety Plaza
(Universidad de Cádiz, España)

Carlos Ruiz Cosano
(Universidad de Granada, España)

Jonatan Ruiz Ruiz
(Universidad de Granada, España)

Borja Sañudo Corrales
(Universidad de Sevilla, España)

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

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

Diana Vaamonde Martín
(Universidad de Córdoba, España)

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

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



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

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

Publicación trimestral (4 números al año).

© 2017 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía
Glorieta Beatriz Manchón, s/n (Isla de la Cartuja) 41092 Sevilla

Esta revista y las contribuciones individuales contenidas en ella están protegidas por las leyes de copyright, y los siguientes términos y condiciones se aplican a su uso, además de los términos de cualquier licencia Creative Commons que el editor haya aplicado a cada artículo concreto:

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

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

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

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

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

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

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

Disponible en internet: www.elsevier.es/RAMD - <http://lajunta.es/13d5y>

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.ctd@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

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 10 Number 3

September 2017

Contents

Original Articles

- 95 Descriptive and comparative analysis of the corners. UEFA Euro 2012
R. Maneiro, T. Ardá, A. Rial, J.L. Losada, C.A. Casal and S. López-García
- 100 Effects of a game program based on cardiac biofeedback techniques in cognitive development of children
F.V. Amaral, M.S. Dawid-Milner and J.L.B. Marques
- 106 Drownings associated with swimming pools concerned in judicial cases from Spain, 2000-2015
J.J. Gámez de la Hoz and A. Padilla Fortes
- 112 ARISTO Functional Battery in Rhythmic Gymnastics: Protocol of specific tests for the evaluation of young gymnasts in a field of healthy training
M. Vernetta, I. Montosa, J. Beas-Jiménez and J. López-Bedoya
- 120 Exercise and Alzheimer's: The body as a whole
Y. de Saá Guerra, S. Sarmiento Montesdeoca, J.M. García Manso, J.M. Martín González, M. Navarro Valdivielso, D. Rodríguez Ruiz, D. Rodríguez Matoso and M. Quiroga Escudero
- 125 Isokinetic muscle performance and salivary immune-endocrine responses in handball players by Fourier transform infrared spectroscopy
P.C. Caetano Júnior, J. Carvalho Aguiar, J. Ferreira-Strixino and L. José Raniero
- 132 Number of repetition after different rest intervals between static stretching and resistance training
H. Dias, G.A. Paz, M. de F. Maia, T. Leite, H. Miranda and R. Simão
- 137 Effects of supplementation β -hydroxy- β -methylbutyrate in mechanical efficiency in elite paddlers
H.R. Ferreira, P. Gill, J.P. Loures, R.R. Oliveira, J. Fernandes Filho and L.C. Fernandes
- 142 Effects of resistance training on the lipid profile of subjects with metabolic syndrome
R.A. Albarello, J. Boufleur Farinha, C. Reckelberg Azambuja and D. Lopes dos Santos
- 147 Motivational auditory stimulus on mood state changes in cardiac patients during aerobic exercise
T.R. Felipe, V.H. de Oliveira, G.M. Rebouças, N.J.B. Albuquerque Filho, E.F. Pinto, H.J. Medeiros and M.I. Knackfuss

Special Article

- 152 Cardiorespiratory fitness in adolescents
A. Pelegrini, G. Minatto, G. Claumann, D. Silva, L. Grigollo, F. Schwinn and É. Petroski

Communications

- 158 Selection of oral presentations at the 2nd National Congress on Padel Research (CIP 2016), May 5-6, 2016. Granada, Spain

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 10 Número 3

Septiembre 2017

Sumario

Originales

- 95 Análisis descriptivo y comparativo de los saques de esquina. UEFA Euro 2012
R. Maneiro, T. Ardá, A. Rial, J.L. Losada, C.A. Casal y S. López-García
- 100 Efectos de un programa de juego basado en técnicas de *biofeedback* cardíaco en el desarrollo cognitivo de niños
F.V. Amaral, M.S. Dawid-Milner y J.L.B. Marques
- 106 Ahogamientos asociados con piscinas implicados en casos judiciales de España, 2000-2015
J.J. Gámez de la Hoz y A. Padilla Fortes
- 112 Batería Funcional ARISTO en Gimnasia Rítmica: protocolo de test específicos para la evaluación de jóvenes gimnastas en un ámbito de entrenamiento saludable
M. Vernetta, I. Montosa, J. Beas-Jiménez y J. López-Bedoya
- 120 Exercise and Alzheimer's: The body as a whole
Y. de Saá Guerra, S. Sarmiento Montesdeoca, J.M. García Manso, J.M. Martín González, M. Navarro Valdivielso, D. Rodríguez Ruiz, D. Rodríguez Matoso y M. Quiroga Escudero
- 125 Isokinetic muscle performance and salivary immune-endocrine responses in handball players by Fourier transform infrared spectroscopy
P.C. Caetano Júnior, J. Carvalho Aguiar, J. Ferreira-Strixino y L. José Raniero
- 132 Number of repetition after different rest intervals between static stretching and resistance training
H. Dias, G.A. Paz, M. de F. Maia, T. Leite, H. Miranda y R. Simão
- 137 Efeitos da suplementação de β -hidroxi- β -metilbutirato na eficiência mecânica em canoístas de elite
H.R. Ferreira, P. Gill, J.P. Loures, R.R. Oliveira, J. Fernandes Filho e L.C. Fernandes
- 142 Efeitos do treinamento resistido sobre o perfil lipídico de indivíduos com síndrome metabólica
R.A. Albarello, J. Boufleur Farinha, C. Reckelberg Azambuja e D. Lopes dos Santos
- 147 Estímulo auditivo motivacional na mudança de estado de humor em pacientes cardiopatas durante exercício aeróbico
T.R. Felipe, V.H. de Oliveira, G.M. Rebouças, N.J.B. Albuquerque Filho, E.F. Pinto, H.J. Medeiros e M.I. Knackfuss

Artículo especial

- 152 Aptidão cardiorrespiratória em adolescentes
A. Pelegrini, G. Minatto, G. Claumann, D. Silva, L. Grigollo, F. Schwinn e É. Petroski

Comunicaciones

- 158 Selección de comunicaciones orales presentadas al II Congreso Nacional de Investigación en Pádel (CIP 2016). 5 y 6 de mayo de 2016. Granada

Original

Análisis descriptivo y comparativo de los saques de esquina. UEFA Euro 2012



R. Maneiro^{a,*}, T. Ardá^b, A. Rial^c, J.L. Losada^d, C.A. Casal^e y S. López-García^a

^a Departamento de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad Pontificia de Salamanca, Salamanca, España

^b Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de A Coruña, A Coruña, España

^c Departamento de Psicología Social, Básica y Metodología, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, A Coruña, España

^d Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Universidad de Barcelona, Barcelona, España

^e Departamento de Entrenamiento Deportivo, Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, Valencia, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 9 de marzo de 2016

Aceptado el 22 de junio de 2016

On-line el 31 de octubre de 2016

Palabras clave:

Fútbol

Saques de esquina

Metodología observacional

Análisis de rendimiento

R E S U M E N

Objetivo: Alcanzar un conocimiento más profundo (y con el soporte empírico adecuado) de los saques de esquina en el fútbol de máximo nivel. Se pretende conocer la incidencia real de este tipo de acciones durante los partidos, así como describir cuáles son las prácticas habituales. A continuación, se pretende identificar aquellas variables que puedan estar asociadas a la eficacia de estas acciones.

Método: Se plantean dos tipos de aproximaciones complementarias en el análisis de los datos: una de carácter univariada, y otra bivariada. A nivel univariado se trata de describir cuáles son las características de la ejecución de estas acciones (número, forma de ejecución...). A nivel bivariado, mediante la realización de tablas de contingencia (acompañadas del contraste Chi-cuadrado y medidas de asociación) se intentará identificar aquellas variables que puedan estar asociadas a la eficacia alcanzada.

Resultados: Después del registro de 345 saques de esquina ejecutados durante la Eurocopa 2012, los resultados indican una baja eficacia en el remate de este tipo de acciones. En cambio, los goles que proceden de saque de esquina sí presentan una transcendencia importante en el resultado final. Para alcanzar el éxito en este tipo de acciones, deben intervenir entre tres y cuatro atacantes y producirse una organización ofensiva dinámica.

Conclusiones: Los datos empíricos disponibles han puesto en valor la necesidad de un trabajo táctico más refinado de estas acciones, basado en asociaciones entre los jugadores y movimientos de engaño.

© 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/>).

Descriptive and comparative analysis of the corners. UEFA Euro 2012

A B S T R A C T

Keywords:

Football

Corner kicks

Observational methodology

Performance analysis

Objective: Reaching a deeper knowledge (and with proper empirical support) of the corners in the top-level football. It is intended to determine the real impact of this type of actions during matches and describe what the current practices are. Then, it is intended to identify those variables that may be associated with the effectiveness of these actions.

Method: Two complementary approaches arise in the analysis of data: one univariate and other bivariate. At univariate level, it comes to describe what are the characteristics of the execution of these actions (number, form of execution...). At bivariate level, by making contingency tables (accompanied by Chi-square contrast and association measures) it will try to identify those variables that may be associated with the achieved efficiency.

Results: After registration of 345 corners executed during Euro 2012, the results indicate a low efficiency in the auction of such actions. Instead, the goals coming from corner have an important significance in the final result. To succeed in this kind of actions should intervene between three and four attackers and a dynamic offensive organization should occur.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: rmaneirodi@upsa.es (R. Maneiro).

Conclusions: The empirical data available have been worth the need for a more refined tactical work of these actions, based on partnerships between players and movements of trick.

© 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 descritiva e comparativa das cobranças de escanteios. UEFA Euro 2012

R E S U M O

Palavras-chave:

Futebol
Cobranças de escanteios
Metodologia de observacional
Análise de desempenho

Objetivo: Chegar a um conhecimento mais profundo (e com suporte empírico adequado) das cobranças de escanteios no futebol de alto nível. Destina-se a determinar a incidência real deste tipo de ação durante as partidas, assim como descrever quais são as práticas habituais. A seguir, se pretende identificar as variáveis que podem estar associados com a eficácia destas ações.

Método: Surgem dois tipos de abordagens complementares na análise de dados: uma de caráter univariada e outra bivariada. A univariada trata-se de descrever quais são as características da execução destas ações (número, forma de execução...). A bivariada, mediante a realização de tabelas de contingência (acompanhada do contraste qui-quadrado e medidas de associação) tentará identificar as variáveis que podem estar associados com a eficiência alcançada.

Resultados: Após o registro de 345 cobranças de escanteios executadas durante a Eurocopa 2012, os resultados indicam uma baixa eficiência na finalização de tais ações. Entretanto, os objetivos que precedem de cobranças de escanteios têm uma transcendência importante no resultado final. Para alcançar sucesso neste tipo de ação, devem intervir entre três e quatro atacantes e produzir uma organização ofensiva dinâmica.

Conclusões: Os dados empíricos disponíveis foram postos em valor a necessidade de um trabalho tático mais refinado destas ações, baseados em associações entre os jogadores e os movimentos de engano.

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

Introducción

En los últimos años los investigadores están llevando a cabo una ardua labor para tratar de identificar indicadores de rendimiento ofensivos⁴ que permitan conocer y predecir el rendimiento del fútbol en general y de los equipos en particular¹².

Uno de estos factores de rendimiento¹⁸ ofensivo que pueden llegar a ser potencialmente eficaces son las acciones a balón parado (ABP)^{6,14}. Algunos trabajos^{1,11,22} concluyen que son acciones que pueden llegar a decidir un partido, mientras que otros, como los de Grant et al.¹¹ y Njororai¹⁷, constatan que entre el 24 y el 37% de los goles tienen su procedencia en ABP. Una de las ABP que consideramos más importantes son los saques de esquina. Así, el trabajo de Sánchez-Flores et al.²¹ recoge que son acciones moderadamente frecuentes en el fútbol de máximo nivel; Taylor et al.²⁴, Carling et al.⁵ y Maneiro¹⁴ constatan que son acciones de eficacia reducida, no superior al 3%. Casal et al.⁶ afirman que la mejor forma de llegar al gol en estas acciones es dotarlas de mayor trabajo táctico⁹. Por todo ello, conocer las variables que condicionan el éxito en estas acciones en campeonatos internacionales puede redundar en mayor índice de goles alcanzados¹⁶.

Los objetivos del presente estudio son describir objetivamente el grado de eficacia de estas acciones e identificar las variables que puedan estar modulando dicha eficacia.

Método

Muestra

Se analizaron los 31 encuentros de la UEFA Euro 2012. En estos encuentros se produjeron 345 saques de esquina de los cuales se desestimaron 20 por no cumplir los criterios establecidos, analizándose finalmente 325 saques de esquina. Los saques de esquina codificados fueron aquellos en los que, durante el tiempo reglamentario, en cuatro pases o menos se buscaba una situación de

finalización⁶. No se analizarán los saques de esquina que se producen en las prórrogas por considerarlas situaciones especiales.

Procedimiento

Se diseñó un instrumento de observación *ad hoc* (tabla 1), formado por la combinación de formatos de campo y sistemas de categorías². Como instrumento de análisis se ha utilizado el programa IBM SPSS Statistics 21.

Dentro de los posibles diseños que puede presentar la metodología observacional, el presente trabajo lo situamos dentro del cuadrante IV, concretamente corresponde a un diseño nomotético, de seguimiento y multidimensional².

El adiestramiento de los observadores se llevó a cabo siguiendo los protocolos de Losada et al.²³, acompañado de un entrenamiento de cada observador¹³. Se llevaron a cabo ocho sesiones de observación a modo de entrenamiento para cada estudio, con el objetivo de garantizar así la formación de los observadores. Las ocho sesiones de observación se llevaron a cabo aplicando el criterio de deriva consensuada² entre los observadores, de modo que solamente se registraba cuando se producía el acuerdo. El control de calidad de los datos se llevó a cabo, además, mediante un análisis de concordancia interobservadores por medio del coeficiente de Kappa de Cohen¹⁰. El valor promedio de Kappa, $\bar{k} = \frac{\sum k_i}{n}$, donde k_i es el valor de Kappa para cada uno de los interobservadores, y n el número de valores de Kappa calculado, es excelente (0.807)¹⁰.

Para alcanzar los objetivos propuestos se plantearon dos tipos de aproximaciones complementarias. A nivel univariado, se trató de describir cuáles son las características de ejecución de este tipo de jugadas por parte de los equipos de fútbol de máximo nivel (número, forma de ejecución y grado de eficacia alcanzado por los saques de esquina). A nivel bivariado, mediante la realización de tablas de contingencia (acompañadas del contraste Chi-cuadrado y medidas de asociación) se intentó identificar aquellas variables que puedan estar asociadas a la eficacia alcanzada y, que de alguna

Tabla 1
Variables registradas en el instrumento ad hoc

Variables	
Tiempo	Hasta 30' 31'- 60' 61'-90'
Lateralidad golpeo	Natural Cambiado
Número jugadores ataque	2-3 4-5 6 o más
Número jugadores defensa	4-5 6 o más
Defensores palos	Ninguno 1 2
Contexto interacción	Inferioridad Igualdad
Modo envío balón	Directo Indirecto
Trayectoria balón	Suelo Aérea
Tipo de marcaje	Individual Zonal Combinado
Número atacantes intervienen	1-2 3-4
Zona finalización	Primer palo Segundo palo
Organización ofensiva	Estática Dinámica Ganando Empatando Perdiendo

manera, pudieran erigirse como condicionantes de esta ($p < 0.05$). El indicador de rendimiento es si el equipo atacante consigue rematar a portería.

Resultados

Por lo que se refiere a las prácticas habituales en la ejecución de los saques de esquina, podrían establecerse una serie de pautas comunes de ejecución, que servirían para caracterizar el saque de esquina tipo:

1. Es ejecutado en casi la totalidad de los casos en un contexto de inferioridad numérica para el equipo atacante (95.7%).
2. La trayectoria del balón mayoritariamente es aérea (93.8%).
3. Con seis o más jugadores defendiendo (90.1%).
4. Intervienen solo uno o dos jugadores atacantes sobre el balón (89.8%).
5. El modo de envío es generalmente directo (84%).

En cuanto a la incidencia de este tipo de acciones, cabe señalar que en los 31 partidos de la UEFA Euro de 2012, se ejecutaron un total de 345 saques de esquina, lo que supone un promedio de 11.1 saques de esquina por partido. A pesar de que este dato nos revela que se trata de acciones que se producen de manera regular en el fútbol de alto nivel, lo cierto es que su eficacia es claramente reducida (fig. 1). En concreto, únicamente el 2.5% de este tipo de acciones termina en gol, solo uno de cada once (8.4%) termina con un remate entre los tres palos y, por último, solo el 20.7%, o lo que es lo mismo, solo uno de cada cinco saques de esquina, con búsqueda inmediata de gol, son rematados por un atacante.

Finalmente, por lo que se refiere a la trascendencia en el resultado final del encuentro, a pesar de tratarse de una acción con escasa eficacia, sí tiene una trascendencia importante en el resultado del partido (fig. 2) ya que en un 76% de las ocasiones, los goles

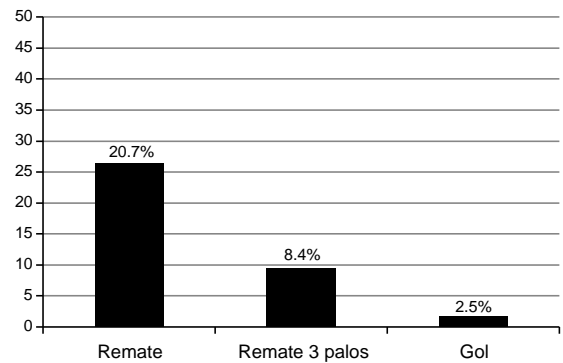


Figura 1. Eficacia relativa de los saques de esquina en cuanto a remate, remate entre los tres palos y gol.

obtenidos por medio de un saque de esquina han contribuido a sumar puntos para los equipos.

La tabla 2 recoge los resultados para el primer criterio, donde únicamente se diferencian entre aquellas observaciones donde se produce «remate», de aquellas donde este no llega siquiera a producirse. Son dos las variables significativas: el número de atacantes que intervienen ($\chi^2 = 20.09$; $p < 0.001$) y la organización ofensiva ($\chi^2 = 4.3$; $p = 0.03$). De los datos obtenidos se desprende una mayor eficacia cuando intervienen tres o cuatro atacantes en la jugada y la organización ofensiva es dinámica.

Discusión

Los principales hallazgos de este estudio ponen en valor que las prácticas habituales que caracterizan a este tipo de acciones nada tienen que ver con las variables encontradas que modulan la eficacia en los saques de esquina. El perfil de éxito invita a convertir el saque de esquina en una jugada con un mínimo de elaboración, mediante la asociación de los jugadores, huyendo así del clásico envío al área.

En cuanto al primer objetivo planteado, los datos empíricos analizados revelan que se ejecutaron un total de 11.1 saques de esquina por partido. Este dato concuerda con la mayoría de los estudios encontrados en la literatura^{1,5,14,22}. En cambio, por lo que se refiere al grado de eficacia, el criterio remate es congruente con los estudios de Mara et al.¹⁵. Esto nos muestra que el índice de remate no varía de unas competiciones a otras, así como tampoco entre fútbol masculino y femenino. En cambio, si el criterio considerado es si se produce el remate entre los tres palos, este se sitúa en los valores propuestos por Sainz de Baranda et al.²⁰. Por último, si el criterio considerado es si se produce gol o no, este corrobora lo expuesto por Sánchez-Flores et al.²¹. El trabajo de Ardá et al.³ afirma que esto contradice la falsa creencia que empuja a atribuir a los saques de

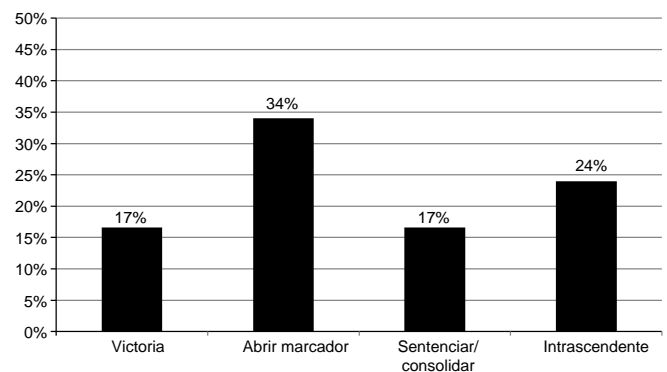


Figura 2. Eficacia relativa de los saques de esquina en cuanto a su trascendencia.

Tabla 2
Eficacia de los saques de esquina en función de diferentes variables de interés.
Muestra: UEFA Euro 2012 (criterio: «remate»: sí/no)

Variables	Criterio 1: remate		χ ²	Sig.	Coef. contingencia
	% Sí	% No			
<i>Tiempo</i>					
Hasta 30'	30.3	69.7	0.76	0.68	-
31'- 60'	25.9	74.1			
61'-90'	25.2	74.8			
<i>Lateralidad saque</i>					
Derecha	29.6	70.4	1.44	0.22	-
Izquierda	23.1	76.9			
<i>Lateralidad golpeo</i>					
Natural	27.9	72.1	0.25	0.61	-
Cambiado	24.8	75.2			
<i>Número jugadores ataque</i>					
2-3	100	0	5.89	0.05	-
4-5	23.9	76.1			
6 o más	34.2	65.8			
<i>Número jugadores defensa</i>					
4-5	28.1	71.9	<0.001	0.99	-
6 o más	26.4	73.6			
<i>Contexto interacción</i>					
Inferioridad	25.4	74.6	2.99	0.08	-
Igualdad	50	50			
<i>Modo envío balón</i>					
Directo	25.6	74.4	0.35	0.55	-
Indirecto	30.8	69.2			
<i>Trayectoria balón</i>					
Suelo	35	65	0.39	0.52	-
Aérea	25.9	74.1			
<i>Tipo de marcaje</i>					
Individual	41.2	58.8	2.08	0.35	-
Zonal	26.9	73.1			
Combinado	25.2	74.8			
<i>Defensores palos</i>					
Ninguno	25	75	0.67	0.71	-
1	28.2	71.8			
2	23.6	76.4			
<i>Número atacantes intervienen</i>					
1-2	22.6	77.4	20.09	<0.001	0.25
3-4	60.6	39.4			
<i>Zona envío</i>					
Primer palo	28.3	71.7	0.57	0.45	-
Segundo palo	23.9	76.1			
<i>Zona finalización</i>					
Primer palo	28.1	71.9	0.33	0.56	-
Segundo palo	24.7	75.3			
<i>Organización ofensiva</i>					
Estática	22.9	77.1	4.3	0.03	0.12
Dinámica	34.7	65.3			
<i>Resultado</i>					
Ganando	35	65	4.05	0.13	-
Empatando	22.1	77.9			
Perdiendo	28.4	71.6			

esquina un potencial de gol excesivamente elevado. Una de las posibles soluciones para incrementar el potencial de éxito en cuanto al gol pasa por dotar a estas acciones de variabilidad táctica, con el fin de ser impredecible, así como también la aparición de la figura del jugador especialista en este tipo de acciones.

Sin embargo, los goles que tienen su procedencia en un saque de esquina pueden considerarse sustanciales en el resultado final de los partidos, puesto que el 76% de los mismos han contribuido de manera directa o indirecta a sumar puntos para los equipos. Esto corrobora que, a pesar de que son acciones de eficacia reducida, son de elevado valor.

En lo referente a las prácticas habituales que definen a los saques de esquina, destacar que gran parte de estas acciones se producen en el último tercio de partido. Una posible explicación puede ser la fatiga de los jugadores en los últimos minutos de partido.

Con respecto a la lateralidad del golpeo, se ha podido constatar que predominan los de golpeo natural, dato que corrobora el estudio de Sainz de Baranda et al.¹⁹. Esto es debido a que el balón describe una trayectoria cóncava, alejándose del portero y dirigiéndose hacia posibles rematadores, aumentando las probabilidades de remate.

En cuando al modo de envío del balón y a la trayectoria del mismo, encontramos resultados concluyentes para ambas variables: prácticamente ocho o nueve de cada diez saques de esquina respectivamente se envían de modo directo y con trayectorias aéreas. Estos resultados se sitúan en liza de trabajos precedentes^{21,23} y reafirma de nuevo la búsqueda rápida de finalización que caracteriza a estas acciones.

Por lo que se refiere al modo de organización ofensiva en la zona de finalización, los resultados obtenidos fueron que predomina una organización ofensiva estática sobre la organización dinámica^{3,6,7}. Este dato puede ser uno de los motivos de los bajos índices de gol, puesto que la falta de movilidad y de creación de espacios propicia situaciones de elevada certidumbre para los equipos defensores.

En cuanto al tipo de marcaje, encontramos que el marcaje más utilizado es el combinado²⁰, haciendo así funciones de marcaje individual sobre los jugadores que mejor rematan, mientras otros realizan marcaje zonal y de vigilancias.

Por otra parte, en lo que refiere a la zona de envío y finalización, los resultados obtenidos ponen en relevancia un mayor porcentaje de envíos y finalización en el primer palo^{5,21}. Consideramos que los mayores índices de éxito se podrían producir en envíos al segundo palo, a las espaldas de los defensores, en donde por unos instantes obvia esta zona, centrándose la atención en el balón.

En lo referente al segundo objetivo planteado, se ha detectado que se producen más remates cuando intervienen sobre el balón tres o cuatro atacantes. Este dato corrobora lo expuesto por Silva²³, que si bien recoge más tasa de éxito en los envíos directos y con únicamente la intervención de sacador y rematador, afirma que ha detectado un aumento de la tendencia de este tipo de ejecuciones en los saques de esquina. Este resultado también es congruente con el trabajo de Maneiro²⁴, que además afirma que el éxito de estas acciones se asienta en un buen trabajo táctico, con unos patrones de conducta basados en un cierto grado de elaboración, como el camino más inteligente para llegar al éxito.

Por otra parte, se ha detectado que se producen más remates cuando la organización ofensiva es dinámica, lo que de nuevo corrobora el trabajo de Ardá et al.³. En otro estudio similar²¹, que también encuentra valores parecidos, concluye que se debe tener en cuenta la incertidumbre y la sorpresa sobre el tipo de lanzamiento a realizar. En este mismo sentido, Castelo⁸ afirma que para conseguir una mayor eficacia los jugadores deben movilizar la atención e inducir al error a los defensores mediante acciones de sorpresa, simulando la verdadera intención táctica.

Una posible explicación de la causa del éxito de los saques de esquina cuando intervienen en la acción tres o cuatro jugadores y la organización ofensiva es dinámica, puede radicar en la seguridad que proporciona este tipo de ejecuciones, basadas en la posesión de balón y la creación de movimientos de desajuste, sorpresa y falsas pistas en la defensa rival, lo que propicia la aparición de espacios hábiles que los jugadores atacantes pueden aprovechar. Los resultados abogan por un modelo de saque de esquina con un mínimo de elaboración, basado en la asociación y movimientos o maniobras tácticas entre los jugadores del equipo observado, alejándose de las prácticas habituales que definen a este tipo de acciones.

En conclusión, los saques de esquina constituyen una casuística frecuente en el fútbol de alto nivel, con una reducida eficacia,

pero que propician goles trascendentales. Por ello, la necesidad de optimización de estas acciones alcanza un valor máximo. Incluir estas acciones como un contenido más en los entrenamientos de los equipos, proponiendo soluciones tácticas novedosas y alejadas de las prácticas habituales, debe ser una máxima en el fútbol contemporáneo de alto rendimiento.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Acar MF, Yapicioglu B, Arıkan N, Yalcın S, Ates N, Ergun M. Analysis of goals scored in the 2006 world cup. En: Relly T, Korkusuz AF, editores. *Science and Football VI*. London: Routledge; 2009. p. 235–42.
2. Anguera MT, Hernández-Mendo A. Metodología observacional y psicología del deporte: Estado de la cuestión. *Rev Psicol Deporte*. 2014;23(1):103–9.
3. Ardá-Suárez T, Rial-Boubeta A, Casal-Sanjurjo CA, Maneiro-Dios R, Losada-López JL. Análisis de la eficacia de los saques de esquina en la copa del mundo de fútbol de 2010. *Rev Psicol Deporte*. 2014;23(1):165–72.
4. Carey DP, Smith G, Smith DT, Shepherd JW, Skriver J, Ord L, et al. Footedness in world soccer: an analysis of France '98. *J Sports Sci*. 2001;19(11):855–64.
5. Carling C, Williams AM, Reilly T. *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance*. Psychology Press; 2005.
6. Casal CA, Maneiro R, Ardá T, Losada JL, Rial A. Analysis of corner kick success in elite football. *Int J Perf Anal Sport*. 2015;15(2):430–51.
7. Casal CA, Maneiro R, Ardá T, Losada JL, Rial A. Effectiveness of indirect free kicks in elite soccer. *Int J Perf Anal Sport*. 2014;14(3):744–60.
8. Castelo JF. Fútbol: Estructura y dinámica del juego. Inde. 1999.
9. Fernández-Gere A, Barcos-Molina MA, Latorre JA, Martínez Bebiá M, Mariscal-Arcas M. Estudios del perfil bioquímico de jugadores de fútbol profesional. *Rev Andal Med Deporte*. 2015;8(4):181.
10. Fleiss JL, Levin B, Paik MC. *Statistical methods for rates and proportions*. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2013.
11. Grant AG, Williams AM, Reilly T, Borrie T. Analysis of the goals scored in the 1998 World Cup. *J Sports Sci*. 1999;17(10):826–7.
12. Lames M, McGarry T. On the search for reliable performance indicators in game sports. *Int J Perf Anal Sport*. 2007;7(1):62–79.
13. Losada JL, Manolov R. The process of basic training, applied training, maintaining the performance of an observer. *Qual Quant*. 2015;49(1):339–47.
14. Maneiro R. Análisis de las acciones a balón parado en el fútbol de alto nivel: saques de esquina y tiros libres indirectos. Un intento de identificación de variables explicativas. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física. Universidad de A Coruña. A Coruña. 2014.
15. Mara JK, Wheeler KW, Lyons K. Attacking strategies that lead to goal scoring opportunities in high level women's football. *Int J Sports Sci Coach*. 2012;7(3):565–77.
16. McGarry T, Anderson DI, Wallace SA, Hughes MD, Franks IM. Sport competition as a dynamical self-organizing system. *J Sports Sci*. 2002;20(10):771–81.
17. Njororai WWS. Analysis of goals in the 2010 World Cup Soccer tournament held in South Africa. *J Phys Educ Sport*. 2013;13(1):6.
18. Ruiz A, Romero RC, Fernández-Gere A, Morcillo JA, Mariscal-Arcas M. Estimación del gasto de energía en un partido amistoso de jugadores de fútbol de primera división. *Rev Andal Med Deporte*. 2015;8(4):176.
19. Sainz de Baranda P, López-Riquelme D, Ortega E. Criterios de eficacia ofensiva del saque de esquina en el Mundial de Alemania 2006: Aplicación al entrenamiento. *REEFD*. 2011;395:47–59.
20. Sainz de Baranda P, López-Riquelme D. Analysis of corner kicks in relation to match status in the 2006 World Cup. *Eur J Sport Sci*. 2012;12(2):121–9.
21. Sánchez-Flores J, García-Manso JM, Martín-González JM, Ramos-Verde E, Arriaza-Ardiles E, Da Silva-Grigoletto ME. Análisis y evaluación del lanzamiento de esquina (córner) en el fútbol de alto nivel. *Rev Andal Med Deporte*. 2012;5(4):140–6.
22. Siegle M, Lames M. Games interruptions in elite soccer. *J Sports Sci*. 2012;30(7):619–24.
23. Silva D. Praxis de las acciones a balón parado en fútbol. Revisión conceptual bajo la teoría de la praxiología motriz. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias de la Educación y Psicología. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona. 2011.
24. Taylor JB, James N, Mellalieu SD. National analysis of corner kicks in english premier league soccer. En: Reilly T, Cabri J, Araujo D, editores. *Science and Football V, The proceedings of the Fifth World Congress on Science and Football*. Londres: Routledge; 2005. p. 225–30.



Original

Efectos de un programa de juego basado en técnicas de *biofeedback* cardíaco en el desarrollo cognitivo de niños



F.V. Amaral^{a,b,*}, M.S. Dawid-Milner^c y J.L.B. Marques^d

^a Programa de doctorado, Departamento de Fisiología, Universidad de Málaga (UMA), Málaga, España

^b Laboratorio de Educación Cerebral, Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

^c Unidad de Neurofisiología, Departamento de Fisiología Humana, Facultad de Medicina, Universidad de Málaga (UMA), Centro de Investigaciones Médico-Sanitarias (CIMES), Málaga, España

^d Instituto de Ingeniería Biomédica, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 18 de febrero de 2016

Aceptado el 22 de julio de 2016

On-line el 23 de noviembre de 2016

Palabras clave:

Variabilidad de la frecuencia cardíaca

Biofeedback cardíaco

Rendimiento cognitivo

R E S U M E N

Antecedentes: El *biofeedback* cardíaco es una técnica electrónica que tiene por finalidad mejorar el bienestar fisiológico y psicológico.

Objetivo: Estudiar los efectos crónicos en el desarrollo cognitivo de niños, de un programa de intervención en formato de juego, basado en el principio de aprendizaje de la autorregulación cardiovascular.

Método: Cincuenta y dos niños de ambos sexos, con una edad promedio de 9.57 (± 0.80) años, distribuidos de manera aleatoria en grupo experimental y control. El grupo experimental realizó una intervención con sesiones de respiración controlada y *biofeedback* cardíaco. El grupo control no realizó ningún tipo de intervención. Fueron analizados índices de variabilidad de la frecuencia cardíaca e índices cognitivos, de los grupos, en el mismo intervalo de tiempo. Los índices de variabilidad de la frecuencia cardíaca se obtuvieron mediante métodos lineales en el dominio tiempo, y métodos no lineales. Los datos se han generado a través de los informes proporcionados por Kubios® y por *software* en formato MATLAB®. El análisis de datos se realizó con el *software* SPSS 22.0 y se utilizó la correlación de Spearman para evaluar el grado de asociación de variables, considerando $p \leq 0.05$.

Resultados: El grupo experimental tuvo un aumento de la actividad parasimpática representada por disminución de la frecuencia cardíaca ($p < 0.008$), aumento de los valores del intervalo entre las ondas R del complejo QRSRR ($p < 0.008$), aumento del índice derivado directamente del RR ($p < 0.026$), del número de intervalos adyacentes que varían por más de 50 ms ($p < 0.038$) y del índice cardíaco vagal ($p < 0.031$). Además, el grupo experimental tuvo mejor rendimiento cognitivo, representado por mayor precisión ($p < 0.012$), estabilidad ($p < 0.012$) y velocidad ($p < 0.01$).

Conclusión: La técnica de *biofeedback* cardíaco produce resultados efectivos en relación con la regulación autonómica y el desarrollo cognitivo de los niños.

© 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/>).

Effects of a game program based on cardiac biofeedback techniques in cognitive development of children

A B S T R A C T

Keywords:

Heart rate variability

Cardiac biofeedback

Cognitive performance

Background: The cardiac biofeedback is an electronic technique that aims to improve the individual's physiological and psychological well-being.

Objective: Study the chronic effects, on children's cognitive development, of a game program intervention based on the principle of self-regulation.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: fevamaral@hotmail.com, fevamaral@gmail.com (F.V. Amaral).

Method: Fifty-two children of both sex, with a mean age of 9.57 (± 0.80) composed the sample, randomized into experimental and control groups. The experimental group held an intervention with breathing pacer sessions and cardiac biofeedback sessions. The control group didn't make any kind of breathing intervention. Heart rate variability and cognitive indexes were analyzed in both groups. Heart rate variability indices were obtained by lineal time and frequency domain, and nonlinear methods. The data was generated through the reports provided by Kubios® and software in MATLAB® format. Data analysis was performed using SPSS 22.0 software and Spearman correlation was used to assess the degree of association of variables, considering $p \leq 0.05$.

Results: The experimental group had an increased of the parasympathetic activity at rest represented by a decrease in the heart rate ($p < 0.008$), increased the interval between R waves of the QRS complex ($p < 0.008$), increased the index derived directly from RR ($p < 0.026$), the number of adjacent intervals that vary by more than 50 ms ($p < 0.038$) and the cardio vagal index ($p < 0.031$). Besides the experimental group had better cognitive performance than the control group: greater accuracy ($p < 0.012$), stability ($p < 0.012$) and speed ($p < 0.01$).

Conclusion: The cardiac biofeedback technique brings effective results regarding autonomic regulation and cognitive development of children.

© 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/>).

Efeitos de um programa de jogo baseado em técnicas de biofeedback cardíaco no desenvolvimento cognitivo de crianças

R E S U M O

Palavras chave:

Variabilidade da frequência cardíaca
Biofeedback cardíaco
Desenvolvimento cognitivo

Antecedentes: O biofeedback cardíaco é uma técnica eletrônica que tem por finalidade o bem-estar fisiológico e psicológico do indivíduo.

Objetivo: Estudar os efeitos crônicos, no desenvolvimento cognitivo de crianças, de um programa em formato de jogo baseado no princípio da aprendizagem de auto regulação cardiovascular.

Método: Cinquenta e dois crianças de ambos os sexos, com idade média de 9.57 (± 0.80) anos, distribuídas de maneira aleatória em grupo experimental e controle. O grupo experimental realizou sessões de respiração controlada e biofeedback cardíaco. O grupo controle não fez nenhum tipo de intervenção respiratória. Em ambos os grupos foram analisados índices de variabilidade da frequência cardíaca e índices cognitivos. Os índices de variabilidade da frequência cardíaca foram obtidos mediante ao domínio linear do tempo e frequência e a métodos não lineares. Os dados foram gerados através de informes proporcionados por Kubios® e por um software em formato MATLAB®. A análise dos dados foi realizada com o software SPSS 22.0 e foi utilizada a correlação de Spearman para avaliar o grau de correlação entre as variáveis, considerando $p \leq 0.05$.

Resultados: O grupo experimental obteve um aumento da atividade parassimpática representada pela diminuição da frequência cardíaca ($p < 0.008$), aumento dos valores do intervalo entre as ondas R do complexo QRS ($p < 0.008$), aumento do índice derivado diretamente do RR ($p < 0.026$), do número de intervalos adjacentes que variam mais de 50 ms ($p < 0.038$) e do índice cardíaco vagal ($p < 0.031$). Além disso, o grupo experimental obteve melhor rendimento cognitivo, representado por maior precisão ($p < 0.012$), estabilidade ($p < 0.012$) e velocidade ($p < 0.01$).

Conclusão: A técnica de biofeedback cardíaco trouxe resultados efetivos em relação a regulação autonômica e ao desenvolvimento cognitivo de crianças.

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

Introducción

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es considerada una medida de la función neurocardíaca que refleja la interacción entre el corazón-cerebro y las dinámicas del sistema nervioso autónomo (SNA)¹. Altos niveles de VFC reflejan una mejora en la capacidad regulatoria del SNA y de aspectos cognitivos y emocionales². Las diferencias individuales se asocian con la capacidad de control de la atención, especialmente en presencia de un estímulo emocional³.

Las dinámicas de la VFC son especialmente sensibles a cambios en el estado emocional. Las emociones positivas y negativas pueden ser fácilmente diferenciadas por los estándares del ritmo cardíaco, independientes de los latidos del corazón⁴. La presencia de estrés puede afectar al cerebro en el área que procesa el conocimiento y la memoria de trabajo, fundamentales para un buen desempeño en el aprendizaje, en las pruebas o en las presentaciones de

trabajos. Las situaciones de presión pueden provocar estrés, pérdida de concentración, atención y un desempeño por debajo del potencial esperado⁵.

La cuadrícula de números (*grid of numbers*, GN) fue desarrollada por el comité de atletismo del bloque de Europa del Este, originalmente con el nombre de *Grade de Harris y Harris* (1984), para que los entrenadores olímpicos lo utilizaran como método para evaluar la capacidad de concentración de los atletas antes de la competición⁶. Este test fue utilizado por primera vez en la antigua Unión Soviética; se exigía que el atleta mirase una cuadrícula con 100 números aleatorios (0-99), divididos en una cuadrícula de 10 × 10, con el mismo tamaño cuadrado. En este juego, el atleta debería registrar la mayor cantidad de números consecutivos, en el menor tiempo posible⁷. Este juego cognitivo puede ser utilizado en varios contextos, incluyendo el educacional. Se evalúa la concentración, la atención selectiva y la memoria de trabajo. El propósito del juego se basa en el desarrollo del proceso cognitivo que, a su vez, es una manifestación

de la actividad neural que depende de la activación de un estímulo más importante y la inhibición o supresión de otros menos importantes⁸.

El buen desempeño de la GN depende de una buena capacidad de tres parámetros básicos: la precisión, la velocidad y la estabilidad.

- Precisión: se refiere a la precisión del jugador durante la tarea, si cometió errores o acertó todas las veces.
- Estabilidad: es una medida de la constancia del jugador al realizar la tarea. Las personas con alta estabilidad varían menos durante la tarea, que tiende a tomar el mismo tiempo para encontrar cada número.
- Velocidad: se refiere a la velocidad a la que se completa la tarea. Es un indicador general de la ejecución de la tarea, lo que motiva al usuario para completar el desafío.

Este indicador está influenciado por todas las capacidades cognitivas básicas mencionadas anteriormente. Se pretende conseguir una elevada velocidad acompañada de un buen nivel de estabilidad y precisión⁷.

El *biofeedback* cardíaco (BFC) es una poderosa herramienta educativa en centros de salud mental y facilita mejoras rápidas y profundas en condiciones tales como la depresión, la ansiedad, el trastorno de pánico, el trastorno de estrés postraumático o el trastorno de hiperactividad⁴. Se basa en el registro de la VFC y/o la respiración, con la finalidad de entrenar el aumento de la coherencia cardíaca⁹⁻¹².

La coherencia cardíaca incluye: aumento de la sincronización entre las dos ramas del SNA, el cambio en el equilibrio autónomo mientras aumenta la actividad parasimpática, una mejora de la sincronización entre el corazón y el cerebro y un ajuste temporal entre los diferentes sistemas oscilatorios fisiológicos⁴. Los efectos de la coherencia se extienden a los dominios cognitivos más complejos, incluyendo la memoria. En cuanto a la optimización del rendimiento, el individuo, en general, no debe estar muy relajado ni muy estimulado. Por lo tanto, en términos psicofisiológicos, la coherencia cardíaca se produce como resultado de una buena sincronización de varios sistemas del cuerpo¹.

En el espectro de potencia de la VFC, la coherencia cardíaca refleja un gran aumento de la energía en el espectro de baja frecuencia (LF), típicamente 0.1 Hz, y una disminución en el espectro de muy baja frecuencia y alta frecuencia (HF)¹. Mourot et al.¹³ se refieren a la supresión en la banda de frecuencia de 0.1 Hz en condiciones de resolución de problemas de demanda cognitiva y la memoria de trabajo. Es decir, el sistema parasimpático tiende a disminuir cuando la demanda cognitiva es alta.

El BFC utiliza un sensor para medir el intervalo entre los latidos cardíacos y mostrar al sujeto las alteraciones cardíacas en una determinada actividad. Las informaciones son interpretadas por programas de ordenador, en los cuales está dispuesto el patrón del SNA a partir de la VFC para que el participante pueda manipular sus variables psicofisiológicas¹⁴. Las principales ventajas de este tipo de sistema son que se basan en determinaciones no invasivas, medidas implícitas y que no requieren mediciones de rendimiento anterior. Por otra parte, las señales son continuas y las respuestas se muestran en tiempo real, por lo que pueden ser evaluadas tanto a corto como a largo plazo¹⁵.

Según Luay y Revett¹⁶, esta herramienta proporciona información sensible acerca de los cambios fisiológicos, de modo general, antes de que la persona sea consciente de la experiencia que está viviendo. Los eventos fisiológicos se convierten en un sistema (en este caso, el ordenador) que reconoce los cambios que la persona está experimentando. De este modo, el BFC, además de ser una herramienta médica, puede ser una gran aliada en las prácticas cognitivas y de enseñanza. Este método es simple, replicable y

estandarizado para los cambios fisiológicos específicos. Además, puede ser fácilmente aprendido por la mayoría de las personas¹¹.

El objetivo de este trabajo fue estudiar los efectos crónicos en el desarrollo cognitivo de niños, de un programa de intervención de 10 min en formato de juego, basado en el principio de aprendizaje de la autorregulación cardiovascular.

Método

Sujetos

La muestra estaba compuesta por 52 alumnos de ambos sexos, inscritos en una de las unidades del programa Atletas del Futuro, proyecto que utiliza el deporte para promocionar la educación y la inclusión social de niños y adolescentes en Brasil. Los participantes fueron distribuidos aleatoriamente en grupo experimental (n = 26) y control (n = 26), con una edad media de 9.57 (\pm 0.80) años.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Federal de Santa Catarina. Los estudiantes y sus responsables fueron debidamente informados del estudio y de la posibilidad de abandonar libremente la investigación, así como de que los sujetos deberían presentar el consentimiento informado firmado por sus responsables.

Diseño experimental

El equipamiento y el *software* utilizados en el presente estudio fueron los siguientes:

- 1) Monitor de frecuencia cardíaca (FC) modelo Polar® RS800CX (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia).
- 2) *Software* Breath Pacer EZ AIR: es un programa de *software* en forma de marcapasos respiratorio. Anima a la persona a inhalar y exhalar el aire a una frecuencia predeterminada¹⁷.
- 3) *Software* BFC (Biomind): el BFC utiliza un sensor para medir el intervalo entre latidos para mostrar los cambios cardíacos de sujetos en una determinada actividad. La información es interpretada por programas de ordenador, que disponen el patrón del comportamiento del SNA. El Biomind fue desarrollado por el *software* HRV (softvfc), creado por el profesor Emilio Takase y Diego Schmaedech (Universidad Federal de Santa Catarina-LECCDS)¹⁷.
- 4) *Software* Audacity: este *software* alimenta con informaciones el *software* Biomind que, a su vez, expone al usuario a los procesos fisiológicos, con el valor de los intervalos de tiempo entre los latidos del corazón (RR) en tiempo real. Esta información se ve en la pantalla del ordenador y el participante puede ver y manipular sus variables psicofisiológicas de la VFC^{14,17}.
- 5) Juego Feel Rio: este juego fue desarrollado en Adobe Flash Platform y tiene una interfaz de comunicación multimodal con el Biomind. El juego utiliza los valores de coherencia cardíaca para controlar la altura y la velocidad de un ala delta. El juego está diseñado para trabajar aspectos biopsicosociales en función de la coherencia cardíaca. El contexto del juego es la ciudad de Río de Janeiro y el jugador se convierte en el piloto de un ala delta que tiene que mantener a una buena altura y velocidad. El mantenimiento de la altura del ala delta varía de acuerdo con los valores de la VFC del jugador. Si el valor anterior de la VFC se incrementa, el ala delta aumenta un punto (son 480 puntos de altura). Si el valor actual de la VFC disminuye, el ala cae un punto. Son tres colores, por lo tanto, tres bandas de colores que cambian de acuerdo con los valores de VFC de cada participante. Este juego fue desarrollado por los profesores Emilio Takase, Ruy Marra y Diego Schmaedech¹⁷.

6) GN: el juego fue desarrollado por Diego Schmaedech y el Laboratorio de Educación del Cerebro, de la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil), con el nombre de *Locktable* disponible en la plataforma BioScada (<https://github.com/BioSCADA>). El juego consiste en una cuadrícula de números donde el sujeto debe hacer clic en los números de una secuencia lógica en el menor tiempo posible¹⁷.

En la primera fase, al grupo de estudiantes del grupo experimental se les presentó, en un primer contacto, el *software* Breath Pacer EZ AIR. Este *software* fue utilizado para el entrenamiento o familiarización con el sistema de *feedback* en cinco sesiones, durante 10 min. En una segunda etapa (también de cinco sesiones) se realizó, con el juego Feel Rio, un entrenamiento BFC, durante un periodo de 10 min^{18,19}.

Para el análisis de las señales fisiológicas y del rendimiento cognitivo, las sesiones fueron precedidas por el análisis de la VFC en reposo, durante un periodo de cinco minutos^{2,10,20,21}, seguido de tres intentos de la GN en cada una de las sesiones. Este procedimiento se realizó tres veces con el mismo intervalo de tiempo.

Los análisis fueron obtenidos de acuerdo con el progreso individual de cada niño, en relación con sus propias señales fisiológicas y el desempeño en la GN. Después, el progreso medio de cada grupo fue comparado para evitar el efecto de las diferencias de la partida en relación con las variables individuales.

El grupo control no realizó ninguna de las intervenciones con la respiración controlada o con el BFC, pero hizo los mismos análisis de VFC y GN que el grupo experimental, en el mismo intervalo de tiempo.

Los datos utilizados para el análisis de la GN fueron exportados del *software Locktable* a una macro de una hoja de cálculo de *Microsoft Excel versión 2013*. De esta macro se tomaron tres índices utilizados para el análisis de la GN: precisión, estabilidad y velocidad. La precisión se calcula a partir del porcentaje de errores; la estabilidad, de la diferencia en el tiempo necesario para hacer clic en cada número de la secuencia (varianza) en los números en milisegundos, mediante el uso de la fórmula $1 / \text{desviación estándar}$; y la velocidad, del tiempo necesario para realizar la tarea.

Cada niño realizó la tarea tres veces. Los valores se obtuvieron a partir del promedio de los valores obtenidos en los tres juegos.

Las evaluaciones utilizadas para formar el diseño estadístico se refieren a tres líneas de base (LB) en reposo, que contenían un período de cinco minutos y cinco minutos referentes a las GN. También se analizaron tres de los cinco días en los que los participantes fueron sometidos al protocolo de Pacer y tres de los cinco días en los que los participantes fueron sometidos al protocolo de BFC.

Para el análisis de la VFC, los datos fueron generados por el *software* Biomind y guardados en formato de texto (txt) con el valor de los RR. Los datos en txt fueron exportados al *software* MATLAB²², un programa para el análisis de la VFC, desarrollado por el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Federal de Santa Catarina^{23,24}.

Las medidas provenientes del *Power spectrum* fueron expresadas como frecuencia estándar, y los parámetros del tiempo fueron los establecidos por el *Task Force of the European Society of Cardiology of the North American Society of Pacing and Electrophysiology*²⁵. Los parámetros del dominio de la frecuencia y los diversos componentes de la VFC fueron derivados de los sucesivos intervalos normales del complejo QRS, utilizando la transformada de Fourier. Se calcularon dos medidas derivadas del análisis del dominio de tiempo de la VFC: el índice estadístico derivado directamente de los RR (SDNN) y el índice estadístico derivado de la raíz cuadrada de la diferencia entre los intervalos RR^{23,24}. A partir del gráfico de Poincaré, en el que cada intervalo RR se representa junto al intervalo RR subsecuente, se calcula el Índice Cardíaco Vagal (*Cardiac Vagal Index*, CVI) como

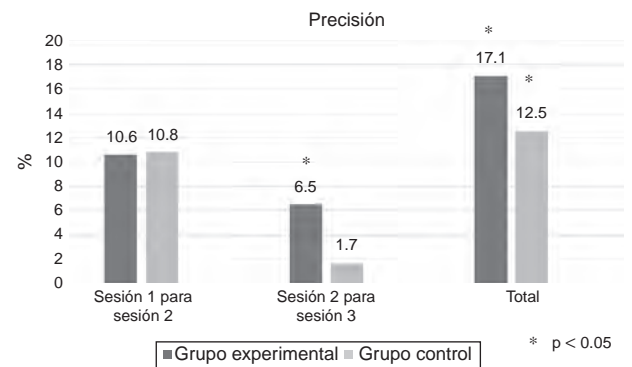


Figura 1. Muestra el desempeño de los grupos experimental y control en relación con el indicador de precisión. Fuente: Amaral³⁰.

$CVI = \log_{10}(T \times L)$, donde T es la extensión del eje transversal y L la del longitudinal.

Análisis estadístico

Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa SPSS versión 22. Se utilizó el análisis MANOVA seguido de un t-test emparejado para comprobar la diferencia entre la LB y la GN en relación con el progreso de cada uno de los niños, en cada fase del experimento y en concordancia con los grupos. Para correlacionar los resultados referentes a la GN y a los índices de VFC fueron realizadas múltiples correlaciones de *Spearman* lineales. Todos los análisis se realizaron con un intervalo de confianza del 95% y $p \leq 0.05$.

Resultados

El indicador de precisión (figura 1) aumentó en el grupo experimental de un 66.2 a un 83.3% de aciertos. En el grupo control, de un 48.4 a un 60.9% de aciertos ($p = 0.003$, $F[1.48] = 9.47$, $n^2 = 463$). O sea, el grupo experimental tuvo un mejor desempeño (17.1%) que el grupo control (12.5%) ($\text{Lambda de Wilks} = 0.002$, $F = 15.58$, $n^2 = 585$).

La estabilidad (figura 2), en la segunda sesión, disminuyó en el grupo experimental un 0.43% ($p < 0.013$) y en el grupo control, un 1.31% ($p < 0.028$). Sin embargo, de la segunda a la tercera sesión, el grupo experimental tuvo una mejora en el indicador estabilidad de un 18% ($p < 0.012$), mientras que el grupo control tuvo una mejora de un 95% ($p < 0.128$).

El indicador velocidad mejoró en el grupo experimental de la primera a la segunda sesión de 0.28 a 0.31 números por segundo ($r^2 = 0.747$; $p = 0.010$) y 0.4 números por segundo en la tercera sesión ($r^2 = 0.733$; $p = 0.013$), totalizando un incremento de un 21.43% ($r^2 = 0.93$; $p < 0.001$).

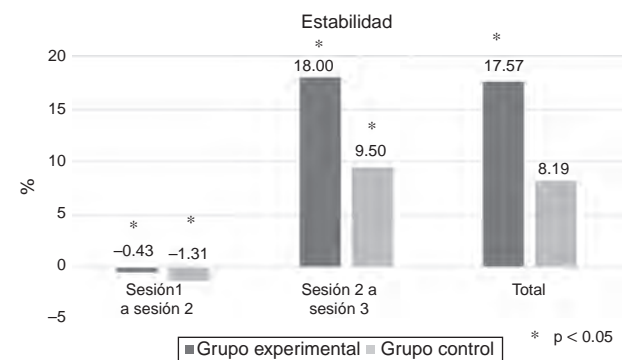


Figura 2. Desempeño de los participantes, en números por segundo, de los grupos experimental y control en relación con el indicador de estabilidad. Fuente: Amaral³⁰.

Tabla 1
Variación de la frecuencia cardíaca durante las 3 líneas de base en los grupos experimental y control

	Línea de base 1	Línea de base 2	Línea de base 3
Grupo experimental (spm)	103.08 ± 23.06	98.69 ± 10.95	100.3 ± 14.53**
Grupo control (spm)	102.3 ± 8.38	103.1 ± 9.8	109.1 ± 12.02

spm: sístoles por minuto.

Los datos se presentan como media ± desviación estándar.

Fuente: Amaral³⁰.

** p < 0.01.

La FC del grupo experimental disminuyó de 103.08 ± 6.40 sístoles por minuto (spm) en LB1 a 100.27 ± 4.38 spm en la LB3 ($r^2 = 0.747$; $p < 0.008$). En el grupo control, la FC aumentó de 102.29 ± 3.17 spm en la LB1 a 109.14 ± 4.54 spm en la LB3.

Según el análisis de la MANOVA, hubo un cambio de patrón en la FC en el grupo experimental entre la intervención con el Pacer y con el BFC ($\text{Lambda de Wilks} = 0.019$, $f = 3.368$ c, $r^2 = 0.545$). El análisis con el *test t* emparejado muestra que la intervención con el BFC fue más efectiva en disminuir la FC que la intervención con el Pacer ($p < 0.009$, $F[1,9] = 7.407$, $n^2 = 849$).

Hubo una diferencia de los valores de RR (tabla 1) del grupo experimental entre la LB1 y la LB2; estos fueron de 591.6 ± 38.1 y de 609.0 ± 24.7 RR ($r^2 = 0.745$, $p < 0.008$). Además, el tratamiento BFC mostró ser más eficaz en comparación con el tratamiento con el Pacer ($p < 0.03$).

El grupo experimental aumentó el poder total de energía de la primera LB hacia la última LB y el grupo control disminuyó de la primera LB hacia la última LB ($\text{Lambda de Wilks} < 0.047$, $F = 2.561$ c, $n^2 = 0.737$), creando así una diferencia entre los grupos ($p < 0.032$). En el grupo experimental hubo un aumento en la SDNN en la LB1 de 40.82 ± 9.21 ms a 44.03 ± 6.87 ms ($p < 0.026$). El índice estadístico derivado de la raíz cuadrada de la diferencia entre los intervalos RR del grupo experimental tuvo un incremento del 2.52% ($p < 0.05$), mientras que en el grupo control disminuyó un 26.78% ($p < 0.02$). El número de intervalos adyacentes que varían por más de 50 ms del grupo experimental aumentó entre la LB1 y la LB3 ($r^2 = 0.898$, $p < 0.038$) y entre la primera cuadrícula de número del GN y la tercera ($r^2 = 0.947$, $p < 0.014$).

El índice cardíaco vagal (CVI) (tabla 2) tuvo un incremento en la LB en el grupo experimental de 2.92 ± 0.19 a 3.07 ± 0.16, mientras que en el grupo control disminuyó de 2.91 ± 0.12 a 2.47 ± 0.22, objetivándose una diferencia al comparar los valores de los grupos ($p < 0.037$). Se observó un mayor incremento en el CVI en las sesiones de BFC ($p < 0.031$, $F[1,7] = 4.550$) en comparación con las sesiones del Pacer. El índice cardíaco simpático del BFC tuvo una caída de la primera (2.35 ± 0.19) a la última (1.88 ± 0.11) sesión del experimento ($p < 0.06$).

El índice de estabilidad, en reposo, estuvo inversamente relacionado con el poder total de energía ($r^2 = -0.650$, $p < 0.01$), el número de intervalos adyacentes que varían por más de 50 ms ($r^2 = -0.756$, $p < 0.01$), el SDNN 0 ($r^2 = -0.645$, $p < 0.01$) y el CVI ($r^2 = -0.528$, $p < 0.05$). La LF ($r^2 = 0.718$, $p < 0.05$) y el índice cardíaco simpático

Tabla 2
Comportamiento del índice cardíaco vagal durante las 3 líneas de base en los grupos experimental y control

	Línea de base 1	Línea de base 2	Línea de base 3
Grupo experimental	2.9 ± 0.19	2.9 ± 0.19	3.1 ± 0.16*
Grupo control	2.9 ± 0.12	2.8 ± 0.20	2.5 ± 0.22*

Los datos se presentan como media ± desviación estándar.

Fuente: Amaral³⁰.

* p < 0.05.

($r^2 = 0.766$, $p < 0.01$) estuvieron positivamente relacionados con la estabilidad.

Durante la GN, el SDNN ($r^2 = 0.674$, $p < 0.05$), el número de intervalos adyacentes que varían por más de 50 ms ($r^2 = 0.727$, $p < 0.05$), el RR ($r^2 = 0.733$, $p < 0.05$), el HF ($r^2 = 0.747$, $p < 0.05$) y el CVI ($r^2 = -0.720$, $p < 0.05$) estuvieron relacionados con mayores valores de precisión.

Además, la precisión estuvo correlacionada con la razón LF/HF; o sea, el mayor porcentaje de aciertos en el juego estuvo entre los números 0.5 y 2 de la razón LF/HF.

Discusión

La muestra inicial consistió en 52 niños distribuidos de manera aleatoria en grupo experimental y grupo control, participantes del programa *Atletas del Futuro*, en Brasil. En la muestra utilizada para este estudio no hubo diferencias significativas en cuanto a género, con valores de RR, SDNN, índice estadístico derivado de la raíz cuadrada de la diferencia entre los intervalos RR e índices generados por la GN.

Los estudiantes del grupo experimental mejoraron sus capacidades cognitivas, como demuestra la mejora de los indicadores del juego GN. Este efecto se asocia a una disminución de la actividad parasimpática durante el juego. El control cognitivo se refiere a los procesos mentales implicados en el mantenimiento de la información deseada activa, sin inhibir la información necesaria²⁶. Thayer et al.²⁷ plantean que la inhibición es un aspecto que se destaca de otras facetas del control cognitivo. La inhibición es un mecanismo central en el que los individuos producen respuestas adecuadas a los diferentes contextos; las respuestas individuales de la VFC reflejan el grado en que estos procesos inhibitorios parecen ser más efectivos³. La precisión fue correlacionada con índices referentes a la actividad parasimpática. Esto indica que el estado de calma y relajación inducida por el sistema nervioso parasimpático representa una mayor precisión durante el juego²⁸.

Según los resultados de este estudio ilustrados en la figura 1, la estabilidad se correlacionó inversamente con los índices relacionados con la actividad parasimpática. Por otra parte, la estabilidad se correlacionó positivamente con otros índices, predominantemente con la actividad simpática. Estos resultados llevan a la conclusión de que para tener una buena estabilidad durante el juego, lo interesante es que la persona no tenga demasiado activado el sistema parasimpático, ni excesivamente relajado, y que tenga un equilibrio entre el estado de calma y alerta. Los niños que no logran estabilizarse durante el juego sufren menos la influencia de factores externos (medio) e internos (emocionales) durante las evaluaciones, o incluso durante el aprendizaje¹⁴.

Estos resultados están de acuerdo con el estudio de Blumenstein¹⁸, en el que los estudiantes participaron en un juego similar a GN donde debían colocar, en el menor tiempo posible, 15 piezas en orden secuencial. Este autor concluyó que las personas que estaban realizando un entrenamiento mental, basado en los patrones de respiración, especialmente aquellos que estaban realizando entrenamiento con el BFC, tendieron a mejorar su rendimiento en el juego. En el estudio de Greenlees et al.⁶ se ha examinado la eficacia de GN en un juego de fútbol americano universitario, demostrando que la GN no causó efecto significativo en la tarea de aprendizaje, lo que indica la validez de la formación BFC, con respecto a la mejora de los índices de rendimiento y desarrollo cognitivo de los niños que participaron en este estudio.

Otro factor importante en este trabajo fueron los informes de los estudiantes que tenían problemas para concentrarse, incluso durante la respiración controlada cuando se llevo a cabo la actividad de la BFC y entraron en un estado de coherencia emocional, es decir, cuando en el juego de ala delta Feel Rio volaron, los

estudiantes consideraron que el tiempo pasó rápido. Estos informes colaboran en afirmar la teoría. Se observó un aumento de la actividad parasimpática y una disminución de la actividad simpática en el grupo experimental. El equilibrio del SNA y la sensación subjetiva provocada por este de «claridad mental» o «atención relajada» hacen que el tiempo parezca «pasar más rápido»⁴.

Este efecto podría justificarse en los resultados de la investigación de McCraty et al.²⁹, que demuestran que la combinación de la FC y la autoinducción de un estado emocional positivo facilitan la coherencia en el SNA. Cuando la dinámica corazón-cerebro se armoniza, las informaciones de las capacidades de procesamiento del cerebro se modifican. Estos cambios potencialmente aumentan la capacidad de mejorar cómo ver la discriminación y las habilidades motoras.

Por tratarse de un programa para familias de renta baja, a estos niños nunca se les había presentado la posibilidad de la utilización de una técnica de concentración y control mental. La creación de *software* en formato de juego, con reproductor de señales fisiológicas de VFC del propio individuo, aparece como una estrategia eficaz para ayudar en el aprendizaje de la autorregulación fisiológica y, en consecuencia, la modulación del SNA.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. McCraty R, Atkinson MA, Tomasino BA, Bradley RT. The coherent heart. Heart-brain interactions, psychophysiological coherence, and the emergence of system-wide order. *Integral Review*. 2009;5(2):10–15.
2. Quintana M, Guardia J, Sánchez-Benavides G, Aguilar M, Molinuevo JL, Robles A, et al. Using artificial neural networks in clinical neuropsychology: High performance in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2012;34(2):195–208.
3. Park G, Thayer JF. From the heart to the mind: Cardiac vagal tone modulates top-down and bottom-up visual perception and attention to emotional stimuli. *Front Psychol*. 2014;5:278.
4. McCraty R, Tomasino D. Heart Rhythm Coherence Feedback: A new tool for stress reduction, rehabilitation, and performance enhancement. First Baltic Forum on Neuronal Regulation and Biofeedback. Riga (Latvia), 2-5 de noviembre de 2004.
5. Ramirez G, Beilock SL. Writing about testing worries boosts exam performance in the classroom. *Science*. 2011;331(6014):211–3.
6. Greenlees IA, Nunn RL, Graydon JK, Maynard IW. The relationship between collective efficacy and precompetitive affect in rugby players: Testing Bandura's model of collective efficacy. *Percept Mot Skills*. 1999;89(2):431–40.
7. Gould D, Weinberg RS. Foundations of sport and exercise psychology. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 1999.
8. Houghton G, Tipper SP. Inhibitory mechanisms of neural and cognitive control: Applications to selective attention and sequential action. *Brain Cogn*. 1996;30(1):20–43.
9. Lehrer PM, Vaschillo E, Vaschillo B. Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: Rationale and manual for training. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2000;25(3):177–91.
10. Lehrer PM, Vaschillo E, Vaschillo B, Lu SE, Eckberg DL, Edelberg R, et al. Heart rate variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow. *Psychosom Med*. 2003;65(5):796–805.
11. Lehrer PM, Vaschillo E, Vaschillo B, Lu SE, Scardella A, Siddique M, et al. Biofeedback treatment for asthma. *Chest*. 2004;126(2):352–61.
12. Vlemingx E, Abelson JL, Lehrer PM, Davenport PW, van Diest I, van den Bergh O. Respiratory variability and sighing: A psychophysiological reset model. *Biol Psychol*. 2013;93(1):24–32.
13. Mourou L, Bouhaddi M, Perrey S, Cappelle S, Henriot MT, Wolf JP, et al. Decrease in heart rate variability with overtraining: Assessment by the Poincaré plot analysis. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2004;24(1):10–8.
14. Thurber MR, Bodenhamer-Davis E, Johnson M, Chesky K, Chandler C. Effects of heart rate variability coherence biofeedback training and emotional management techniques to decrease music performance anxiety. *Biofeedback*. 2010;38(1):11.
15. Dirican AC, Göktürk M. Psychophysiological measures of human cognitive states applied in human computer interaction. *Procedia Comput Sci*. 2011;3:1361–7.
16. Luay M, Revett K. On the applicability of heart rate for affective gaming. Paper read at 15th WSEAS International Conference on Computers, Part of the 15th WSEAS CSCC Multiconference. Corfu Island, Greece, July 15–17, 2011.
17. Takase E, Santos C, Caminha L Jr, Schmaedech D, Soares MC. Conhecendo o cérebro através dos jogos cognitivos: a popularização e difusão do conhecimento neurocientífico. Livro Digital. Florianópolis: Edição DiegoSchmaedech; 2015.
18. Blumenstein BA. Medical research data. *Control Clin Trials*. 1995;16(6):453–5.
19. Xing-Sheng Y, Yong-Zhi L, Jie-Xin L, Yu-Qing G, Zhang-Huang C, Chong-Fa Z, et al. Genetic influence on baroreflex sensitivity in normotensive young men. *Am J Hypertens*. 2010;23(6):655–9.
20. Lehrer P, Karavidas MK, Lu SE, Coyle SM, Oikawa LO, Macor M, et al. Voluntarily produced increases in heart rate variability modulate autonomic effects of endotoxin induced systemic inflammation: An exploratory study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2010;35(4):303–15.
21. Thayer JF, Ahs F, Fredrikson M, Sollers JJ 3rd, Wager TD. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012;36(2):747–56.
22. Tarvainen MP, Niskanen JP, Lipponen JA, Ranta-Aho PO, Karjalainen PA. Kubios HRV—Heart rate variability analysis software. *Comput Methods Programs Biomed*. 2014;113(1):210–20.
23. Ponnusamy A, Marques JL, Reuber M. Comparison of heart rate variability parameters during complex partial seizures and psychogenic nonepileptic seizures. *Epilepsia*. 2012;53(8):1314–21.
24. Ponnusamy A, Marques JL, Reuber M. Heart rate variability measures as biomarkers in patients with psychogenic nonepileptic seizures: Potential and limitations. *Epilepsy Behav*. 2011;22(4):685–91.
25. Ryan TJ, Anderson JL, Antman EM, Braniff BA, Brooks NH, Califf RM, et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with acute myocardial infarction: Executive summary. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Acute Myocardial Infarction). *Circulation*. 1996;94(9):2341–50.
26. Braver TS. The variable nature of cognitive control: A dual mechanisms framework. *Trends Cogn Sci*. 2012;16(2):106–13.
27. Thayer JF, Hansen AL, Saus-Rose E, Johnsen BH. Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: The neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. *Ann Behav Med*. 2009;37(2):141–53.
28. McCraty R, Atkinson M, Tomasino D, Goelitz J, Mayrovitz HN. The impact of an emotional self-management skills course on psychosocial functioning and autonomic recovery to stress in middle school children. *Integr Physiol Behav Sci*. 1999;34(4):246–68.
29. McNeilly AS, Souza CJ, Baird DT, Swanston IA, McVerry J, Crawford J, et al. Production of inhibin A not B in rams: Changes in plasma inhibin A during testis growth, and expression of inhibin/activin subunit mRNA and protein in adult testis. *Reproduction*. 2002;123(6):827–35.
30. Amaral FV. Effects of breathing techniques and HRV biofeedback on cognitive performance of children: Analysis of linear and not linear metrics of heart rate variability [tesis doctoral]. Málaga: Facultad de Medicina, Universidad de Málaga; 2014.

Original

Ahogamientos asociados con piscinas implicados en casos judiciales de España, 2000-2015



J.J. Gámez de la Hoz^{a,*} y A. Padilla Fortes^b

^a Servicio de Salud Pública, Distrito Sanitario Costa del Sol, Servicio Andaluz de Salud, Málaga, España

^b Unidad de Prevención de Riesgos Laborales, Distrito Sanitario Málaga, Servicio Andaluz de Salud, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 10 de mayo de 2016

Aceptado el 7 de julio de 2016

On-line el 24 de noviembre de 2016

Palabras clave:

Ahogamiento

Piscinas

Vigilancia

Sumersión

Salvamento acuático

Seguridad

Salud ambiental

Mortalidad infantil

R E S U M E N

Objetivo: Los ahogamientos representan una de las principales causas de mortalidad externa a nivel mundial. El objetivo fue conocer las características del proceso de ahogamiento y su conexión con las condiciones de seguridad de las piscinas de uso colectivo.

Método: Se realizó un estudio observacional descriptivo utilizando datos de fuentes judiciales con emplazamiento en la población española durante 2000-2015. Se investigaron datos sociodemográficos, tipos de instalaciones, actividad previa que realizaba la víctima, factores de riesgo y la causa principal del suceso lesivo.

Resultados: Se registraron un total de 56 ahogamientos en piscinas, de los que 49 fallecieron. Un 76.8% eran varones, 71.4% menores de edad y el grupo más vulnerable (32.4%) fue el de 5-10 años. El 37.5% de las víctimas no sabía nadar y el 60.7% no estaban solas. Los sucesos se localizaron más habitualmente en piscinas municipales (46.4%). Entre las causas más frecuentes de ahogamiento destacaron la culpa in vigilando del socorrista (19.64%), deficiente supervisión del niño por un adulto (17.86%) y la conducta imprudente de la víctima (14.29%). Se identificaron factores de riesgo relacionados con deficiencias o ausencia de medidas pasivas: barrera de protección del vaso (7.1%), equipamiento de salvamento acuático (7.1%), visibilidad de zona de baño (3.6%) y toma de aspiración de agua desprotegida (1.8%).

Conclusiones: Los ahogamientos continúan siendo una importante causa de mortalidad en piscinas de uso colectivo. Para reducir las tasas de ahogamiento y evitar una devaluación de las condiciones de seguridad que malogren los objetivos preventivos es preciso cumplir rigurosamente las normas reglamentarias de piscinas y diseñar estrategias de intervención específicas.

© 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/>).

Drownings associated with swimming pools concerned in judicial cases from Spain, 2000-2015

A B S T R A C T

Objective: Drownings represent one of the main external causes of mortality worldwide. Our objective was to determine the characteristics of the process of drowning and its connection to the safety conditions of collective use swimming pools.

Method: A descriptive observational study using data from judicial sources was conducted with setting in Spanish population during the period of 2000-2015. Socio-demographic data, types of facilities, previous activity held by the victim, risk factors and the main cause of the injurious event were investigated.

Results: A total of 56 drowning in swimming pools, of which 49 died, were recorded. There were 76.8% males, 71.4% underage and children 5-10 years were the most vulnerable group (32.4%). 37.5% of victims didn't know how to swim and 60.7% were not alone. Critical events were commonly found in municipal swimming pools (46.4%). Among the most frequently causes of drowning were included: faults in life-guards' vigilance (19.64%), poor adult supervision for children (17.86%) and the reckless behavior of the victim (14.29%). There were identified risk factors related to deficiencies or absence of passive measures:

Keywords:

Drowning

Swimming pools

Surveillance

Submersion

Aquatic rescue

Safety

Environmental health

Child mortality

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: joaquinj.gamez.sspa@juntadeandalucia.es (J.J. Gámez de la Hoz).

pool fencing (7.1%), equipment of aquatic rescue (7.1%), visibility of bathing area (3.6%) and unprotected water drain suction (1.8%).

Conclusions: The drownings remain an important cause of death in swimming pools for public use. To reduce drowning rates and to avoid a downgrading of safety standards that have a negative effect on preventive aims, the swimming pools code must be rigorously complied as well as to design specific intervention strategies.

© 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/>).

Afogamentos associados com piscinas em casos judiciais de Espanha, 2000-2015

R E S U M O

Palavras-chave:

Afogamento
Piscinas
Vigilância
Submersão
Salvamento aquático
Segurança
Saúde ambiental
Mortalidade infantil

Objetivo: Afogamentos representam uma das principais causas externas de mortalidade no mundo. O objetivo era conhecer as características do processo de afogamento e sua conexão com as condições de segurança das piscinas.

Método: Foi realizado um estudo observacional descritivo, usando dados de fontes judiciais com localização na população espanhola para o período 2000-2015. Foram investigados dados sócio-demográficos, tipos de instalações, atividade anterior realizada a vítima, fatores de risco e a principal causa do evento prejudicial.

Resultados: Um total de 56 afogamentos ocorreu em piscinas, das quais 49 morreu. 76.8% eram machos, 71.4% menor e o grupo etário mais vulnerável (32.4%) foi o de 5-10 anos. 37.5% das vítimas não sabia nadar e 60.7% não estavam sozinhos. Eventos foram mais comumente encontrados em piscinas municipais (46.4%). Entre as causas mais frequentes de afogamento enfatizou falhas na vigilância dos salva-vidas (19.64%), supervisão pobre da criança por um adulto (17.86%) e o comportamento imprudente da vítima (14.29%). Foram identificados factores de risco associados a deficiências ou a ausência de medidas passivas: barreiras de protecção (7.1%), equipamentos de resgate aquático (7.1%), visibilidade na área de banho (3.6%) e bocal de aspiração de água desprotegido (1.8%).

Conclusões: Os afogamentos continuam sendo uma importante causa de mortalidade em piscinas para uso público. Para reduzir os índices de afogamentos e para evitar uma desvalorização das condições de segurança que estragam os objectivos de prevenção, nós deve respeitar rigorosamente as normas reguladoras das piscinas tão bem como o desenhar estratégias de intervenção específicas.

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

Introducción

Las actividades en el medio acuático ocupan un lugar preferente durante el tiempo de ocio de turistas y veraneantes. El conocimiento de los riesgos, a los que estamos expuestos en tales ambientes, permite prevenir daños y establecer medidas de protección para la salud. Entre ellos, los ahogamientos son considerados un problema prioritario de salud a escala mundial¹. En España este tipo de suceso ha alcanzado una posición destacada entre las causas más prevalentes de mortalidad con una tasa promedio de 5.1/100 000 hab./año y representa la primera causa externa de muerte en niños de entre uno y cuatro años². Adicionalmente se han identificado secuelas en grupos de víctimas que logran sobrevivir al proceso de ahogamiento^{3,4}, que abarcan desde cambios de comportamiento, dificultades respiratorias, daños neurológicos severos hasta estados de gran invalidez.

Las piscinas de uso colectivo han sido identificadas como una de las instalaciones donde más asiduamente tienen lugar muertes por ahogamiento frente a otros cuerpos de agua^{5,6}. La industria turística española recibió en 2015 un promedio de 68 millones de visitantes proclives a utilizar las instalaciones acuáticas de alojamientos turísticos y potencialmente expuestos a peligros para su salud e integridad física, generalmente asociados con las condiciones de seguridad de las piscinas aunque sin obviar otros factores como la edad, limitaciones funcionales, estilos de vida, comportamiento del bañista, etc. En este sentido los reglamentos sanitarios de piscinas de cada comunidad autónoma obligan a los titulares y proveedores de servicios a adoptar las medidas necesarias para evitar que se produzcan daños para la salud. No obstante existe

una gran variabilidad en la forma en que cada legislador regula las especificaciones técnicas para prevenir muertes y lesiones en las piscinas.

Pese al preocupante número de ahogamientos que se producen, tanto a nivel nacional como europeo, la cifra de estudios sobre las causas que desencadenan este suceso es muy reducida y se encuentran limitados por el tipo de fuente de datos utilizada, no diseñadas con finalidad investigadora, generalmente basados en registros forenses⁷ y de urgencias pediátricas⁸, incluso fuentes periodísticas⁹. Todas estas fuentes tienen, entre sus limitaciones, el desconocimiento del cómo y porqué ocurren los ahogamientos. Frente a esta situación, el uso de datos procedentes de fuentes judiciales posibilita identificar las circunstancias particulares que rodean a las muertes debidas a ahogamientos, por ejemplo, lo que hacía la víctima antes del suceso, medidas de seguridad existentes, medios y servicios de vigilancia, condiciones de salud del bañista, entre otras. Es decir, estas fuentes aportan datos susceptibles de análisis y tratamiento estadístico que pueden servir para conocer los mecanismos causales y facilitar abordajes específicos en la prevención de ahogamientos.

Con la presente investigación nos proponemos el estudio de casos judiciales de ahogamiento para caracterizar los mecanismos y factores que contribuyeron a la producción del suceso. Para dicho propósito nuestro objetivo ha sido conocer las características del proceso de ahogamiento y su conexión con las condiciones de seguridad de las piscinas de uso colectivo. Un objetivo complementario consistió en describir la distribución de factores de riesgo de ahogamiento y reflexionar sobre las implicaciones para la salud pública que ayuden a impulsar intervenciones preventivas.

Método

El diseño de este estudio fue observacional y consistió en un análisis descriptivo. La unidad de análisis fue la sentencia judicial, definida como la resolución o acto jurisdiccional que «decida definitivamente el pleito o causa, en cualquier instancia o recurso, o cuando según las leyes procesales deban revestir esta forma», indexada en una base de datos jurídicos nacional.

El análisis se acotó cronológicamente al período 2000-2015, con emplazamiento en piscinas de uso colectivo instaladas en el territorio español. Como fuente de identificación de documentos se ha utilizado la base de datos del Centro de Documentación Judicial del Consejo General del Poder Judicial en España. El acceso a esta base de datos se realizó durante el mes de marzo del 2016, utilizando la herramienta de búsqueda CENDOJ del sistema de jurisprudencia. El criterio de búsqueda para capturar las sentencias judiciales se basó en el uso de los descriptores (piscina AND ahoga*) en el campo «texto a buscar».

Para la definición de caso se ha considerado que un ahogamiento es el proceso que produce insuficiencia respiratoria primaria tras la sumersión o inmersión en un medio líquido¹⁰. La víctima puede vivir o morir después de este proceso, pero cualquiera que sea el resultado, ha estado involucrada en un episodio de ahogamiento.

Criterios de inclusión: de cada registro recuperado se seleccionaron aquellos en los que se identificó un evento asociado a un episodio de ahogamiento en las instalaciones de piscinas de uso público y privado (comunidades de propietarios, colegios o similares), definidas según los criterios técnico-sanitarios de las piscinas establecidos por el Ministerio de Sanidad¹¹. Se excluyeron las piscinas privadas unifamiliares por encontrarse fuera del ámbito de aplicación de los reglamentos autonómicos de piscinas. Como resultado de esta búsqueda se recuperaron un total de 55 sentencias judiciales con 56 ahogamientos (en una sentencia se abordan dos casos de ahogamiento de dos hermanas) objeto de análisis.

A partir del análisis de contenidos y extracción de información de las resoluciones judiciales se creó una base de datos para el estudio de las siguientes variables: provincia, fecha del suceso, tipo de piscina, sexo, grupo de edad, actividad física que realizaba la víctima inmediatamente antes de ahogarse, factores de riesgo que contribuyen a que se produzca u origine la lesión, causa primaria (actos inseguros y condiciones peligrosas presentes en el ambiente).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis cuantitativo y se confeccionaron diferentes presentaciones gráficas (histograma de frecuencias, mapa de coropletas, tablas), utilizando el software Microsoft®Excel 2010 v.14 para Windows 10. Para el control de calidad de la información se ha realizado una revisión por pares, corrigiendo los posibles errores en la entrada de datos.

Resultados

Durante un período de 15 años, 56 casos de ahogamiento en piscinas fueron motivo de litigio judicial en España, de los que 49 fallecieron. Se registró un 12.5% de casos sin desenlace mortal pero con graves secuelas clínicas, principalmente lesiones neurológicas hasta casos en estado vegetativo. La proporción de ahogados fue superior en varones (76.8%), estimando una razón por sexo de 3:1. Los menores de edad representaron el 71.4% de los casos. Para los incidentes con datos detallados (n = 37), la media de edad fue de 10 años, el grupo de edad conocida más vulnerable fue el de 6 años (n = 4), mientras que la franja de edad con mayor índice de ahogamientos (32.4%) fue la comprendida entre 5-10 años (fig. 1).

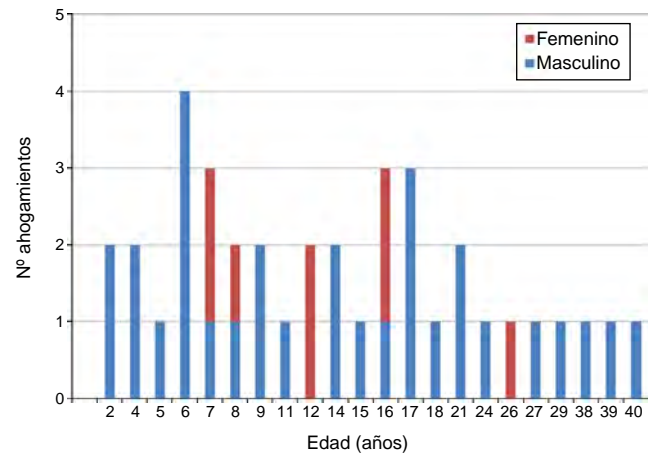


Figura 1. Distribución por sexo y edad de víctimas de ahogamiento en piscinas (n = 38).

Las piscinas de titularidad municipal fueron el tipo de instalación donde mayoritariamente (48.42%) tuvo lugar el suceso, seguidas por las comunidades de propietarios (14.3%), parques acuáticos (12.5%), alojamientos turísticos (10.7%), campamentos (7.1%), colegio (1.8%), gimnasio (1.8%), club de tenis (1.8%) y residencia para discapacitados (1.8%). De cada cinco casos conocidos, cuatro tuvieron lugar en período estival, siendo el mes de julio el de mayor siniestralidad (n = 18). Los sucesos acontecieron en 13 comunidades autónomas (CC. AA.), de las que Cataluña contribuyó con el 32.1% de los casos, seguida por la Comunidad Valenciana y Andalucía (fig. 2). La provincia donde más ahogamientos se identificaron fue Barcelona (n = 8).

El 35.7% de los episodios documentados ocurrieron mientras la víctima se bañaba, sin hacer mención a una actividad peligrosa que a priori estuviese relacionada con una situación de riesgo vital. En similar proporción (32.1%) la víctima cae inesperadamente al vaso. Entre las actividades que realizaba la víctima inmediatamente antes de ahogarse se han identificado diferentes tipos de ejercicios acuáticos (buceo: 5.4%; apnea: 3.6%; natación: 3.6%; psicomotricidad: 1.8%) que tienen en común estar asociados con la hiperventilación pulmonar. En una ocasión el ahogamiento estuvo provocado por un atrapamiento bajo el agua por succión de una extremidad al subir por la escalera de la piscina.

En la tabla 1 se muestran los factores identificados que podrían incrementar el riesgo de ahogamiento sin que ello implique una relación causa-efecto. La mayoría de las víctimas eran sujetos

Tabla 1
Factores de riesgo contribuyentes a los ahogamientos (n = 56)

Factor de riesgo	N	Frecuencia (%)
Incapacidad para nadar	21	37.5
Servicio de socorristas deficiente	17	30.4
Fallos en la vigilancia y control	16	28.6
Descuido del adulto en la custodia	10	17.9
Carga elevada de bañistas	9	16.1
Patologías previas (diabetes, cardiopatía, alergia, epilepsia)	8	14.3
Choque térmico	7	12.5
Hiperventilación voluntaria	5	8.9
Discapacidad psíquica-física	5	8.9
Medios insuficientes de salvamento	4	7.1
Sin barrera de protección del vaso	3	5.4
Consumo de alcohol y drogas	2	3.6
Falta de capacitación en salvamento	2	3.6
Visibilidad limitada de la zona de baño	2	3.6
Puerta abierta de la barrera de protección	1	1.8
Bañista en tratamiento farmacológico	1	1.8
Toma de aspiración de agua desprotegida	1	1.8

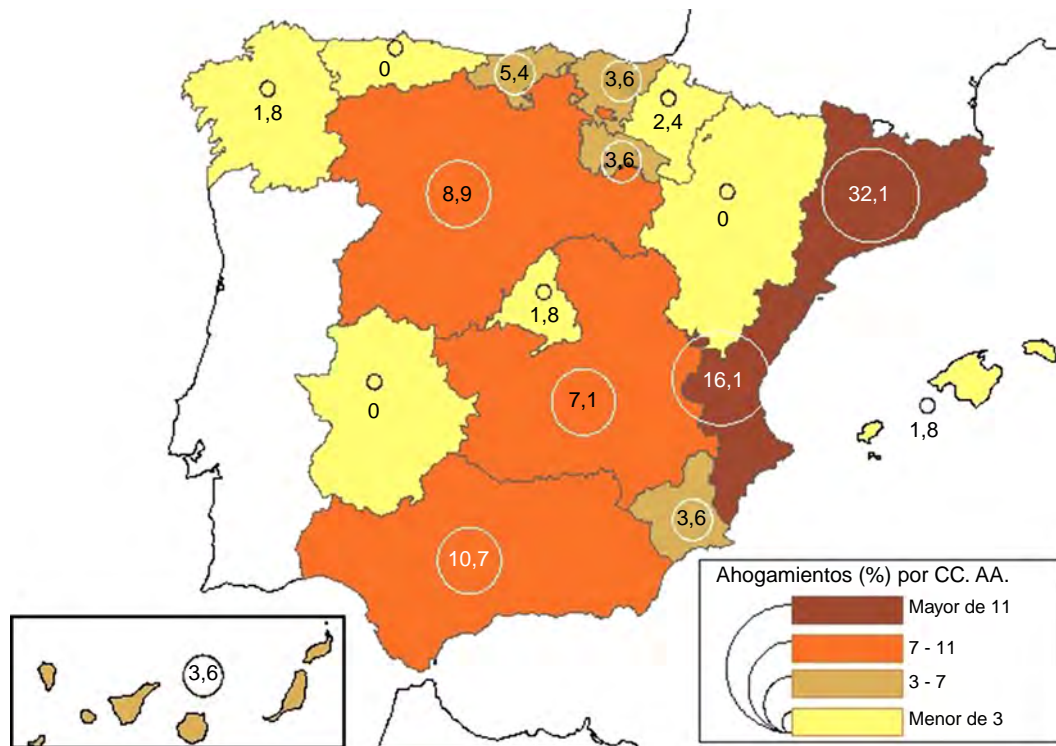


Figura 2. Distribución territorial por CC. AA. de víctimas de ahogamiento en piscinas (n=56).

sanos, tres presentaban enfermedades subyacentes (alergia respiratoria, cardiopatía y diabetes) y cinco bañistas eran discapacitados psíquico-físicos que sufrieron ataques epilépticos. Sin embargo, el 37.5% de los casos no sabía nadar y no estaban asistidos por medios de flotación. El consumo de alcohol y drogas estuvieron presentes en dos casos, y en otro, la víctima se bañaba bajo los efectos de medicamentos. Entre los factores contribuyentes por causas externas, siete casos fueron diagnosticados por síncope de hidrocución.

En el 16.1% los ahogamientos ocurren en piscinas sin socorristas y sorprendentemente en más de la mitad de ellas (60.7%) el suceso tiene lugar en presencia de otros bañistas. El servicio de salvamento acuático se consideró deficiente en el 30.36% de los casos. Una considerable proporción de ahogamientos (17.9%) no fueron detectados por los padres responsables de la vigilancia de sus hijos ni por los monitores al cargo de discapacitados. En cuanto a las medidas pasivas de seguridad, en un pequeño porcentaje (5.4%) se constató que el vaso carecía de barrera perimetral de protección para impedir el acceso de los niños. En una ocasión y pese a existir dicho cerramiento, una niña murió asfixiada por sumersión tras acceder al vaso por la puerta que se encontraba abierta.

Entre las medidas de vigilancia y control que se reconocieron infringidas predominaron la culpa in vigilando del socorrista o monitor (19.64%) y el descuido en la supervisión infantil por parte de los adultos a su cargo (17.86%). En cinco casos se consideró que el socorrista hizo dejación de sus funciones al abandonar su puesto para otros menesteres ajenos a su cometido profesional y en dos ocasiones se constató que se demoró en su actuación (tabla 2). En 29 casos quedó documentado que la víctima recibió primeros auxilios, básicamente reanimación cardiopulmonar, de los que 12 fallecieron tras su ingreso hospitalario. Cinco piscinas no contaban con servicio de socorristas estando obligado a tenerlo y en otras tres el número de socorristas era inferior al estipulado normativamente. Los tribunales de justicia dictaminaron en el 14.29% de los pleitos que el comportamiento poco precavido o arriesgado del bañista fue determinante en el origen causal del desenlace.

Tabla 2

Análisis causal: condiciones y actos implicados en los ahogamientos (n=56)

Causas primarias	N	Frecuencia (%)
Culpa in vigilando del socorrista/monitor	11	19.64
Lapsus de supervisión del adulto	10	17.86
No documentadas/sin sustrato probatorio	10	17.86
Casos fortuitos	9	16.07
Conducta imprudente del bañista	8	14.29
Abandono del puesto de socorrista	5	8.93
Sin servicio de socorristas	4	7.14
Insuficiente dotación de socorristas	3	5.36
Insuficiente equipamiento para rescate y auxilio	3	5.36
Dilación indebida del socorrista	2	3.57
El vaso carece de barrera de protección	1	1.79
Falta rejilla protectora en toma de aspiración	1	1.79

Además se incumplieron medidas preceptivas de seguridad (8.9%) como la dotación suficiente y adecuada de equipamientos para salvamento y rescate acuático, cerramiento de la zona de baño y la protección adecuada de tomas de recirculación del agua del vaso para evitar la succión o atrapamiento del bañista.

Discusión

Los ahogamientos siguen siendo una importante causa de mortalidad en piscinas de uso colectivo. Nuestros hallazgos muestran una amplia visión de los mecanismos causales y tipos de factores que contribuyen a incrementar el riesgo de ahogamiento. Los resultados de esta investigación reflejan que no hay un mecanismo causal común, sino que cada suceso tiene un escenario único.

Conforme a otros estudios, las características de los ahogamientos variaron por grupo de edad¹², sexo¹³ y tipo de instalación¹⁴. Los episodios en los varones triplicaron a los del sexo femenino, valores similares a los obtenidos por otros autores¹⁵. El grupo de edad más vulnerable fue el de seis años en concordancia con otros estudios¹⁶, aunque se observó un segundo pico de casos en la franja

de 16-17 años, que en parte tienen que ver con el afán juvenil de experimentar emociones durante el ocio. A la vez, la incidencia de los ahogamientos se incrementa con el verano y en el área mediterránea, enclave eminentemente turístico. Sin embargo, el tipo de emplazamiento donde más frecuentemente se producen los ahogamientos es en piscinas municipales, lo que contrasta con el hecho de que las corporaciones locales ostentan competencias reguladoras y cuentan con más medios y recursos para la seguridad de los bañistas.

Para comprender las causas del ahogamiento también hay que dilucidar la conducta participativa de la propia víctima¹⁷. Existen evidencias de que el estado de salud del bañista¹⁸⁻²⁰ y la intoxicación por alcohol y drogas^{21,22} son factores que pueden propiciar un ahogamiento. En nuestro estudio las manifestaciones más frecuentes fueron los desórdenes epilépticos identificados en cinco discapacitados psíquicos y el consumo de alcohol por dos adultos. Además registramos casos con enfermedades subyacentes de tipo respiratorio, cardíaco y diabetes, aunque su papel es más difícil de evaluar. Por ello es conveniente que, sin menoscabo del consejo médico, las normas de régimen interno expuestas al público en las piscinas incluyan advertencias para los bañistas cuyas condiciones de salud predispongan a un mayor riesgo de ahogamiento.

El hecho de que en más de la mitad de los casos la víctima no se encontraba sola, indica que los ahogamientos pueden pasar fácilmente desapercibidos. En un breve lapso de tiempo y en instalaciones poco profundas (bañeras, piscinas domésticas y vasos de chapoteo) puede producirse la asfixia por sumersión. Por ello una vigilancia eficaz del bañista es una de las medidas más útiles para reducir la mortalidad por ahogamientos no intencionados²³. Aproximadamente en uno de cada cinco casos los jueces estimaron que, frente a otras infracciones, una distracción o descuido de un adulto en la supervisión del niño fue clave en el desenlace. Es decir, las medidas pasivas de seguridad en las piscinas complementan a la función de vigilancia de los niños, pero sin que deban intercambiarse entre sí, ni confiar esa responsabilidad a un familiar joven o al propio socorrista que está al cargo de todos los bañistas²⁴. A este respecto siete CC. AA. prohíben el baño de los menores de entre seis y ocho años sin el acompañamiento de un adulto responsable, al margen de las condiciones de seguridad de la piscina. Nuestra recomendación es que esta medida se haga efectiva y extensible a todas las piscinas del país.

Generalmente los reglamentos autonómicos de piscinas estipulan la dotación de uno o varios socorristas a partir de 200 m² de superficie de lámina de agua, con la salvedad de aquellos donde es preceptivo un servicio de salvamento acuático frente a la presencia física de un socorrista. La figura del socorrista disuade de conductas peligrosas a los bañistas ayudando a reducir la siniestralidad, aunque también puede exhibir un falso sentido de seguridad cuando se incumplen los deberes y obligaciones^{25,26}. Aun así el público tiende a pensar que el responsable de cualquier ahogamiento es el socorrista, y esto no necesariamente es cierto, en nuestro estudio se reconoció la culpa del socorrista en un número de casos inferior a los que se identificaron fallos de vigilancia. Se precisa comprender bien los mecanismos de búsqueda visual durante la vigilancia²⁷, que no viene determinada por el ordenamiento jurídico, y analizar cuidadosamente las circunstancias concurrentes más allá de las previsiones reglamentarias. Es decir, hay que tener en cuenta las condiciones de seguridad (medidas y recursos), ambientales (carga de baño, radiación solar, temperatura ambiente, ruido), laborales (jornada, turnos, tareas), y nada debe extrañar que el socorrista tenga una capacidad limitada de vigilancia²⁸.

En cuanto a las tareas de rescate, la dotación de los equipamientos de primeros auxilios fue debatida en sede judicial, pero apenas tuvieron incidencia en los sucesos por considerar que el socorrista cumplió debidamente con las tareas esenciales de resucitación. No obstante recopilamos abundantes datos reveladores sobre

deficiencias en los servicios de salvamento que hacen aconsejable el avanzar hacia la profesionalización de estos servicios en piscinas, pues aunque se exige una capacitación mínima para ejercer como socorrista, en la gran mayoría de CC. AA. la enseñanza no es reglada. El papel de las nuevas tecnologías (videosupervisión), el diseño del espacio acuático y las intervenciones educativas, también deben tenerse en cuenta para minimizar la incidencia de ahogamientos²⁹.

Adicionalmente a los servicios de socorrismo acuático, las piscinas de uso colectivo tienen que adoptar un conjunto mínimo de medidas de seguridad que comprenden aspectos como el control de acceso, carga de bañistas, transparencia del agua, señalización de profundidades, información al público, etc. Entre las medidas pasivas destaca la instalación de barreras de protección del vaso por su contribución a reducir sensiblemente las tasas de ahogamiento³⁰. Sin embargo, en cada C. A. existe una gran disparidad sobre cómo se regulan estos aspectos en sus respectivos reglamentos de piscinas, indicativo de que las estrategias preventivas son heterogéneas, y que en ocasiones se traducen en intervenciones sin evidencia científica y poco contrastadas, como vincular el riesgo de ahogamiento a la superficie de la lámina de agua, a una distancia mínima de dos metros entre vasos infantil/adultos e incluso eximir de la obligatoriedad de socorrista cuando exista cerramiento del vaso.

Los resultados de este estudio deben interpretarse en el marco de sus limitaciones, que particularmente tienen que ver con la fuente de datos seleccionada, puesto que las cifras de ahogamiento obtenidas son inferiores a las que realmente se producen en piscinas y se pierde información técnico-sanitaria interesante porque no suele detallarse o es imprecisa en los documentos judiciales (ej. tiempos de sumersión, respuesta de los equipos de emergencia, datos sociodemográficos), pero no deben confundirse las características de la unidad de estudio con un muestreo sesgado. Sorprendentemente el nuevo registro nacional de comunicación de incidentes en piscinas no ha sido diseñado para captar información práctica que ayude a comprender los patrones de ahogamiento y es poco operativo para diseñar acciones preventivas. Por contra, la revisión de casos de ahogamiento a través de fuentes judiciales representa un excelente medio para comprender los mecanismos causales de los ahogamientos y contribuir a mejorar las medidas de seguridad en piscinas.

En conclusión, las muertes por ahogamiento no son imprevisibles y se pueden prevenir. Es posible reducir las tasas de morbimortalidad por ahogamiento haciendo efectivo el cumplimiento estricto de las normas de vigilancia y seguridad de las piscinas. Los hallazgos de esta investigación sugieren un replanteamiento de los objetivos de los programas de salud pública, modificando o añadiendo otros más específicos acordes con los tipos de lesiones y desviaciones normativas detectadas. Por su lado, las administraciones sanitarias pueden y deben promover estrategias preventivas y educativas frente a los ahogamientos.

Responsabilidades éticas

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

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

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

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Lin CY, Wang YF, Lu TH, Kawach I. Unintentional drowning mortality, by age and body of water: an analysis of 60 countries. *Inj Prev.* 2015;21:43-50.
- INEBase [base de datos en internet]. Madrid: Instituto Nacional de Estadística, 2014 [actualizado 4 Nov 2016; consultado 1 Abr 2016]. Disponible en: <http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=2645&capsel=2650>
- Suominen PK, Vähätalo R. Neurologic long term outcome after drowning in children. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2012;20:55.
- Burford AE, Ryan LM, Stone BJ, Hirshon JM, Klein BL. Drowning and near-drowning in children and adolescents: a succinct review for emergency physicians and nurses. *Pediatr Emerg Care.* 2005;21(9):610-6.
- Laosee OC, Rudd RA, Gilchrist J. Drownings—United States, 2005–2009. *MMWR.* 2012;61(19):344-7.
- Norman N, Vicenten J. Protecting children and youths in water recreation. Safety guidelines for services providers. Amsterdam: European Child Safety Alliance, Eurosafe; 2008.
- Gamero J, Romero JL, Arufe MI, Vizcaya MA, Balanza E. A study among the population of Sevilla of death to submersion. *Am J Forensic Med Pathol.* 1997;18(1):70-4.
- Panzino F, Quintillá JM, Luaces C, Pou J. Ahogamientos por inmersión no intencional. Análisis de las circunstancias y perfil epidemiológico de las víctimas atendidas en 21 servicios de urgencias españoles. *An Pediatr.* 2013;78(3):178-84.
- VV.AA. Estudio sobre los ahogamientos y otros eventos de riesgo vital en el entorno acuático-marino. Fundación Mapfre, Madrid: 2015.
- Van Beeck EF, Branche CM, Szpilman D, Modell JH, Bierens JJ. A new definition of drowning: towards documentation and prevention of a global public health problem. *Bull World Health Organ.* 2005;83(11):853-6.
- España. Real Decreto 742/2013, de 27 de septiembre, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de las piscinas. Boletín Oficial del Estado, n.º 244, (11 de octubre de 2013).
- Quan L, Cummings P. Characteristics of drowning by different age groups. *Inj Prev.* 2003;9(2):163-8.
- Bowman SM, Aitken ME, Robbins JM, Baker SP. Trends in US pediatric drowning hospitalizations, 1993-2008. *Pediatrics.* 2012;129(2):275-81.
- Brenner RA, Trumble AC, Smith GS, Kessler EP, Overpeck MD. Where children drown, United States, 1995. *Pediatrics.* 2001;108(1):85-9.
- Howland J, Hingson R, Mangione TW, Bell N, Bak S. Why are most drowning victims men? Sex differences in aquatic skills and behaviors. *Am J Public Health.* 1996;86(1):93-6.
- Cohen RH, Matter KC, Sinclair SA, Smith GA, Xiang H. Unintentional pediatric submersion-injury-related hospitalizations in the United States, 2003. *Inj Prev.* 2008;14(2):131-5.
- Norris B, Wilson JR. Preventing drowning through design - the contribution of human factors. *Inj Control Saf Promot.* 2003;10(4):217-26.
- Bell GS, Gaitatzis A, Bell CL, Johnson AL, Sander JW. Drowning in people with epilepsy: how great is the risk? *Neurology.* 2008;71(8):578-82.
- Kenny D, Martin R. Drowning and sudden cardiac death. *Arch Dis Child.* 2011;96(1):5-8.
- Browne ML, Lewis-Michl EL, Stark AD. Unintentional drownings among New York State residents, 1988-1994. *Public Health Rep.* 2003;118(5):448-58.
- Driscoll TR, Harrison JA, Steenkamp M. Review of the role of alcohol in drowning associated with recreational aquatic activity. *Inj Prev.* 2004;10(2):107-13.
- Ahlm K, Saveman B-I, Björnstig U. Drowning deaths in Sweden with emphasis on the presence of alcohol and drugs - a retrospective study, 1992-2009. *BMC Public Health.* 2013;13:216.
- Petrass LA, Blitvich JD, Finch CF. Lack of caregiver supervision: a contributing factor in Australian unintentional child drowning deaths, 2000-2009. *Med J Aust.* 2011;194(5):228-31.
- Moran K. Parent/caregiver perceptions and practice of child water safety at the beach. *Int J Inj Contr Saf Promot.* 2009;16(4):215-21.
- Pelletier AR, Gilchrist J. Fatalities in swimming pools with lifeguards: USA, 2000-2008. *Inj Prev.* 2011;17(4):250-3.
- Modell JH. Prevention of needless deaths from drowning. *South Med J.* 2010;103(7):650-3.
- Lanagan-Leitzel LK, Moore CM. Do lifeguards monitor the events they should? *Int J Aquat Res Educ.* 2010;4(3):241-56.
- Harrell WA. Does supervision by a lifeguard make a difference in rule violations? Effects of lifeguards' scanning. *Psychol Rep.* 2001;89(2):327-30.
- Wallis BA, Watt K, Franklin RC, Taylor M, Nixon JW, Kimble RM. Interventions associated with drowning prevention in children and adolescents: systematic literature review. *Inj Prev.* 2015;21(3):195-204.
- Thompson DC, Rivara FP. Pool fencing for preventing drowning in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2000;(2):CD001047.



Original

Batería Funcional ARISTO en Gimnasia Rítmica: protocolo de test específicos para la evaluación de jóvenes gimnastas en un ámbito de entrenamiento saludable



M. Vernetta^{a,b}, I. Montosa^{b,*}, J. Beas-Jiménez^c y J. López-Bedoya^{a,b}

^a Facultad de Ciencias del Deporte, Departamento E.F. y Deportiva. Universidad de Granada, Granada, España

^b Grupo de Investigación CTS 171, Granada, España

^c Centro Andaluz Medicina del Deporte, Sevilla, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 27 de enero de 2017

Aceptado el 23 de febrero de 2017

On-line el 8 de julio de 2017

Palabras clave:

Gimnasia rítmica

Test específicos

Evaluación

Rendimiento

Selección de talentos

R E S U M E N

Objetivo: Presentar una batería de test para evaluar de manera específica las diferentes capacidades implícitas en el rendimiento de gimnasia rítmica.

Método: La propuesta de los test se ha basado en un estudio del perfil motor de la gimnasia rítmica, así como en una revisión teórica de test existentes en este deporte y en especialidades gimnásticas similares con el fin de cubrir todas las capacidades relevantes inherentes en esta modalidad. Se realizó un estudio piloto con el objetivo de diagnosticar la viabilidad de la batería de test y se consensuó con los 11 socios del proyecto europeo en el que está enmarcado el trabajo («Asociaciones europeas en el ámbito del deporte»). Por último se configuró el soporte audiovisual del protocolo.

Resultados: Se obtuvo una batería de 10 pruebas de fácil aplicación y que no reclaman un tiempo excesivo de los entrenamientos para su desarrollo. Igualmente supone un mínimo gasto económico, ya que el material utilizado es el que se encuentran en la propia sala de entrenamiento. Su aplicación permitirá medir: equilibrio, flexibilidad activa, flexibilidad pasiva, agilidad, fuerza-resistencia, coordinación y fuerza explosiva.

Conclusión: El protocolo ARISTO de gimnasia rítmica se podría considerar una herramienta útil para facilitar una valoración de calidad de los entrenamientos en jóvenes practicantes de este deporte a nivel europeo.

© 2017 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/>).

ARISTO Functional Battery in Rhythmic Gymnastics: Protocol of specific tests for the evaluation of young gymnasts in a field of healthy training

A B S T R A C T

Objective: To present a battery of tests to evaluate specifically the different abilities implicit in the performance of the rhythmic gymnastic.

Methods: The test proposal has been based on a study of the motor profile of rhythmic gymnasts, as well as a theoretical review of existing tests in this sport and similar gymnastic specialties in order to cover all relevant abilities inherent in this modality. A pilot study was carried out in order to diagnose the viability of the test battery and it was agreed with the 11 partners of the European project in which this research is framed ("European Actions in the field of Sport"). Finally the audiovisual support of the protocol was configured.

Results: A battery of 10 tests was obtained, each one of easy application and that do not require an excessive time of training for its development. Equally it supposes a minimum economic expense, since

Keywords:

Rhythmic gymnastics

Specific tests

Evaluation

Performance

Talent selection

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: isabelmontosa@gmail.com (I. Montosa).

the material used is the one that is in the own training room. Its application will be enable to measure: balance, active flexibility, passive flexibility, agility, strength-resistance, coordination and explosive force.

Conclusion: The ARISTO rhythmic gymnastics protocol might be considered as a useful tool to facilitate the assessment of the quality of the training in young practitioners of this sport at European level.

© 2017 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/>).

Bateria Funcional em Ginastica Rítmica ARISTO: protocolo de testes específicos para avaliação de jovens ginastas em um ambiente de treino saudável

R E S U M O

Palavras-chave:
Ginastica rítmica
Testes específicos
Avaliação
Rendimento
Seleção de talentos

Objetivos: Apresentar uma bateria de testes para avaliar especificamente as diferentes habilidades implícitas no desempenho da ginástica rítmica.

Método: A proposta dos testes foi baseada em um estudo do perfil motor das ginastas rítmicas, assim como em uma revisão teórica dos testes existentes nesse esporte e em especialidades de ginásticas semelhantes, a fim de abranger todas as capacidades relevantes inerentes a esta modalidade. Foi realizado um estudo piloto com objetivo de diagnosticar a viabilidade da bateria de testes e foi acordado a 11 parceiros do projeto europeu em que está enquadrado esta investigação ("Associação Européia no Domínio do Desporto"). Finalmente foi configurada o suporte audiovisual do protocolo foi configurado.

Resultados: Foi obtida uma bateria de 10 testes, cada um de fácil aplicação e que não requerem um tempo excessivo de treino para o seu desenvolvimento. Igualmente pressupõe uma despesa económica mínima, uma vez que o material utilizado é o que se encontra na própria sala de treino. Sua aplicação permitirá medir: equilíbrio, flexibilidade ativa, flexibilidade passiva, agilidade, força-resistência, coordenação e força explosiva.

Conclusão: O protocolo ARISTO de ginástica rítmica pode ser considerado uma ferramenta útil para facilitar a avaliação da qualidade do treinamento em jovens praticantes deste esporte a nível europeu.

© 2017 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

En la actualidad, la consecución del máximo rendimiento deportivo hace necesaria la creación de baterías de test cada vez más específicas para conocer mejor las potencialidades y el desarrollo del deportista en su entorno, así como garantizar una práctica deportiva saludable y propiciar la evaluación de los procesos de entrenamiento. El proyecto ARISTO (<http://www.aristoproject.eu/>), del que forma parte este trabajo, ha tenido como objetivo general poner en marcha una herramienta de análisis pormenorizado de las condiciones de salud y entrenamiento de los deportistas más jóvenes buscando su protección y seguridad. Igualmente, su finalidad es que sirva a largo plazo para detectar talentos y futuros deportistas de élite. Este proyecto fue presentado por la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía, a través de la Empresa Pública para la Gestión del Turismo y del Deporte y el Centro Andaluz de Medicina del Deporte y subvencionado por la Comisión Europea donde han participado 11 socios de siete países distintos. El objetivo prioritario en su primera fase fue confeccionar un protocolo de reconocimiento médico, valoración funcional general idéntica para los deportes estudiados y una valoración funcional específica para cada uno de los cinco deportes integrados en este proyecto (bádminton, balonmano, gimnasia rítmica [GR], triatlón y voleibol).

El presente artículo se centra en la evaluación funcional específica de la GR. En esta especialidad deportiva, de gran exigencia técnica y elevado número de dificultades de extrema complejidad coordinativa y estética, conseguir elevados resultados no está al alcance de todos, de ahí la necesidad de plantear determinados sistemas para la detección y selección de deportistas potencialmente dotados para dicha especialidad. Este aspecto centra la atención en una detección y selección de talentos que comienza cada vez a más corta edad. Es importante por ello realizar test o baterías de test

específicos que midan las capacidades inherentes a esta especialidad y siempre contando con una garantía de actividad práctica en el marco de la salud.

Son diferentes los autores que han propuesto valoraciones específicas en diferentes especialidades gimnásticas. Así, se han creado test que valoran a los gimnastas de la modalidad artística en diferentes países: Morenilla et al.¹, y López-Bedoya y Vernetta² en España; Albuquerque y Farinatti³ en Brasil; Vandorpe et al.^{4,5} en Bélgica; Bago et al.⁶ en Checoslovaquia; Sands et al.⁷ y Sleepers et al.⁸ en EE. UU.; Alves et al.⁹ en Brasil y Di Cagno et al.¹⁰ en Italia, con el objetivo de elaborar baremos para diferentes etapas evolutivas y detectar aquellas variables predictoras más cercanas a las exigencias de rendimiento inherentes a la especialidad.

Otros autores⁵ pretendieron identificar qué características están más relacionadas con el rendimiento en la competición. Veintitrés gimnastas de 7-8 años completaron una batería de medición multidimensional con pruebas antropométricas, físicas, técnicas y coordinativas. Dos años después, los resultados de todas esas gimnastas fueron obtenidos tras participar en competición, mostrando que las características antropométricas y físicas evaluadas no fueron lo suficientemente sensibles como para predecir el rendimiento. Sin embargo, los autores indican que las pruebas de coordinación motora pueden ser valiosas en la identificación temprana de las gimnastas, ya que sus cualidades discriminativas y predictivas pueden ser lo suficientemente poderosas para la selección, dentro de una población relativamente homogénea de gimnastas que exhiben perfiles antropométricos y físicos similares.

En otra especialidad gimnástica menos estudiadas como la gimnasia aeróbica se han utilizado pruebas de carácter multivariable que incluyen aspectos morfológicos y funcionales, centrándose fundamentalmente en pruebas de fuerza, potencia y flexibilidad¹¹.

También en deportes gimnásticos de trampolín se han encontrado pruebas específicas para este deporte relacionadas con la

selección de talentos deportivos, propuestas por la Federación Estadounidense de Gimnasia¹² en su *Jump Start Testing*. Dichas pruebas se dividen en cinco bloques donde se incluyen, además de las pruebas morfológicas, la valoración de las siguientes capacidades: fuerza y flexibilidad, *fitness* general, habilidades que implican la valoración de la velocidad y secuencias de habilidades específicas del trampolín.

En la actualidad existen pocos estudios sobre baterías de test específicos para la selección y detección de talentos en GR. Generalmente, la mayoría de los trabajos encontrados en esta modalidad, se caracterizan por estudios donde se han valorado las características antropométricas como variable primordial en la selección de talentos en este deporte¹³⁻¹⁶. Igualmente, existen estudios que integran la combinación y relación entre variables morfológicas y funcionales o psicológicas^{17,18}. También, desde el punto de vista motriz, hay estudios biomecánicos aplicados a diferentes movimientos atendiendo al Código Internacional de Puntuación^{19,20}.

Con relación a la propuesta de baterías de test específicos se ha constatado la escasez de estudios. Solamente se han encontrado dos trabajos de tipo multidimensional, que incluyen, entre sus pruebas morfológicas, algunas relacionadas con diferentes capacidades inherentes a la motricidad específica. Miletic et al.²¹ pretendieron con su estudio determinar factores morfológicos y motores con el objetivo de evaluar su impacto en el desempeño de habilidades motrices específicas en GR. La muestra estuvo compuesta por 50 niñas elegidas al azar que practicaban algún deporte del programa de actividades de su colegio pero nunca habían practicado GR. Se les sometió a un programa de entrenamiento con una duración de nueve meses y una frecuencia de práctica de tres veces por semana. Se les realizó una batería de test en dos fases: una un mes después de haber empezado el programa de entrenamiento y otra al finalizarlo. Los resultados del estudio concluyeron que el proceso de formación, destinado a principiantes de GR, debe ser programado según los objetivos para el desarrollo de la flexibilidad, la fuerza explosiva, la velocidad, la fuerza periférica conjunta y la reducción del tejido adiposo.

Douda et al.²² estudiaron la relación existente entre determinados componentes antropométricos, físicos y fisiológicos con el rendimiento en GR. Para ello escogieron a una muestra compuesta por 34 gimnastas que fueron divididas en dos grupos, élite (n = 15) y no élite (n = 19) de acuerdo con su nivel competitivo (internacional y nacional). Estos autores concluyeron que una selección de características antropométricas, capacidad aeróbica, flexibilidad y fuerza explosiva son determinantes para el exitoso rendimiento deportivo de las gimnastas.

Entendiendo que el fenómeno de la detección y selección del talento se puede centrar en diversos niveles dentro de las distintas etapas de la vida del deportista, se deben buscar fórmulas que ayuden a los entrenadores a trabajar con un material humano escaso y que muestre capacidades potenciales específicas, con el fin de obtener la mayor probabilidad de éxito.

De ahí que nuestra propuesta se haya centrado en diseñar una batería de fácil aplicación, que tenga como base fundamental aquellas capacidades presentes en la motricidad específica de las gimnastas y utilizando pruebas asequibles a los diferentes períodos evolutivos.

Las baterías de test específicamente seleccionadas pueden tener una efectividad decisiva, sobre todo si tienen un carácter multivariable-multidisciplinar y son precedidas de un análisis exhaustivo del perfil motor de esta especialidad y de su correlación con las variables del rendimiento.

Igualmente, debido a las exigencias técnicas de elementos cada vez más complejos en este deporte, las gimnastas deben repetir muchas veces sus rutinas, aumentando así la carga de entrenamiento y posibilitando un mayor riesgo de lesiones²³, sobre todo en jóvenes gimnastas, quienes tienen más posibilidades de sufrir

lesiones debido a la escasa madurez de su aparato locomotor para soportar sobrecargas de entrenamiento elevadas²⁴. De ahí la necesidad de valorar la eficacia de los programas de entrenamiento y el posible papel del protocolo de evaluación propuesto. Si se aplica de forma repetida estos test a lo largo de su carrera deportiva, se podría relacionar su rendimiento o la incidencia de lesiones con la pertinencia y buen diseño del programa de entrenamiento, pudiéndose establecer recomendaciones para la reducción de las mismas²⁵.

De esta forma, el objetivo de este trabajo, como primera fase de esta investigación dentro del proyecto ARISTO, ha sido proponer una batería de test para la especialidad de GR, y con ello, contribuir con una herramienta práctica que permita determinar el nivel de *performance* en este deporte.

La propuesta de las pruebas de esta batería tiene como objetivos prioritarios entre otros:

- Valorar su viabilidad para garantizar la salud del deportista de esta especialidad y su seguridad en el entrenamiento.
- Aplicar la batería a una muestra representativa y obtener unos valores normativos de referencia para la población practicante de este deporte en diferentes países de la Comunidad Europea.
- Revelar las potencialidades que el niño o la niña tienen para este deporte.
- Destacar los puntos débiles o las carencias generales que pudieran tener los gimnastas de esta especialidad y evitar así posibles lesiones deportivas.

Método

Después de analizar la literatura existente sobre baterías de test específicos en deportes gimnásticos, se observa la escasez de publicaciones específicas sobre esta temática en GR.

Hasta la actualidad no se conoce ninguna propuesta de valoración de pruebas específicas dentro del deporte de GR que permita obtener unos valores normativos de referencia para la población practicante de este deporte en diferentes países de la Unión Europea.

En la GR se debe avanzar hacia una concepción más multidisciplinar en la diagnosis del talento. Las pruebas puramente físicas son un buen indicador del potencial de las gimnastas, pero no las únicas. Además, generalmente en las baterías analizadas las pruebas a las que los deportistas son sometidos no reflejan las necesidades específicas de su actividad deportiva^{1,26}.

La propuesta indicada en la Batería Funcional ARISTO de Gimnasia Rítmica (BFAGR) se materializó siguiendo el proceso que se especifica a continuación:

1.º Análisis del perfil motor de la GR, exigencias técnicas, físicas y las normativas del Código de Puntuación para determinar las capacidades inherentes a este deporte y las variables fundamentales a analizar.

2.º Revisión de la literatura acerca de test utilizados en este deporte y especialidades gimnásticas similares, qué tipo de procedimientos, protocolos y bajo qué diseños son establecidos.

3.º Selección y construcción de los test a utilizar. Los criterios usados como directrices para seleccionar y desarrollar los test tenían como requisitos:

- Representar las principales capacidades, es decir, aquellos parámetros más relevantes asociados a esta disciplina gimnástica y a su rendimiento.
- Reflejar los cambios en el rendimiento físico relacionados con la edad.
- Poder discriminar a unas gimnastas de otras.
- Ser capaces de detectar los cambios debido al entrenamiento.
- Simplicidad y facilidad para administrar y puntuar.

- Posibilidad de realización en la sala habitual de entrenamiento y de material específico de la GR.
- Ser razonablemente rápidos de llevar a cabo.
- Ser motivantes para las gimnastas.

4.º Realización de un estudio piloto con la aplicación de los test a una muestra reducida. El objetivo fue diagnosticar la viabilidad de la batería de test y perfilar su protocolo.

5.º Consenso de la batería de test con los socios del proyecto ARISTO. Este proceso presentó dos fases bien diferenciadas: la primera en marzo de 2014, mediante unas primeras jornadas en Granada en el Instituto Mixto Universitario Deporte y Salud (IMUDS), donde se presentó el proyecto general ARISTO y los autores de este artículo presentaron el diseño preliminar de batería a todos los socios del proyecto. Posteriormente los socios de España, Bulgaria y Letonia, sirvieron como panel de expertos en la materia para confirmar la validez de contenido de los test elegidos. Se les ofreció una descripción de los diferentes test y los aspectos que pretendían medir solicitando que valoraran su pertinencia y relevancia para medir las cualidades funcionales específicas de la GR, debatiendo la necesidad de crear una batería de evaluación válida, fiable, con rigor científico, de fácil aplicación y de utilización en la Comunidad Europea. Basado en esta información se seleccionaron los test en los que todos estuvieron completamente de acuerdo. Se seleccionaron 10 test de los 12 propuestos, se determinaron los protocolos con nombre, la capacidad a evaluar, el material, la ejecución, las instrucciones y la unidad de medida. El segundo encuentro tuvo lugar en diciembre de 2014 en Riga (Letonia), donde se perfilan detalles de la batería diseñada en base a la experiencia práctica llevada a cabo por los socios en sus respectivos países.

6.º Confección del soporte audiovisual de cada test y los protocolos de la batería ARISTO.

Todo el proceso de cada uno de los pasos seguidos para la creación de la BFAGR se puede observar de forma escueta en la [tabla 1](#).

Tabla 1
Proceso seguido para la elaboración de la propuesta de batería de test

Orden	Proceso de seguimiento
1	Análisis del perfil motor de la gimnasia rítmica, exigencias técnicas, físicas y las normativas del Código de Puntuación
2	Revisión de la literatura acerca de test utilizados en este deporte y en especialidades gimnásticas similares, procedimientos, diseños, protocolos, etc.
3	Selección y construcción de los test a utilizar, teniendo en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> a. Las principales capacidades asociadas a esta disciplina gimnástica y a su rendimiento b. Que pueda reflejar los cambios en el rendimiento físico en relación con la edad c. La capacidad discriminativa entre gimnastas d. Los cambios producidos por el entrenamiento e. Que sea asequible y fácil de administrar y puntuar f. La posibilidad de realización en la sala habitual de entrenamiento y con material específico de la GR g. Razonablemente rápidos en su administración h. Un carácter atractivo y motivante para las gimnastas
4	Realización de un estudio piloto con la aplicación de los test a una muestra reducida, para diagnosticar la viabilidad de la batería de test y perfilar su protocolo
5	Consenso de la batería con los socios del proyecto ARISTO y redacción del protocolo final de los test, donde se indica, orden, nombre, capacidad a evaluar, material, ejecución, instrucciones, repeticiones y unidad de medida <ul style="list-style-type: none"> -Granada (España), marzo de 2014 -Riga (Letonia), diciembre de 2014
6	Confección del soporte audiovisual de cada test con los protocolos de la batería ARISTO

Resultados

Partiendo de la necesidad de que las gimnastas sean evaluadas en distintos períodos de su carrera deportiva con el objetivo de determinar progresivamente su capacidad de entrenamiento y competición e ir perfilando sus aptitudes, hemos determinado dos niveles en nuestra propuesta: a) un nivel básico para gimnastas de 6 a 11 años y b) un nivel avanzado para gimnastas mayores de 11 años. Las 10 pruebas de cada una de las baterías quedan reflejadas de forma sintética en las [tablas 2 y 3](#).

Los protocolos de estas pruebas con su correspondiente soporte audiovisual se pueden consultar en: www.aristoproject.eu

Discusión

El objetivo de este trabajo, como primera fase del proyecto ARISTO, fue diseñar una batería de test de evaluación funcional específica en GR que permitan una valoración completa, la detección de potenciales talentos y el seguimiento de una práctica deportiva saludable. Para ello, se ha desarrollado un instrumento de medida, que sirva para el control y seguimiento de las demandas específicas que requiere este deporte, que sea válido y mida las capacidades que quiere medir, fiable en su administración, sencillo en su aplicación y económico en el tiempo de administración.







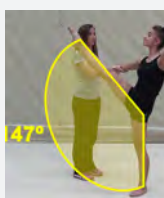



El resultado ha sido la elaboración y administración de una batería de test compuesta por diez pruebas seleccionadas, para dos niveles de edad: gimnastas de base y de perfeccionamiento o avanzadas. La batería podrá permitir a los entrenadores obtener una información de las posibles deficiencias funcionales de sus gimnastas de forma sencilla y económica, pudiendo así, modificar o adaptar los entrenamientos a las necesidades de las mismas.

La mayoría de los test empleados en la evaluación de las gimnastas de GR¹³⁻¹⁶ valoran, de forma independiente, variables antropométricas o pruebas funcionales genéricas, o combinación de ambas^{17,18}. Existen también algunos estudios con instrumentos basados en pruebas morfológicas y funcionales con el objetivo de determinar el impacto sobre las habilidades motrices específicas o el rendimiento deportivo de estas gimnastas^{21,22}.

Otros estudios han querido examinar la relación entre el nivel de rendimiento evaluado por técnicos expertos y los resultados en una batería de pruebas multivariadas: antropométricas, físicas y coordinativas⁴, con gimnastas femeninas entre 6-8 años divididas en dos grupos (potencial nivel élite y potencial nivel de subélite, en base a su evaluación técnica de las habilidades de la gimnasia). Los resultados del ANOVA con la edad como factor fijo revelaron que todas las características anteriormente mencionadas, excepto el porcentaje grasa, la prueba de flexibilidad (*Sit-and-Reach*), la escalada de cuerda y una prueba de la coordinación motora, mejoraron significativamente con la edad. El nivel competitivo como factor fijo y la edad y la madurez como covariables indicaron que todas las gimnastas tuvieron un nivel atlético similar pero las potenciales gimnastas de élite superaron a las gimnastas menos dotadas, sobre todo en las pruebas físicas y las variables de coordinación. Los resultados revelaron que la coordinación motora fue el factor más importante en la discriminación entre la élite femenina joven y gimnastas subélite. Una batería de pruebas de evaluación de las características de actuación multidimensional es valiosa, además de la opinión técnica de los entrenadores, en la búsqueda de jóvenes gimnastas femeninas superdotadas.

Existen procedimientos locales de evaluación en determinados clubs, federaciones y países, de los que se desconoce su validez y fiabilidad. Tal es así, que gran parte de los técnicos evalúan a sus gimnastas con procedimientos diferentes, no validados y con escasa






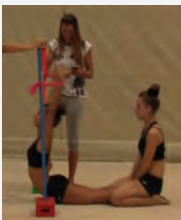

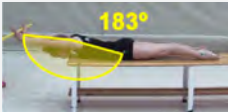


Tabla 2
Batería ARISTO de test de Gimnasia Rítmica nivel básico

Test nivel básico		Rango edad (6-11 años)	
Nombre y orden de los test	Capacidad a evaluar	Medida	Ilustración
1. Equilibrio sobre una pierna, pie plano y pierna libre flexionada atrás	Equilibrio y flexibilidad pasiva de la cadera	Tiempo máximo en décimas de segundo	
2. Lanzamiento de pelota y volteo adelante	Coordinación oculomanual y agilidad	Tiempo en décimas de segundo de 10 series	
3. Spagat anteroposterior a derecha e izquierda	Flexibilidad en la articulación de la cadera y de las extremidades inferiores	Grados pierna derecha y pierna izquierda	
4. Pliegues de tronco en «V»	Resistencia de fuerza de los músculos flexores del tronco. Fuerza abdominal, fuerza de los flexores de la cadera y flexibilidad	Número de repeticiones en 30 segundos	
5. Puente	Flexibilidad dorsal de la espalda y hombros	Grados	
6. Flexión lumbar	Resistencia de fuerza de la musculatura dorso-lumbar del tronco. Fuerza lumbar, flexibilidad	Número de repeticiones en 20 segundos	
7. Elevación frontal de la pierna y mantenerla	Flexibilidad activa en la articulación de la cadera en elevación frontal de la pierna extendida	Grados pierna derecha y pierna izquierda	
8. Flexibilidad de hombros	Flexibilidad activa en flexión de la articulación del hombro	Grados	
9. Zancada	Fuerza de impulsión pierna. Flexibilidad dinámica en la cadera en split	Grados y altura del salto en centímetros	
10. Saltos de comba simples	Coordinación y fuerza explosiva de piernas	Número de repeticiones en 30 segundos	

fiabilidad. Sin embargo, sería de interés una batería para establecer una valoración de las capacidades funcionales específicas unificada,

con criterios idénticos para el conjunto de gimnastas y que per-

Tabla 3
Batería ARISTO de test de Gimnasia Rítmica nivel avanzado

Test nivel avanzado		Rango edad (> 12 años)	
Nombre y orden de los test	Capacidad a evaluar	Medida	Ilustración
1. Equilibrio en <i>relevé</i> con la pierna doblada	Equilibrio y flexibilidad pasiva de la cadera	Tiempo en décimas de segundo	
2. Lanzamiento de pelota e inversión adelante	Coordinación oculomanual y agilidad	Tiempo en décimas de segundo de 10 series	
3. <i>Spagat</i> antero posterior a derecha e izquierda	Flexibilidad en la articulación de la cadera y de las extremidades inferiores	Grados pierna derecha y pierna izquierda	
4. Pliegues de tronco en «V»	Resistencia de fuerza de los músculos flexores del tronco. Fuerza abdominal, fuerza de los flexores de la cadera y flexibilidad	Número de repeticiones en 30 segundos	
5. Puente en <i>split</i>	Flexibilidad dorsal de la espalda, cadera hombros	Grados en puente y en piernas	
6. Flexión lumbar	Resistencia de fuerza de la musculatura dorsolumbar del tronco. Fuerza lumbar, flexibilidad	Número de repeticiones en 30 segundos	
7. Elevación frontal de la pierna y mantenerla	Flexibilidad activa en la articulación de la cadera en elevación frontal de la pierna extendida	Grados pierna derecha y pierna izquierda	
8. Flexibilidad de hombros	Flexibilidad activa en flexión de la articulación del hombro	Grados	
9. Zancada	Fuerza de impulsión pierna. Flexibilidad dinámica en la cadera en <i>split</i>	Grados y altura del salto en centímetros	
10. Saltos de comba dobles	Coordinación y fuerza explosiva de piernas	Número de repeticiones en 30 segundos	

mita la discriminación y cuantificación de esas capacidades entre diferentes poblaciones y grupos de referencia.

La BFAGR está integrada en un proyecto europeo que forma parte de una valoración multidimensional con pruebas médicas, antropométricas y de valoración funcional general con la finalidad de llevar un seguimiento y control de una práctica deportiva saludable. Por eso, otro de los principales objetivos de este proyecto es conseguir la prevención de lesiones en las gimnastas, mediante la aplicación de forma periódica del protocolo, debido a la posible relación existente entre capacidades funcionales y cargas de entrenamiento elevadas, con el riesgo de sufrir lesiones^{23,24}.

A través de una valoración longitudinal, a lo largo de varias temporadas en las gimnastas se podría profundizar en el conocimiento de la relación entre estas capacidades funcionales, las cargas de entrenamiento y el rendimiento, permitiendo así diseñar estrategias que posibiliten una mejor planificación y regulación del entrenamiento y también un mayor control de este, encaminado hacia el mantenimiento de la salud y la reducción de los factores de riesgo de lesiones en la población de gimnastas.

La BFAGR está compuesta por una herramienta de 10 test e implica un conjunto de capacidades que evalúan el equilibrio y estabilidad, coordinación, flexibilidad activa de la cintura escapular, flexibilidad pasiva, activa y balística de la cadera, flexibilidad dorsal del tronco, fuerza abdominal y lumbar y capacidad de salto. Encontramos ejemplos similares en la batería «*Gymnastics Functional Measurement Tool*» (GFMT)⁸, para la gimnasia artística femenina, también con 10 test validados, que evalúan fuerza y resistencia flexora y extensora de brazos, capacidad de salto, fuerza abdominal, flexibilidad activa de hombros, agilidad, flexibilidad pasiva de la cintura pelviana y del tronco y de estabilidad en apoyo invertido. Varias pruebas de esta batería coinciden con las de la BFAGR, como la flexibilidad activa de los hombros y de la cintura pelviana, sin embargo, otras se han adaptado a requerimientos más específicos de la gimnasia artística, tales como una mayor exigencia de fuerza de brazos, estabilidad y equilibrio en apoyos invertidos y agilidad, esta última muy similar y que evalúa la misma cualidad a la empleada en la batería general de ARISTO.

También utiliza diversas pruebas de flexibilidad activa y pasiva, coincidentes o similares a otras baterías como la «*Performance Potential in Artistic Gymnastics Battery*» (PPAG Battery)³ compuestas por 22 ítems y que revelaron, según sus autores, ser rápidas y sencillas de aplicar, de bajo coste, fácil comprensión y buena validez y reproducibilidad, para su aplicación en la selección inicial de talento en gimnasia artística femenina en edades comprendidas entre cinco y nueve años.

Las pruebas de flexibilidad recogidas en la BFAGR, como «*Forward Leg Lift and Hold (right-left)*», también se han utilizado en estudios con gimnastas femeninas de rítmica y artística^{3,6,7,18,21,22}, así como la flexibilidad de la articulación del hombro^{2,4-7,18} y la prueba de flexibilidad de la espalda «*Bridge*»⁶. Otras pruebas idénticas o similares que evalúan la fuerza abdominal, también se han usado^{3-5,21,22}. Igualmente coinciden test como el «*Split Leaps with Stretched Legs*»^{20,27}. Por último, en cuanto a la capacidad de salto, al ser muy relevante en los deportes gimnásticos, esta se ha incluido en la batería genérica de ARISTO mediante la prueba de salto de longitud a pies juntos,^{4,5,22} y de forma específica, con la prueba «*Rope Jumping*»^{4,5}.

La batería aquí desarrollada se ha aplicado a más de 300 gimnastas de tres países europeos y se ha comprobado su viabilidad. Futuras publicaciones versarán sobre la validez de la herramienta, su fiabilidad y las correlaciones existentes entre las diferentes variables con las pruebas genéricas, de las pruebas específicas entre sí y estas con las variables rendimiento, entendiendo esta como el valor de dificultad del ejercicio de las gimnastas y el resultado en puntos obtenido en las competiciones. El procedimiento estadístico permitirá sustituir aquellas pruebas que muestren escasa validez y

fiabilidad, estableciendo la batería definitiva si es viable, con dos alternativas, una corta (batería abreviada) y la otra larga (batería completa). Se elaborarán los valores normativos de referencia en los países europeos implicados y específicamente en la población española, con los que se pueda comparar cada gimnasta evaluada en función de su edad y de los grupos de referencia.

Las limitaciones más importantes de este trabajo se pueden sintetizar en el limitado número de socios, solamente tres países de la Comunidad Europea, para este deporte, y la localización de la muestra de gimnastas españolas, exclusivamente a la Comunidad Andaluza.

Como aplicaciones prácticas de nuestro trabajo, podemos señalar la evaluación de las capacidades funcionales específicas relacionada con la GR, que debe ser considerada como un instrumento que promueva la práctica y el control del entrenamiento de este deporte de forma saludable. Igualmente, su aplicación en diferentes clubs y escuelas deportivas puede desempeñar un papel importante en la identificación de niñas y adolescentes con talento para este deporte.

En definitiva, los criterios planteados de forma sintética en la selección de las 10 pruebas que conforman la batería se pueden simplificar en tres palabras: especificidad, relevancia y viabilidad. Especificidad, porque son pruebas dirigidas a medir capacidades mediante habilidades inherentes a este deporte. Relevancia, ya que son pruebas que miden los requerimientos motrices de este deporte. Viabilidad porque son pruebas asequibles económicamente y que no requieren ningún tipo de material caro ni complejo ni difícil de transportar.

La forma de administración de esta batería queda recogida en los protocolos y el soporte audiovisual explicativo en la página web de ATISTO: www.aristoproject.eu

Se puede concluir que se ha desarrollado un instrumento de potencial interés para la valoración de las gimnastas de GR, integrado por una serie de pruebas orientadas a evaluar las capacidades funcionales más relevantes en las gimnastas. La confección de la batería ha sido posible gracias al juicio de expertos de diferentes países europeos que ha permitido confeccionar y seleccionar las distintas pruebas entre las más adecuadas por su especificidad. Se trata de una propuesta global, unificada, consensuada por expertos, económica, sencilla de utilizar y que marca un punto de partida en la construcción y mejora futura de una herramienta útil, que permitirá la evaluación funcional de las gimnastas en la especialidad de GR y el seguimiento del entrenamiento y competición, preservando la salud.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

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

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

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecer al Centro Andaluz de Medicina del Deporte y a la Universidad de Granada, la oportunidad de haber podido participar en el proyecto Europeo ARISTO, a la Federación Andaluza de Gimnasia y a todos los clubs, entrenadoras y gimnastas que han participado desinteresadamente y de forma decisiva en este proyecto.

Bibliografía

- Morenilla L, López-Bedoya J, Vernetta M. Utilización de procedimientos de detección y selección deportiva en la etapa de iniciación a la gimnasia artística. En: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Consejo Superior de Deportes. Indicadores para la selección de talentos deportivos. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia; 1996. p. 69-104.
- López-Bedoya J, Vernetta M. Aplicación de una prueba gimnástica básica para la detección de talentos en gimnasia artística en la fase genérica de adaptación e iniciación de la actividad físico deportiva. *Eur J Hum Mov.* 1997;3:67-87.
- Albuquerque PA, Farinatti PTV. Development and validation of new system for talent selection in female artistic gymnastics: The PDGO Battery. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(3):139e-45e.
- Vandorpe B, Vandendriessche J, Vaeyens R, Pion J, Lefevre J, Philippaerts R, et al. The value of non-sport-specific motor test battery in predicting performance in young female gymnasts. *J Sports Sci.* 2012;30(5):497-505.
- Vandorpe B, Vandendriessche J, Vaeyens R, Pion J, Lefevre J, Philippaerts R, et al. Factors discriminating gymnasts by competitive level. *Int J Sports Med.* 2011;32:591-7.
- Bago G, Hedbávny P, Kalichova M. Talent selection for present conception of women sports gymnastics and practical verification of the test battery. *Int J Med Health Biomed Bioeng Pharm Eng.* 2013;7(10):609-13.
- Sands W, Caine D, Borms J. Scientific aspect of women's gymnastics. Basel: Karger; 2003.
- Sleepers M, Kenyon L, Casey E. Measuring fitness in female gymnasts: The gymnastics functional measurement tool. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7(2):124-38.
- Alves C, Borelli M, Paineli V, Azevedo R, Borelli C, Lancha Junior A, et al. Development of a specific anaerobic field test for aerobic gymnastics. *PLoS One.* 2015;10(4):e0123115.
- Di Cagno A, Battaglia C, Fiorilli G, Piazza M, Giombini A, Fagnani F, et al. Motor learning as young gymnast's talent indicator. *J Sports Sci Med.* 2014;13:767-73.
- López-Bedoya J, Vernetta M, de la Cruz J. Características morfológicas y funcionales del aeróbico deportivo. *Apunts Educ Fis Deportes.* 1999;55:60-5.
- USA-Gymnastics. *Jump Start Testing.* 2009. Disponible en: www.usagym.org
- Georgopoulos N, Markol K, Theodoropoulou A, Bernardot D, Leglise M, Vagenakis A. Growth retardation in artistic compared with rhythmic elite female gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab.* 2002;87(7):3169-73.
- Klentrou P, Plyley M. Onset of puberty, menstrual frequency, and body fat in elite rhythmic gymnasts compared with normal controls. *Br J Sports Med.* 2003;37:490-4.
- Sebic-Zuhrlic L, Tabakovic M, Hmjelovjec I, Atikovic A. Predictive values of morphological characteristics in rhythmic gymnastics. *Sport SPA.* 2008;5(1-2):45-50.
- Irurtia A, Pons V, Busquets A, Marina M, Carrasco M, Rodriguez L. Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas de élite españolas (gimnasia rítmica) desde la infancia hasta la edad adulta. *Apunts Educ Fis Deportes.* 2009;95:64-74.
- Vernetta M, Fernández E, López-Bedoya J, Gómez-Landero A, Oña A. Estudio relacional entre el perfil morfológico y estima corporal en la selección andaluza de gimnasia rítmica deportiva. *Eur J Hum Mov.* 2011;26:77-92.
- Leyton M, del Campo V, Sabido R, Morenas J. Perfil y diferencias antropométricas y físicas de gimnastas de tecnificación de las modalidades de artística y rítmica. *Retos.* 2012;21:58-62.
- Purenovick T, Bubang S, Popovick R, Stankovic R, Bubang R. Comparative kinematics analysis of different split front leaps. *Sport Science.* 2010;3(1):13-20.
- Mkouer B, Amara S, Tabka Z. Split leap with and without ball performance factors in rhythmic gymnastic. *Sci Gymnastics J.* 2012;4(2):75-81.
- Miletic D, Katic R, Males B. Some anthropologic factors of performance in rhythmic gymnastics novices. *Coll Antropol.* 2004;2:727-37.
- Douda H, Toubekis G, Avloniti A, Tomakidis S. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastic performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008;3:41-54.
- Vernetta M, Montosa I, López Bedoya J. Análisis de las lesiones deportivas en jóvenes practicantes de gimnasia rítmica de competición en la categoría infantil. *Rev Andal Med Deporte.* 2016;9(3):105-9.
- Cupisti A. Injury survey in competitive sub-elite rhythmic gymnastic: Results from a prospective controlled study. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007;47:203-7.
- Zetarak M, Violan M, Zurakowski D, Mitchell W, Micheli L. Recomendaciones para el entrenamiento y prevención de lesiones en gimnastas de rítmica de elite. *Apunts Med Esport.* 2006;41(151):100-6.
- Kolarec M, Horvatin-Fuckar M, Radas J. Correlation between motor skills and performance evaluation of ball routine elements in rhythmic gymnastics. *Acta Kinesiol.* 2013;7(1):85-9.
- Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Brasili P, Merni F, Piazza M, et al. Leaping ability and body composition in rhythmic gymnasts for talent identification. *J Sports Med Phys Fitness.* 2008;48:341-6.



Original article

Exercise and Alzheimer's: The body as a whole



Y. de Saá Guerra^{a,*}, S. Sarmiento Montesdeoca^a, J.M. García Manso^a, J.M. Martín González^b,
M. Navarro Valdivielso^a, D. Rodríguez Ruiz^a, D. Rodríguez Matoso^a, M. Quiroga Escudero^a

^a Department of Physical Education, University of Las Palmas de Gran Canaria, Physical Education Building, Campus Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain

^b Department of Physics, University of Las Palmas de Gran Canaria, Basic Sciences Building, Campus Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 January 2015

Accepted 13 November 2015

Available online 6 September 2016

Keywords:

Alzheimer

Exercise

Self-organization

Non-linear

Unpredictability

ABSTRACT

Objective: Alzheimer's disease has been studied from various areas of knowledge (biomarkers, brain structure, behavior, cognitive impairment). Our aim was to examine the effects of an exercises protocol developed using complexity theory concepts.

Method: Exercise improves neuroplasticity (neuronal ability to change and adapt as a result of experience) through mental and physical skills linked to cognitive-associative brain circuits. Introducing controlled physical and cognitive stimuli, self-organization and connectivity among brain systems enhance. We used tasks with non-linear outputs (several solutions) and learning as order parameter. Tasks were performed simultaneously, at the edge of the error seeking self-organized criticality.

Results: Screening tests data showed a reduction in cognitive impairment, which suggests a reduction disease progression, in terms of executive function. There was a marked improvement in the physical tests: 30 seconds chair stand test (PRE: 8.78 ± 3.46 ; POST: 9.44 ± 3.68 repetitions) and foot up and go test (PRE: 11.95 ± 5.19 ; POST: 11.69 ± 4.43 seconds).

Conclusion: Results showed that patient's self-organization was increased; behaviors atrophied or inhibited reappeared. Using these controlled perturbations, Alzheimer's Disease patients were able to manifest improvements in both their mental and physical abilities.

© 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/>).

Ejercicio y enfermedad de Alzheimer: el cuerpo como un todo

RESUMEN

Objetivo: La enfermedad de Alzheimer ha sido estudiada desde varias áreas del conocimiento (biomarcadores, estructura cerebral, conducta, discapacidad cognitiva). Nuestro objetivo ha sido examinar de un protocolo de ejercicio diseñado usando conceptos de la teoría de los sistemas complejos.

Método: El ejercicio mejora la neuroplasticidad (habilidad neuronal para el cambio y adaptación como resultado de la experiencia) a través de las habilidades mentales y físicas vinculadas a los circuitos cerebrales cognitivo-asociativos. La inclusión de estímulos físicos y cognitivos controlados mejora la autoorganización y la conectividad entre los sistemas cerebrales. Hemos utilizado tareas con soluciones no lineales (varias soluciones) y hemos analizado el aprendizaje. Las tareas se realizaron simultáneamente en el límite del error buscando la autoorganización crítica.

Resultados: El análisis de nuestros datos mostró una reducción del deterioro cognitivo, lo que sugiere un entretimiento de la progresión de la enfermedad, en términos de la función ejecutiva. Se constató una marcada mejoría en las pruebas físicas: Test de sentarse y levantarse durante 30' (PRE: 8.78 ± 3.46 ; POST: 9.44 ± 3.68 repeticiones) y Test de levantarse y caminar (PRE: 11.95 ± 5.19 ; POST: 11.69 ± 4.43 segundos).

Palabras clave:

Alzheimer

Ejercicio

Autoorganización

Sistemas no lineales

Imprevisibilidad

* Corresponding author.

E-mail address: yvesdesaa@gmail.com (Y. de Saá Guerra).

Conclusión: Los resultados mostraron que la autoorganización del paciente mejoró y que reaparecieron conductas atrofiadas o inhibidas. Utilizando estos estímulos controlados, los pacientes con Alzheimer fueron capaces de manifestar mejoras en sus capacidades mentales y físicas.

© 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/>).

Exercício e doença de Alzheimer: o corpo como um todo

R E S U M O

Palavras-chave:
Alzheimer
Exercício
Auto-organização
Não-lineares
Imprevisibilidade

Objetivo: A doença de Alzheimer tem sido estudada por várias áreas do conhecimento (biomarcadores, estrutura cerebral, comportamento, déficit cognitivo). Nosso objetivo foi examinar os efeitos de um protocolo de exercícios desenvolvidos com os conceitos da teoria da complexidade.

Método: O exercício melhora a neuroplasticidade (a capacidade neural para mudar e adaptar-se, como resultado de experiências) através de habilidades mentais e físicas ligadas a circuitos cerebrais cognitivo-associativos. Apresentando estímulos físicos e cognitivos controlados; auto-organização e aumento da conectividade entre os sistemas cerebrais. Usamos tarefas com saídas não-lineares (várias soluções) e de aprendizagem como parâmetro de ordem. As tarefas foram realizadas em simultâneo, no limite do erro em busca da criticidade auto-organizada.

Resultados: As triagens de dados testes mostraram uma redução no déficit cognitivo, o que sugere redução na progressão da doença, em termos de função executiva. Houve uma melhora acentuada nos testes físicos: 30 segundos no testes sentar e levantar da cadeira (PRE: 8.78±3.46; POST: 9.44±3.68 repetições) e no teste de levantar e caminhar (PRE: 11.95±5.19; POST: 11.69±4.43 segundos).

Conclusões: Os resultados mostraram que a auto-organização do paciente foi aumentada; reapareceu comportamentos atrofiados ou inibidos. Usando estas perturbações controladas, os pacientes com doença de Alzheimer foram capazes de manifestar melhorias em suas capacidades físicas e mentais.

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

Introduction

The Alzheimer's Disease (AD) is a neurodegenerative disease characterized by or accumulation of proteins such as Tau or β -amyloid, which causes progressive dementia in adulthood, leading to a state of total disability and death.^{1,2} AD currently affects in Spain about 600 000 people (25% of those over 65 years) and about 44 million people worldwide. It is the most common cause of dementia in Europe and perhaps the most common neurodegenerative disease worldwide. The costs of caring for people with this disease in Spain amounted to 37 000 million euros annually.

Exercise has previously been proven to have a positive effect on AD patients. Exercise can increase levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and other growth factors, stimulate neurogenesis, increase resistance to brain injury, improve learning and mental performance, arouse the growth of blood vessels, reduce of amyloid load, etc. (Table 1).^{3–6} But the point is what kind of training?

Most authors focus on exercises for improving the manifestations of physical fitness in isolation way, and as an indirect result, seek to reduce the advance of the disease. In our opinion, this is an error because nature does not work in that way. There is not a separation between body and mind. All levels, in body and nature, are connected and influence each other. Sport reality shows us that in its different levels (including brain), structure, shape and functionality evolve in time and are closely related to performance.^{7–14} This is the result of an evolutionary process through nonlinear interactions in many biological and non-biological systems.^{15–20}

Consequently, and following the asseveration: "I am I and my circumstance",²¹ it is not possible to understand the reality of an individual by isolating of the relationships with his own universe. Interaction means cooperation-opposition among individual systems and environment (physical and social). In fact, a long-standing problem in biological and social sciences is to understand the conditions required for the emergence and maintenance of cooperation

in evolving populations.^{22,23} Ergo the key strategy we propose is the interaction of well-defined units in order to promote cooperation among body systems, to promote self-organization. That is why we applied the concept of Holistic Training (body systems synergy: *The whole is greater than the sum of its parts*) in order to develop a training program for AD. This is a very interesting tool due to the availability, low cost, no invasiveness and improvement of comorbidities associated with aging.

The concept of self-organization can be expressed as the general tendency of a given system to generate behavior patterns from local interactions of its constituent elements and the relationships with the environment.^{8,24–27} This phenomenon enables people to develop sport skills, resolve mental challenges, assimilate training loads and improve, keep body temperature, repair wounds, etc. According to Goodwin, if want to improve the system, the ideal is to investigate the conditions that promote self-organization.²⁸ It is true that if we review the literature about exercise and AD, we can observe that there are not clear methodologies to deal with AD patients. Perhaps this may be because the sources causes of patients crisis and conditions associated with AD (depression, stress, etc.) are different in each case and display different outputs to the same stimulus. This does not allow generalize as in other study populations.

Method

Subjects

Using complexity theory concepts, we carried out an intervention program in order to diminish the deterioration of cognitive and motor functions with a sample of 18 moderate grade Alzheimer's Disease patients (12 women; 6 men, 75.78±5.53 years; body weight: 64.19±13.15 kg; height: 1.57±0.08 m. Body Mass Index (BMI): 25.84±4.28 kg/m²). The original sample was bigger but we

Table 1
Main benefits of the physical activity on Alzheimer's disease (extracted from⁶).

<i>Overall reduction of risk factors:</i>	
- Reduction of cardiovascular risk factors: hypertension, glucose tolerance, insulin resistance, lipid profile, overweight.	- Promotion of endothelial nitric oxide production.
- Reducing the risk of cerebrovascular accident.	- Reduction of inflammation.
- Improves cerebral blood flow and oxygen supply.	- Decreased accumulation of oxidative radicals.
	- Promotion of brain plasticity.
	- The increase cognitive reserve.
	- Increased social activity.
<i>Increased cerebral cytoarchitecture:</i>	
- The increase in dendritic length, the proliferation of neuronal progenitors, dendritic complexity.	- Increased short and long term potentiation in the dentate gyrus.
- Growth of blood vessels in the hippocampus.	- The increase in cerebral capillary density.
- Growth of blood vessels in the cortex	- Promoting the expansion of nerve fibers.
Growth of blood vessels in the cerebellum.	- Proliferation of microglia in the cortex.
- The increase in microglia.	- Increased neurogenesis and proliferation.
	- The reduction of brain tissue loss in the hippocampus.
	- Increased number of differentiating neurons.
<i>Improving the electrophysiological properties:</i>	
- Enhancing reinforced in response to high frequency stimulation.	
- Increased level of synapsin and synaptotrophin.	
- Increased glutamate receptors (NR2B and GluR5).	
<i>The increase in brain growth factors:</i>	
- Increased brain-derived neurotrophic factor.	
- Down-regulation of hippocampal neurotrophin (NT3), BDNF and neurogenesis in the hippocampus.	
- Increased insulin-like growth factor-1 (IGF-1).	
- Increased endothelium-derived growth factor (VEGF).	
- Increased serotonin.	
- The increase in acetylcholine.	
- Induce fibroblast growth factor.	
<i>Impact on the burden of amyloid:</i>	
- Reduction of amyloid burden.	
- Stabilized amyloid burden.	
- Improvement of the hippocampus, despite high APP.	
<i>Other mechanisms:</i>	
- Hippocampus increased expression of enzymes involved in glucose utilization.	
- Change in gene transcription.	
- Increased level of calcium in the central nervous system.	

excluded those who did not complete all training sessions. The sample belonged to a group of subjects of Canary Alzheimer Association, who voluntarily participated in the investigation. Patient's relatives and the Director of Canary Alzheimer Association were informed of the characteristics of the study and signed a written consent. All study participants rigorously followed the criteria proposed in the Declaration of Helsinki for research involving human subjects.

Experimental procedures

The intervention program for this study was conducted in small groups of two people per coach, during 16 weeks with a

Table 2
Periodization and orientation training.

Monday	Muscular strength	Coordination	Motricity-
Tuesday	Metabolic efficiency	Mobility-balance	Associative-
Wednesday	Muscular strength	Coordination	Evocative
Thursday	Metabolic efficiency	Mobility-balance	
Friday	Muscular strength	Coordination	
Saturday	Motricity	Affective socialization	
Sunday	Family activities		

frequency of five sessions per week and 60 minutes per session. We designed a circuit of stations where the subjects performed exercises of various guidelines aimed to develop balance, joint mobility, coordination, muscular strength and metabolic efficiency with the following protocol (Table 2). Physical, mental, and evocation tasks were performed simultaneously:

- **Coordination:** tasks involving fine motor manipulations: throwing and receiving of objects (one and two hands), manipulating objects and use of implements; and variants of these exercises.
- **Balance:** tasks that involve improving the static and dynamic balance, balance shaft bipodal hip displacement (oscillations), bipodal balance by manipulation, changing the method of balancing. Unipodal balance, unipodal balance with manipulation. Movements in different directions and rhythms (open and close eyes); travel with address changes and rhythms, movements directed and conditioned. And similar exercises for the same purpose.
- **Mobility:** tasks that involve improving of motion range of joints of upper and lower limbs. Stretching the muscles that affect the ankle, knee and hip. Stretching the muscles that affects the joints of the wrist, elbow and shoulder.
- **Endurance (metabolic efficiency):** aerobic loads of low-impact and intensity at reclining cycloergometer adding fine motor and cooperatives tasks.
- **Strength (muscle tone):** directed tasks, primarily, to the lower limb muscles with your own body weight or using external loads on weights machines.

Initial training loads were based on motor control: coordinative elements and transfer strength loads adapted to daily life. Recommendations were to guaranteed strength in the entire range movement (no affect integrity of the weak points), use variations of the same exercise, increase the training load density (intensity and volume) and evolved toward harder training loads in order to adapt the body to special motor regime.²⁹

We used regular training equipment such as static bikes, fit-balls, benches, ropes, cones, steps, tennis balls, gymnastics balls, medicine balls, elastics bands, hockey sticks, barbells, dumbbells, hurdles, ping-pong paddles, etc., Specific material such as unstable platforms, whole body vibration platform, isoinertial machine, evocation material (photos, music, projections on the wall, etc.).

We designed exercises with non-linear outputs (several solutions) that evolved from great symmetry exercises (less complicated) to lower symmetry exercises (more complicated). Unpredictability is the creative basis of this process. The objective was that introducing controlled physical and cognitive stimuli (perturbations) self-organization among brain systems would enhance. Tasks were developed in parallel to processes of evocation and cognitive association individually designed. Coaches knew the patients' medical histories, in order to minimize stress on the patients (nervous breakdowns situations caused by a particular subject matter). The increasing rate of task difficulty was determined separately for each patient: when a patient succeeded a certain level of task, he/she was then moved on to a harder level; or vice versa. The relationship between the acquisition of a skill,

the speed of task completion, and the number of practice trials is well approximated by a power law.^{9,30} Therefore, learning acts as an order parameter. If the subject fails too much, a critical point shows up and the Power Law becomes in a truncated Power Law, which points out the rhythm/area where we have to work close to. These processes took place simultaneously and continuously during workout time. Always next to the edge of the error seeking self-organized criticality. Self-organization enhance because a harder task implies higher neuroplasticity.

The cognitive assessment was done by different test of screening: MMSE (Mini-Mental State Examination) with maximum score of 30 points, Cricthon (indicates level of cognitive impairment) with maximum score of 38, STI (Set-Test of Isaacs) of verbal fluency with maximum score of 40, CDT or Clock Drawing Test with a maximum score of 10 points and TMT or Trail Making Test in parts (A/B) which collects the runtime. For the analysis of the data were taken as control variables to study the age, sex and years of schooling of the subjects in the sample.

Statistical analysis

For a description of the study variables of the sample was carried out descriptive statistics of the variables evaluated in the physical test (get up and sit, stand and walk) and cognitive [MMSE, CRICHTON, STI, CDT, TMT (A/B)].

After a normality analysis Shapiro–Wilk of the variables, we carried out a mean comparison between the results of the Pre-Intervention and the Post-Intervention for paired samples. A *T*-test calculation was used for comparison of means related parametric and *T*-Wilcoxon for comparison of means related nonparametric. The decision statistics were calculated by taking a level of significance $p < 0.05$.

Results

The MMSE, STI, CDT and TMT-A screening tests data showed no significant differences (see Table 3), while the CRICHTON and TMT-B showed statistically significant differences ($p = 0.022$; $p = 0.018$). There was a moderate reduction in cognitive impairment, which suggests a slowed disease progression, at least in terms of executive function. There was a remarkable decrease in TMT-A execution time ($TE = 0.31$ s). TMT-B shows statistically significant differences ($p < 0.05$) in regards to the achievement of the test time (time conditioned by the execution).

There was a marked improvement in the 30 seconds chair stand test (see Fig. 1). Repetitions increased by 7.1% (PRE: 8.78 ± 3.46 ; POST: 9.44 ± 3.68 repetitions). In the foot up and go test, the time to get up, cover the distance (2.45 m), and sit down, decreased slightly (2.2%) (PRE: 11.95 ± 5.19 ; POST: 11.69 ± 4.43 seconds).

Table 3

Pre- and post-intervention screening test results.

Screening test	Pre	Post
MMSE	21.00 \pm 1.23	19.43 (\pm 1.85)
CRICHTON	22.52 (\pm 2.08)	18.22 (\pm 2.39)
STI	21.75 (\pm 3.03)	19.94 (\pm 2.83)
CDT	4.26 (\pm 0.84)	4.73 (\pm 1.01)
TMT A	24.033 (\pm 41.28)	16.637 (\pm 24.96)
TMT B	36.341 (\pm 54.32)	28.764 (\pm 30.67)

Pre: pre intervention; Post: post intervention; MMSE: Mini-Mental State Examination; Cricthon: level of cognitive impairment; STI: Set-Test of Isaacs; CDT: Clock Drawing Test; TMT A: Trail Making Test parts A; TMT B: Trail Making Test parts B.

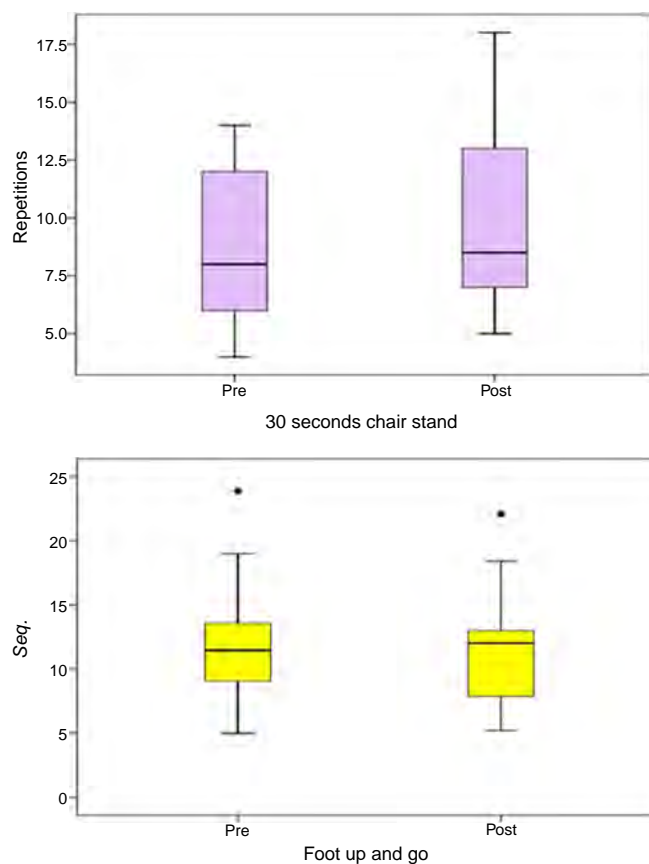


Fig. 1. Box plot of the results of the 30" chair stand (up) and foot up and go (below) tests.

Discussion

The results show that patient's self-organization was increased and behaviors that had atrophied or inhibited tended to reappear, which can be understood as an emergency.^{31–34} New properties emerged due to these controlled perturbations, which stimulate self-organization.^{32,35,36} These perturbations produce bifurcations involving order parameter in terms of learning rates, which some authors describe by several equations.³²

Furthermore, in the beginning of the program, the subjects were unable to carry out the motor and cognitive tasks simultaneously. They stopped the movement and then answered the questions. Their systems were not synchronized. But after a while, with training, they were able to resolve the tasks simultaneously. Self-organization, that provides an example on a human scale of the synchronization processes that occur in numerous natural systems, finally appeared. Néda³⁷ give us a beautiful example of how initially, the clapping of the audience is non-synchronized, but after a while they settles down in a common rhythmic and synchronized clapping pattern.

In fact, one of the keys to our success was to establish appropriate working groups. We selected the couples with more affinity, able to help each other and to produce a pleasant sensation for the workmate. Unconsciously, our minds are connected. We create networks with people nearby through mirror neurons.³⁸ These mechanisms encourage the processes of our mental networks, and with adequate training mental (stimulation) synchronization processes are positively enhanced. Perception plays an important role, because is a bipolar process (cognitive-sensorial).³⁹ According to James³⁹ one part of what we perceive comes through the senses, what we have in front of us. And another part always comes from

our own mind. Hence it is called bipolar process because of this dual side: sensory and cognitive. Perception depends on the individual and personal characteristics of each subject. It depends on stimuli and sensory organs. In short, it depends on the activity of perceiving subject and perceptual schemas. In perception are involved learning, past experiences, cultural, motivations, expectations, skills, personality, habits and memories. Perception is an active process. All influence on the selection and interpretation of data and content. Therefore, our training has taken a multidimensional approach. Information flow is generated by the constituent elements that in turn changes the status of the source,⁴⁰ because interactions between units in systems usually give rise to intricate networks with non-trivial structure, which affects the dynamics and properties of the system.⁴¹

Our findings suggest that AD patients who trained using concepts from complexity theory may be able to manifest improvements in both their mental and physical abilities. They showed a slight tendency of stabilization or a slowing of cognitive impairment aspects assessed in the MMSE, Crichton, STI and CDT; and a clear improvement of executive procedures by reducing the execution time of part A and B of the TMT.

Conflict of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Acknowledgments

We want to give thanks to the Canary Alzheimer Association Staff and the families.

References

- Rapoport M, Dawson HN, Binder LI, Vitek MP, Ferreira A. Tau is essential to beta-amyloid-induced neurotoxicity. *Proc Natl Acad Sci.* 2002;99:6364–9.
- Hardy J, Selkoe DJ. The Amyloid hypothesis of Alzheimer's disease: progress and problems on the road to therapeutics. *Science.* 2002;297:353–6.
- Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci.* 2002;25:295–301.
- Heyn P, Abreu BC, Ottenbacher KJ. The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:1694–704.
- Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci.* 2008;9:58–65.
- Rolland Y, Abellan van Kan G, Vellas B. Physical activity and Alzheimer's disease: from prevention to therapeutic perspectives. *J Am Med Dir Assoc.* 2008;9:390–405.
- Mainzer K. Symmetry and complexity: the spirit and beauty of nonlinear science. In: Chua LO, editor. *World scientific series on nonlinear science.* Singapore: World Scientific; 2005.
- García-Manso JM, Martín-González JM, Da Silva-Grigoletto ME, Vaamonde D, Benito P, Calderón J. Male powerlifting performance described from the viewpoint of complex systems. *J Theor Biol.* 2008;251:498–508.
- Yarrow K, Brown P, Krakauer JW. Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports. *Nat Rev Neurosci.* 2009;10:585–96.
- Charles JD, Bejan A. The evolution of speed, size and shape in modern athletics. *J Exp Biol.* 2009;212 Pt 15:2419–25.
- Ribeiro HV, Mendes RS, Malacarne LC, Picoli S Jr, Santoro PA. Dynamics of tournaments: the soccer case – a random walk approach modeling soccer leagues. *Eur Phys J B.* 2010;75:327–34.
- Bejan A, Jones EC, Charles JD. The evolution of speed in athletics: why the fastest runners are black and swimmers white. *Int J Des Nat Ecodyn.* 2010;5:199–211.
- Bejan A, Haynsworth P. The natural design of hierarchy: basketball versus academics. *Int J Des Nat Ecodyn.* 2012;7:14–26.
- Bejan A, Lorente S, Royce J, Faurie D, Parran T, Black M, et al. The constructal evolution of sports with throwing motion: baseball, golf, hockey and boxing. *Int J Des Nat Ecodyn.* 2013;8:1–16.
- McGarry T, Anderson DI, Wallace SA, Hughes MD, Franks IM. Sport competition as a dynamical self-organizing system. *J Sports Sci.* 2002;20:771–81.
- Stanley HE. Scaling, universality, and renormalization: three pillars of modern critical phenomena. *Rev Mod Phys.* 1999;71:S358–66.
- Complexity VT. The bigger picture. *Nature.* 2002;418:131.
- Scheffer M, Bascompte J, Brock WA, Brovkin V, Carpenter SR, Dakos V, et al. Early-warning signals for critical transitions. *Nature.* 2009;461:53–9.
- Yilmaz MR, Chatterjee S. Patterns of NBA team performance from 1950 to 1998. *J Appl Stat.* 2000;27:555–66.
- Solé R, Goodwin B. Signs of life: how complexity pervades biology. New York: Basic Books; 2002.
- Ortega y Gasset J. El hombre y la gente. In: Lucas R, editor. *Volumen VII de las Obras Completas.* Madrid: Alianza Editorial-Revista de Occidente; 1983. p. 69–211.
- Riolo RL, Cohen MD, Axelrod R. Evolution of cooperation without reciprocity. *Nature.* 2001;414:441–3.
- Guimerà R, Uzzi B, Spiro J, Amaral LA. Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance. *Science.* 2005;308:697–702.
- Kauffman S. At home in the universe: the search for laws of self-organization and complexity. New York: Oxford University Press; 1995.
- Nicolis G, Prigogine I. Self-organization in nonequilibrium systems: from dissipative structures to order through fluctuations. New York: John Wiley & Sons; 1977.
- Barabasi AL, Albert R. Emergence of scaling in random networks. *Science.* 1999;286:509–12.
- Solé R, Bascompte J. Self-organization in complex ecosystems. Princeton University Press; 2006.
- Goodwin B. How the leopard changed its spots: the evolution of complexity. New York: Princeton University Press; 2002.
- Verkhoshansky YV, Siff MC. Supertraining. Denver Verkhoshansky; 2009.
- Anderson JR, editor. *Cognitive Skills and Their Acquisition.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1981.
- Solé RV, Manrubia SC. Orden y Caos en Sistemas Complejos: Fundamentos. Barcelona: Edicions UPC; 2001.
- Frank TD, Michelbrink M, Beckmann H, Schöllhorn WI. A quantitative dynamical systems approach to differential learning: self-organization principle and order parameter equations. *Biol Cybern.* 2008;98:19–31.
- García-Manso JM, Martín-González JM. La formación del deportista en un sistema de rendimiento deportivo: autoorganización y emergencia, entre el orden y el caos. Armenia, Colombia: Editorial Kinesis; 2008.
- Schöllhorn WI, Mayer-Kress G, Newell KM, Michelbrink M. Time scales of adaptive behavior and motor learning in the presence of stochastic perturbations. *Hum Mov Sci.* 2009;28:319–33.
- Bauer HU, Schöllhorn W. Self-organizing maps for the analysis of complex movement patterns. *Neural Process Lett.* 1997;5:193–9.
- Schöllhorn WI, Beckmann H, Davids K. Exploiting system fluctuations. Differential training in physical prevention and rehabilitation programs for health and exercise. *Medicina (Kaunas).* 2010;46:365–73.
- Néda Z, Ravasz E, Brechet Y, Vicsek T, Barabási AL. The sound of many hands clapping. *Nature.* 2000;403:849–50.
- Iacboni M. Mirroring people the science of empathy and how we connect with others. London: Picador; 2009.
- James W. What is an emotion? *Mind.* 1884;9:188–205.
- Solé R. Complex networks. Barcelona: Tusquets; 2009.
- Guimerà R, Sales-Pardo M, Amaral LA. Classes of complex networks defined by role-to-role connectivity profiles. *Nat Phys.* 2007;3:63–9.

Original article

Isokinetic muscle performance and salivary immune-endocrine responses in handball players by Fourier transform infrared spectroscopy



P.C. Caetano Júnior*, J. Carvalho Aguiar, J. Ferreira-Strixino, L. José Raniero

Laboratory of Nanosensors, Institute for Research and Development (IP&D), University of Vale of Paraíba (UNIVAP), Av. Shishima Hifumi, 2911, São Jose dos Campos, São Paulo 12244-000, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 February 2015

Accepted 16 November 2015

Available online 6 September 2016

Keywords:

Infrared spectroscopy

Fourier transform

Athletic performance

Sports medicine

ABSTRACT

Objective: Evaluate isokinetic muscle performance of the hamstring and quadriceps muscles in male handball players, as well as verify the effect of handball match on salivary cortisol and immunoglobulin A by Fourier transform infrared spectroscopy.

Method: The isokinetic parameters evaluated were peak torque, fatigue index, and hamstring/quadriceps peak torque ratio. Saliva samples were collected before and after a simulated handball match, as well as after 2 h of recovery. Analysis of saliva by Fourier transform infrared spectroscopy was based on infrared region of the pure substances (cortisol and human salivary cortisol and immunoglobulin A).

Results: No significant difference was found between the non-dominant and dominant lower limb at 60 and 180°/s, in extension and flexion for variables of peak torque and fatigue index. The hamstring/quadriceps ratio at 60°/s was lower than at 180°/s. The main absorption bands of cortisol are in the region (1180–955 cm⁻¹) and human salivary cortisol and immunoglobulin A bands in the region (1584–1489 cm⁻¹). The saliva samples collected before and after match showed no significant difference. The variation of cortisol per playing positions was positively correlated with session rate of perceived exertion.

Conclusions: The handball players had good muscle performance of the lower limbs in the isokinetic evaluation. The Fourier transform infrared spectroscopy analysis identified the main absorption bands of cortisol and salivary cortisol and immunoglobulin A, as well as playing positions that demand higher stress levels, through changes of bands related to salivary cortisol.

© 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/>).

Rendimiento muscular isocinético y respuestas inmuno-endocrinas salivales en jugadores de balonmano por espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el rendimiento muscular isocinético de los isquiotibiales y los cuádriceps en jugadores de balonmano masculino, así como examinar el efecto de un partido de balonmano en el cortisol salival y la inmunoglobulina A por espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier.

Método: Los parámetros isocinéticos evaluados fueron el torque máximo, el índice de fatiga y la razón de torque máximo isquiotibial/cuádriceps. Las muestras de saliva se recogieron antes y después de un partido de balonmano simulado y tras 2 h de recuperación. El análisis de la saliva por espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier se basó en las regiones de infrarrojos de sustancias puras (cortisol, cortisol salival y la inmunoglobulina A humana).

Palabras clave:

Espectroscopía infrarroja

Transformada de Fourier

Rendimiento deportivo

Medicina del Deporte

* Corresponding author.

E-mail address: paulocaetanoj@hotmail.com (P.C. Caetano Júnior).

Resultados: No hubo diferencias significativas entre los miembros inferiores dominante y no dominante a 60 y 180°/s, en extensión y flexión para torque máximo e índice de fatiga. La razón isquiotibial/cuádriceps a 60°/s fue inferior que a 180°/s. Las principales bandas de absorción de cortisol se encuentran en la región (1180–955 cm⁻¹) y cortisol salival e inmunoglobulina A en la región (1584–1489 cm⁻¹). Las muestras de saliva recogidas antes y después del partido no muestran diferencias significativas. La variación de cortisol por la posición de juego se correlacionó positivamente con la tasa de esfuerzo percibido en la sesión.

Conclusiones: Los jugadores de balonmano mostraron buen rendimiento muscular de los miembros inferiores en la evaluación isocinética. El análisis por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier identificó las principales bandas de cortisol y cortisol salival e inmunoglobulina A, así como las posiciones de juego que requieren mayores niveles de estrés, por medio de los cambios en las bandas relacionadas con el cortisol salival.

© 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/>).

Desempenho muscular isocinético e respostas salivares imuno-endócrinas em jogadores de handebol por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier

R E S U M O

Palavras-chave:

Espectroscopia infravermelho
Transformação de Fourier
Desempenho atlético
Medicina esporte

Objetivo: Avaliar o desempenho muscular isocinético dos flexores e extensores do joelho em jogadores de handebol do sexo masculino, bem como verificar o efeito da partida de handebol sobre o cortisol salivar e imunoglobulina A por espectroscopia no infravermelho.

Método: Os seguintes parâmetros foram avaliados com dinamômetro isocinético: o torque máximo, índice de fadiga e razão agonista/antagonista. Amostras de saliva foram coletadas antes e depois de uma partida de handebol simulada, bem como depois de 2 horas de recuperação. Análise de saliva por espectroscopia no infravermelho foi baseada na região do infravermelho das substâncias puras (cortisol e imunoglobulina A humano).

Resultados: Não foi encontrada diferença significativa entre dos membros inferiores não-dominante e dominante em 60 e 180°/s, em extensão e flexão para variáveis do torque máximo e índice de fadiga. A relação flexores/extensores do joelho a 60°/s foi inferior a 180°/s. As principais bandas de absorção do cortisol estão na região (1180–955 cm⁻¹) e bandas de imunoglobulina A humana na região (1584–1489 cm⁻¹). As amostras de saliva coletadas antes e depois do jogo não apresentaram diferenças significativas. A variação do cortisol por posições de jogo foi positivamente correlacionada com a taxa de percepção subjetiva de esforço da sessão.

Conclusões: Os jogadores de handebol tiveram bom desempenho muscular dos membros inferiores na avaliação isocinética. A análise espectroscopia no infravermelho identificou as principais bandas de absorção de cortisol e imunoglobulina A, bem como as posições de jogo que exigem níveis mais elevados de estresse, através de mudanças de bandas relacionadas com cortisol salivar.

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

Introduction

Research on professional sports has examined parameters to establish muscle function,^{1,2} as well as the association between physical fitness level and overtraining biomarkers, such as cortisol, salivary cortisol and immunoglobulin A (SIgA), and α -amylase, among others.^{3,4} In collective sports, evaluation of the knee joint is very important due to the demand imposed on it during training and competition. Isokinetic testing enables precise assessment of athletes' muscle strength; therefore, this method allows evaluation of quadriceps and hamstring muscle strength, to determine the magnitude of generated torque, as well as the hamstring to quadriceps (H/Q) strength ratio. This evaluation is also widely used in injury prevention programmers.^{1,5,6}

In addition, the evaluation of athletes' skeletal muscle, psychological and physiological stress levels, from training and sports competitions, has also been extensively studied by salivary biomarkers, which reflect the impact of stress and physical exercise on the most important body regulatory systems.^{3,4,7} Cortisol and SIgA are widely studied to investigate the response of the endocrine and immune systems, which are commonly analyzed by chromatographic and mass spectrometry techniques, as well as colorimetric and immunoassay methods.^{3,9–11} However, these laboratory tests

are relatively expensive and laborious to be routinely applied in teams without financial support.

In this context, new analysis tools have been studied in order to reduce expenditure. Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) technique has great potential for analysis of body fluids,^{12,13} to quantify the biochemical components of a biological sample. This quantification is done by the absorption bands of the vibrational modes of molecular radicals in the infrared spectral region of 4000–700 cm⁻¹.¹⁴ The main advantages of FT-IR are the small quantity of sample required and the real-time information provided without the use of reagents.^{15–17} Several studies have shown the effect of acute stress and the impact of sustained periods of stress on salivary cortisol concentrations and SIgA in athletes.³ To the best of our knowledge, there are no records in the literature about the effects of a handball match on immune-endocrine system using FT-IR for diagnosis. Monitoring these responses could help coaches to plan appropriate training loads and recovery time, to reduce health risks and increase athletic performance. Thus, the purpose of this study was to evaluate isokinetic parameters of the hamstring and quadriceps muscles of male handball players, as well as changes in salivary cortisol and SIgA by FT-IR, during a simulated handball match.

Method

This study was approved by the Research Ethics Committee of the Universidade do Vale do Paraíba (No. 255.474) and is in accordance with the ethical standards of the Helsinki Declaration and Brazilian resolution 466/12. All subjects provided written informed consent before participation.

Subjects

The sample comprised 14 male handball players (Age: 22.41 ± 2.27 years; height: 1.84 ± 0.06 cm; body mass: 87.28 ± 10.11 kg), who had experience with this sport for approximately five years. All players were trained twice a day (90–120 min per session), five days per week (depending on the number of matches per week). The training sessions consisted of specific conditioning work, weight training, handball drills, sprints, tactics, and intermittent running exercises.

The exclusion criteria were use of drugs/tobacco, existence of oral disease and any type of physical injury. Thus, the saliva samples of one athlete and isokinetic evaluation of two athletes were properly excluded, because one player had an oral injury during the match, and two players were injured one day before the isokinetic test.

Experimental design

The experiment was divided in two phases. In the first stage, the participants' isokinetic concentric strength of the dominant and non-dominant lower limb was assessed on the isokinetic dynamometer (Biodex Medical Systems Inc., NY, USA). After they performed a 5 min warm-up on a treadmill (Movement LX 150), the athletes were positioned seated on the isokinetic dynamometer with their hips flexed at approximately 85° , and trunk and thigh stabilized, to avoid compensatory movements. The dynamometer axis was visually aligned with lateral femoral condyle, while the knees were flexed at 90° . The length of the lever arm was individually determined using the length of each athlete's lower leg. The knee was tested on a range of motion from 0° to 90° of knee flexion, with full knee extension considered 0° . As part of the familiarization process, the athletes performed three repetitions in the equipment before starting the test.^{2,18}

The test protocol was based on concentric isokinetic repetition of flexion and extension with 60 s recovery between sets, which were at angular velocity of $60^\circ/\text{s}$ (five repetitions) and $180^\circ/\text{s}$ (30 repetitions). The evaluated isokinetic parameters were peak torque (PT) of the hamstring (H) and quadriceps (Q) muscles normalized by body mass, fatigue index (FI), and H/Q peak torque ratio (H/Q ratio).^{1,2,18}

The second phase started after 48 h, where the biochemical changes of saliva were verified in response to a simulated handball match. First, the athletes performed a 20 min warm-up, which included stretching, running, and sport-specific exercises. The match was composed of two halves of 30 min with 5 min interval for recovering and hydration ad libitum. In addition, all official rules were maintained and no player was substituted during the match.

The match intensity was assessed by exercise duration (minutes) multiplied by training load, using the Borg CR-10 scale,¹⁹ recorded 30 min after match. The players answered a simple question: "How was your workout?", and for this, a chart was shown that outlined the full RPE scale with the appropriate explanations.

All subjects were informed by an information document in advance to abstain from food and caffeine products for at least

2 h prior to the saliva collection. The athletes were required to rinse out their mouths with distilled water, then remained seated with eyes open, head tilted slightly forward, and avoiding orofacial movements.^{3,8} The collection was performed approximately 10 min before the pre-match warm-up ($\sim 16:00$ h) and post-match at 5 and 120 min.

Unstimulated saliva was collected into a 2 ml sterile tube for approximately 10 min per athlete. The samples were immediately cooled down at 18°C and centrifuged at 6500 rpm for 30 min. The supernatant was stored at -20°C .

Defrosted samples were centrifuged again for 5 min at 6500 rpm. After this process, $15\ \mu\text{l}$ of salivary supernatant was deposited on a calcium fluoride (CaF_2) window and dehydrated for 30 min (Eppendorf Concentrator 5301).

Identification of the infrared bands of cortisol and SIgA was done by the acquisition of the spectra of pure substances, purchased from Sigma-Aldrich® and In vivogen companies, respectively. For this, $15\ \mu\text{l}$ of cortisol in methanol ($0.015\ \text{mg}/\mu\text{l}$) and $15\ \mu\text{l}$ of human SIgA in saline ($0.015\ \text{mg}/\mu\text{l}$) were deposited on CaF_2 window and lyophilized.

Infrared spectra were collected by a Spectrum 400 spectrophotometer coupled to a microscope (Perkin-Elmer, Spotlight 400, USA), controlled by a computer using Spotlight 400 Software. Spectra were recorded in the spectral region 4000 to $750\ \text{cm}^{-1}$, with 32 scans and a resolution of $4\ \text{cm}^{-1}$. The measurements were performed along the thin film in eight random points, formed on the CaF_2 surface.²⁰ The total spectra collected were 312 for saliva samples.

Statistical analyses

The means and standard deviation of the data were calculated. The distribution of the areas calculated was assumed to be Gaussian, and this assumption/hypothesis was verified using the Kolmogorov-Smirnov test for normal distributions. The one-way ANOVA test was used to compare the group means (Spectra of the saliva sample collected pre-match, post-match and two hours post-match).^{21,22} The significance level was set at 0.05. Pearson's coefficient was used for data correlation.

The FT-IR spectra of saliva sample and pure substances (cortisol and human SIgA) were standardized, baseline correction, and normalization (0–1). Then, the areas were calculated by integration of spectral region as follows: region 1 (1180 – $955\ \text{cm}^{-1}$), region 2 (1484 – $1191\ \text{cm}^{-1}$), and region 3 (1584 – $1489\ \text{cm}^{-1}$). For this procedure, the software Excel 2007, Origin V8.5, and OPUS V4.2 was used.

Results

Isokinetic muscle performance

The results from isokinetic tests are in Table 1. The statistics analysis showed no significant difference between the non-dominant (ND) and dominant (D) lower limb from $60^\circ/\text{s}$ and $180^\circ/\text{s}$, in both extension and flexion, for variables of PT and FI. As expected, the H/Q ratio at $60^\circ/\text{s}$ was lower than at $180^\circ/\text{s}$.

Analysis of pure substances of cortisol and human SIgA by FT-IR.

The average FT-IR spectra of pure substances of cortisol and human SIgA are shown in Fig. 1. The spectra were spread in three regions: (1) 1180 – $955\ \text{cm}^{-1}$, the bands are assignment mostly for cortisol; (2) 1484 – $1191\ \text{cm}^{-1}$, cortisol and human SIgA have similar contribution; and (3) 1584 – $1489\ \text{cm}^{-1}$ has strong contribution of SIgA compared to cortisol.

Table 1
Peak Torque values normalized by body mass, Fatigue Index and Hamstrings Muscles Quadriceps Muscles Peak Torque Ratio to 60 and 180°/s non-dominant and dominant lower limb of athletes (n = 12).

Q concentric	60°/s		180°/s	
	D	ND	D	ND
PT (Nm/Kg)	312 ± 42	290 ± 48	204 ± 19	200 ± 29
FI (%)			41 ± 10	43 ± 10
H concentric	60°/s		180°/s	
	D	ND	D	ND
PT (Nm/Kg)	163 ± 33	160 ± 36	126 ± 19	137 ± 27
FI (%)			35 ± 8	39 ± 10
H/Q ratio (%)	55 ± 13	55 ± 14	65 ± 14	66 ± 12

Values are presented as mean ± SD;
PT= peak torque normalized by body mass; H= hamstrings muscles; Q= quadriceps muscles; FI= fatigue index; and H/Q ratio= H/Q peak torque ratio.

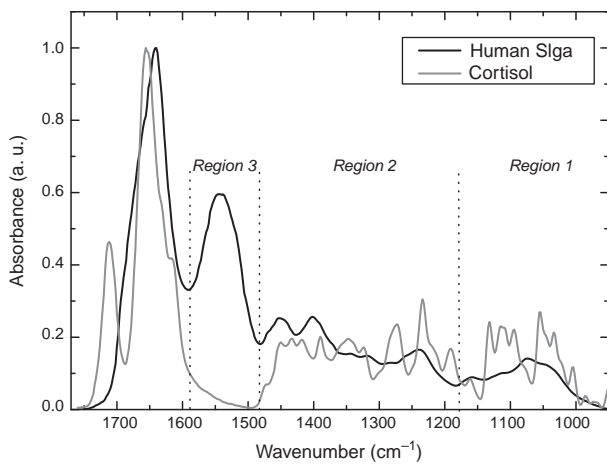


Fig. 1. Average Fourier transform infrared spectroscopy spectra of cortisol and human salivary immunoglobulin A (pure substances).

Training load and salivary immune-endocrine responses in handball players by FT-IR

The training load reported by the athletes was 15%, very difficult; 62%, difficult; and 23%, moderate, respectively. Then physical effort of the game was considerably intense.

Fig. 2 shows the average FT-IR spectra of the saliva sample collected pre-match (Pre), post-match (Post), and two hours post-match (Post 2h). The results showed difference after exercise that could be attributed by biochemical changes in saliva, especially in region 1.

In order to visualize these differences statistically, the integration area was performed in the three regions (Fig. 3). There was no significant difference between the saliva sample collected before, after match, and after two h of recovery, but an increase of bands intensities in regions 1 and 2 was observed as a function of physical effort.

Region 1 had the highest variation of intensity after the match although without statistic relevance. These results could be explained by the player position due to difference in physiological demands during the handball match,²³ increasing SD of the area.

In order to take into account the player position and the results of region 1 assigned to cortisol, Fig. 4 shows the differences between pre and post-match as function of the position, such as backcourt, goalkeeper, pivot, and wings. Wings and backcourts had the highest percentages of variation compared to goalkeepers and pivots (Fig. 4).

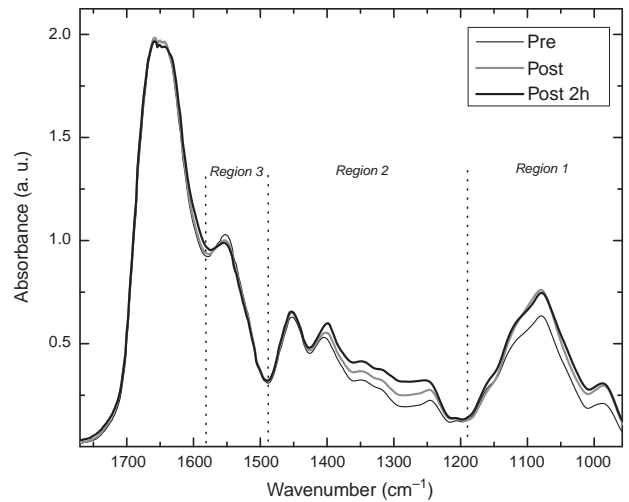


Fig. 2. Average Fourier transform infrared spectroscopy spectra of saliva sample obtained before match, after match, and after 2h recovery.

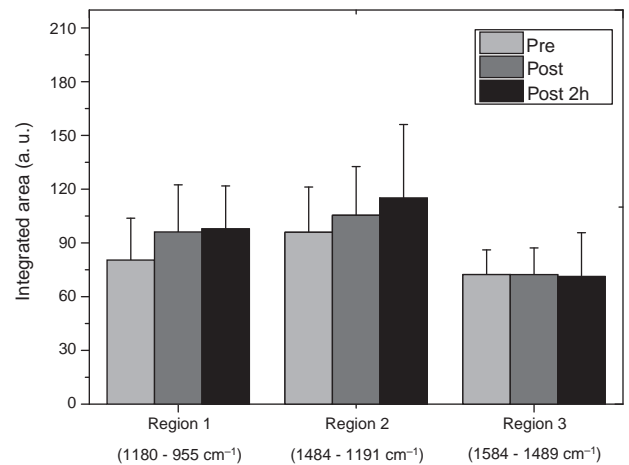


Fig. 3. Means, standard deviation, integrated area of spectra of saliva sample collected before, after match, and after 2h of recovery for three spectral regions (region 1: 1180–955 cm⁻¹; region 2: 1484–1191 cm⁻¹; region 3: 1584–1489 cm⁻¹).

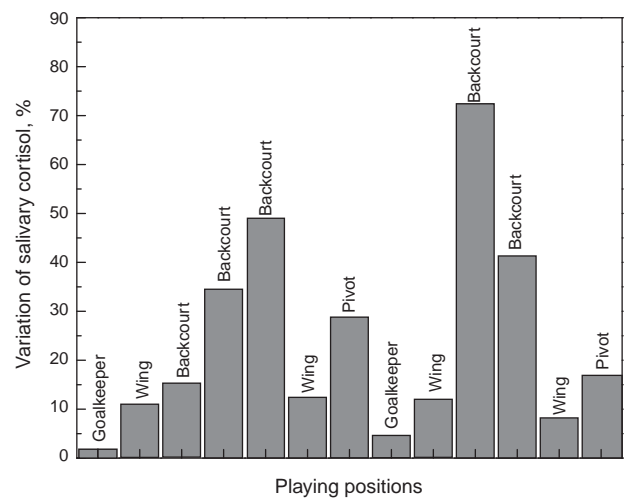


Fig. 4. Variation of salivary cortisol before and after handball match of players by playing positions.

Discussion

Scientific knowledge about the influence of the exercise on muscle performance and high intensity training on stress biomarkers is very important to sport medicine. Thus, this study was to show isokinetic parameters in handball players and the effects of a handball match on the immune-endocrine system. Salivary biomarkers were analyzed using a new laboratory diagnostic tool.

Isokinetic muscle performance

There are few studies reporting isokinetic parameters of handball players' knees. Thus, the results presented in this studied can serve for future comparisons between athletes from the same sport.

The peak torque comparison between D and ND lower limb of athletes were not statistically relevant. Similar results were found in volleyball and soccer players, where the athletes also did not present a difference between D and ND limb.² These results can be explained by training specificity, because the athletes are submitted to training programs involving strength, resistance, balance, and flexibility, which could correct some muscular deficit. This training program is important to improve sport performance and prevent injury.^{24,25}

Isokinetic evaluation of the H/Q ratio provides a quantitative measurement of torque from agonist and antagonist muscle contraction surrounding the knee joint. The athletes had values of H/Q ratio at 60°/s and 180°/s for D and ND limb in the range described in the literature.^{26,27} Although it is not specific for handball athletes, H/Q ratio is typically in the range of 50–80% with an increased values at faster speeds.^{26,27} According to Andrade et al.,¹ H/Q ratio higher than 60% at 180°/s is a good marker because only at high test speed are the similar results to sport tasks.

The FI values for agonist/antagonist musculature of D and ND lower limb were not significantly different. All results were below 50%, which represents the ability of the muscle to maintain at least 50% of job generation, during 30 repetitions.²⁸ This reduces injury risks in periods of training and competition, because there is a similarity between flexor and extensor musculature to resist fatigue.

Analysis of pure substances of cortisol and human SIgA by FT-IR

The infrared spectra of pure substance of cortisol and human SIgA were performed in order to show the main bands in the infrared region. These biomarkers are widely used to investigate different physiological responses in collective sports modalities.^{3,29} Thus, the immune-endocrine response in handball players was examined by these two salivary biomarkers.

Region 1 (1180–955 cm⁻¹), referring to stretching of C–O (carbon–oxygen bond), C–C (carbon–carbon bond), angular bending of C–O–H (carbon–oxygen–hydrogen bond), C–O–C (carbon–oxygen–carbon bond) and symmetric stretching vibrations of the P=O (phosphor=oxygen double bond) for phosphate group, is largely attributed to the cortisol molecule. This hormone is formed by C₂₁H₃₀O₅ containing three six-membered rings and one cyclopentane ring with ketone oxygens at C-3 (carbon-3) and C-20 (carbon-20), the double bond between C-4 (carbon-4) and C-5 (carbon-5), the b-hydroxyl group at C-11 (carbon-11), the two-carbon chain in b-orientation, the hydroxyl group in at C-17 (carbon-17), and b-methyl groups at C-18 (carbon-18) and C-19 (carbon-19).¹⁵

Region 2 (1484–1191 cm⁻¹), which corresponds to vibrational modes of CH₂/CH₃, C=O (carbon=oxygen double bond) of COO⁻ (carboxyl group) symmetric (stretching), amide III (protein), and asymmetric stretching bond (P=O) of phosphate group, showed bands of pure substances of cortisol and human SIgA.

Region 3 (1584–1489 cm⁻¹), assigned to tyrosine band, amide II and α-helix (amino acids and proteins), showed only one band of SIgA. This protein consists of four heavy chains and two light chains, adopting a characteristic “immunoglobulin fold”, comprised of various amino acid residues of β antiparallel-sheet, around an internal disulfide bridge.³⁰

Training load and salivary immune-endocrine responses in handball players by FT-IR

Training load was used as an indicator of exercise intensity. This method has largely been used as a useful tool for prescribing exercise intensity based on its relationship with physiological indicators of exercise stress. In addition, it does not appear to be affected by exercise modality or training state.³¹

In this study, the players indicated that the match intensity was difficult or very difficult. The goalkeepers reported the physical effort intensity as moderate, which can be explained by faster recovery intervals of this position.²³

The effects of a handball match on immune-endocrine system by infrared analysis of the salivary biomarkers (cortisol and human SIgA) were examined. The results showed differences in band intensities for spectra of saliva sample collected before, after match, and after 2 h of recovery, especially in regions 1 and 2. However, the comparison of the mean values of the area of region 1 was not statistically relevant.

This shows that the stress imposed by the match was not enough to significantly increase cortisol levels. Handball is considered a complex and highly demanding intermittent sport, because it involves multiple high-intensity and low-intensity activities, such as turns, stops, jumps, throws, changes of direction, and one-on-one situations in offensive and defensive play.²³ Thus, the recovery periods during the handball match and physiological adaptations resulting from physical training avoid high stress levels.³² These finding corroborate with Moreira et al.³³ who did not observe any significant differences in salivary cortisol by enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA), after a competitive training match in male professional soccer players.

In addition, cortisol is a glucocorticoid produced in the adrenal glands that are controlled by the hypothalamus-pituitary-adrenal axis in response to stress, which could be related to emotional, physiological, and behavioral dimensions.³⁴ In this sense, the psychological factor as an additional stressor in sports also helps to explain the results. Some studies, for example, showed that levels of cortisol after an official match are considerably higher compared to a simulated match.^{3,35}

The individual variation of salivary cortisol showed that backcourt players have higher stress levels than other playing positions. Póvoas et al.²³ showed that these player positions require more physically demanding play per game than other positions. This variation of the cortisol values as function of playing positions was correlated with the training load ($r=0.73$, $p<0.05$).

For the mucosal parameters, there were no differences in band intensities in the region assigned to SIgA for saliva samples collected before, after match, and after 2 h of recovery. These results suggest that the simulated match also did not change SIgA levels in handball players.

As previously discussion, the physical demands (intermittent nature) of a handball match, which includes periods of recovery between efforts and relatively short durations of action,²³ could explain these findings in mucosal parameters. In addition, the psychological factor helps to explain this immune response because it was a simulated match.³

Some authors report that the influence of exercise on the immune response depends on exercise intensity and duration.^{36,37}

However, the lack of information about the physiological parameters during the match challenge the statement, for example, heart rate and lactate. In addition, time motion analysis could reveal differences in the number and intensity of actions and distance covered by the players, which could help to explain the results obtained. However, some of these measurements are expensive and difficult to monitor during a handball match.

It is noteworthy that the main limitation of this study is the lack of measurements of cortisol and SIgA concentrations using ELISA. These measurements are important to confirm the infrared results because the bands observed in this infrared region are not exclusively for cortisol and SIgA, because other salivary biomarkers can change in response to stress and could have similar chemical structure, showing similar bands in regions of SIgA and cortisol (e.g., α -amylase and testosterone). Despite these limitations, FT-IR spectroscopy produced promising results with quantitative analysis of stress biomarkers and provided real-time information without the use of any reagents. This decreases the price of the analyses and precise monitoring of players that belong to teams without financial support, to help them avoid excessive training loads during the preparation to decisive matches.

In summary, the results of this study showed that the handball players had good performance of the lower limb muscles with balanced H/Q, no strength difference between D and ND limbs, and appropriate IF percentage. The results of infrared analysis showed the main absorption bands for cortisol in region 1180–955 cm^{-1} and for human SIgA in region 1584–1489 cm^{-1} . There were no significant spectral differences to saliva sample collected pre and post-match, as well as after 2 h of recovery. In addition, the playing position as function of cortisol absorption band could be positively correlated to the training load, showing the playing position that require higher degrees of stress during a simulated handball match.

Ethical disclosures

Protection of human subjects and animals in research. The authors declare that the procedures followed were in accordance with the regulations of the relevant clinical research ethics committee and with those of the Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki).

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

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

Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Acknowledgments

The authors wish to thank the financial support given by Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and Vale Paraibana Teaching Foundation (FVE).

References

1. Andrade Mdos S, De Lira CA, Koffes Fde C, Mascarin NC, Benedito-Silva AA, Da Silva AC. Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: the influence of sport modality, gender, and angular velocity. *J Sports Sci.* 2012;30(6):547–53.
2. Magalhães J, Oliveira J, Ascensão A, Soares J. Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004;44(2):119–25.

3. Moreira A, Freitas CG, Nakamura FY, Drago G, Drago M, Aoki MS. Effect of match importance on salivary cortisol and immunoglobulin A responses in elite young volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2013;27(1):202–7.
4. Papacosta E, Nassis GP. Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. *J Sci Med Sport.* 2011;14(5):424–34.
5. Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL. Isokinetic hamstrings: quadriceps ratios in intercollegiate Athletes. *J Athl Train.* 2001;36(4):378–83.
6. Rousanoglou EN, Barzouka KG, Boudolos KD. Seasonal changes of jumping performance and knee muscle strength in under-19 women volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2013;27(4):1108–17.
7. Bonne NJ, Wong DT. Salivary biomarker development using genomic, proteomic and metabolomic approaches. *Genome Med.* 2012;4(10):82.
8. Chiappin S, Antonelli G, Gatti R, De Palo EF. Saliva specimen: a new laboratory tool for diagnostic and basic investigation. *Clin Chim Acta.* 2007;383(1-2):30–40.
9. Al-Shehri S, Henman M, Charles BG, Cowley D, Shaw PN, Liley H, et al. Collection and determination of nucleotide metabolites in neonatal and adult saliva by high performance liquid chromatography with tandem mass spectrometry. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2013;931:140–7.
10. Novaković N, Cakić S, Todorović T, Raicević BA, Dozić I, Petrović V, et al. Antioxidative status of saliva before and after non-surgical periodontal treatment. *Srp Arh Celok Lek.* 2013;141(3-4):163–8.
11. Salazar MG, Jehmlich N, Murr A, Dhople VM, Holtfreter B, Hammer E, et al. Identification of periodontitis associated changes in the proteome of whole human saliva by mass spectrometric analysis. *J Clin Periodontol.* 2013;40(9):825–32.
12. Petitbois C, Délérís G, Cazorla G. Perspectives in the utilisation of Fourier-transform infrared spectroscopy of serum in sports medicine: health monitoring of athletes and prevention of doping. *Sports Med.* 2000;29(6):387–96.
13. Yoshida S, Yoshida M, Yamamoto M, Takeda J. Optical screening of diabetes mellitus using non-invasive Fourier-transform infrared spectroscopy technique for human lip. *J Pharm Biomed Anal.* 2013;76:169–76.
14. Schultz CP, Ahmed MK, Dawes C, Mantsch HH. Thiocyanate levels in human saliva: quantitation by Fourier transform infrared spectroscopy. *Anal Biochem.* 1996;240(1):7–12.
15. Khaustova S, Shkurnikov M, Tonevitsky E, Artyushenko V, Tonevitsky A. Non-invasive biochemical monitoring of physiological stress by Fourier transform infrared saliva spectroscopy. *Analyst.* 2010;135(12):3183–92.
16. Khaustova SA, Shkurnikov MU, Grebenyuk ES, Artyushenko VG, Tonevitsky AG. Assessment of biochemical characteristics of the saliva using Fourier transform mid-infrared spectroscopy. *Bull Exp Biol Med.* 2009;148(5):841–4.
17. Perez-Guaita D, Ventura-Gayete J, Pérez-Rambla C, Sancho-Andreu M, Garrigues S, de la Guardia M. Protein determination in serum and whole blood by attenuated total reflectance infrared spectroscopy. *Anal Bioanal Chem.* 2012;404(3):649–56.
18. Wilk KE, Biodex System 3. Advantage Software. Operations Manual Isokinetic testing: goals, standards and knee test interpretation. Biodex Medical System; 1991.
19. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(7):1164–8.
20. Caetano Júnior PC, Strixino JF, Raniero L. Analysis of saliva by Fourier transform infrared spectroscopy for diagnosis of physiological stress in athletes. *Res Biomed Eng.* 2015;31(2):116–24.
21. Carvalho CS, Martin AA, Santo AME, Andrade LEC, Pinheiro MM, Cardoso MAG, et al. A rheumatoid arthritis study using Raman spectroscopy. *Theor Chem Acc.* 2011;130(4-6):1211–20.
22. Triola MF. Elementary statistics plus MyStatLab student access kit. 11th ed. Rio de Janeiro: Addison Wesley; 2009.
23. Póvoas SC, Ascensão AA, Magalhães J, Seabra AF, Krstrup P, Soares JM, et al. Physiological demands of elite team handball with special reference to playing position. *J Strength Cond Res.* 2014;28(2):430–42.
24. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries – a methodological approach. *Br J Sports Med.* 2003;37(5):384–92.
25. Michaelidis M, Koumantakis GA. Effects of knee injury primary prevention programs on anterior cruciate ligament injury rates in female athletes in different sports: a systematic review. *Phys Ther Sport.* 2014;15(3):200–10.
26. Bennell K, Wajswelner H, Lew P, Schall-Riauour A, Leslie S, Plant D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstrings injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med.* 1998;32(4):309–14.
27. Raunest J, Sager M, Bürgener E. Proprioceptive mechanisms in the cruciate ligaments: an electromyographic study on reflex activity in the thigh muscles. *J Trauma.* 1996;41(3):488–93.
28. Baltzopoulos V, Brodie DA. Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. *Sports Med.* 1989;8(2):101–16.
29. Moreira A, Arsati F, Cury PR, Franciscon C, Simões AC, de Oliveira PR, et al. The impact of a 17-day training period for an international championship on mucosal immune parameters in top-level basketball players and staff members. *Eur J Oral Sci.* 2008;116(5):431–7.
30. Woolf JM, Russell MW. Structure and function relationships in IgA. *Mucosal Immunol.* 2011;4(6):590–7.
31. Irving BA, Rutkowski J, Brock DW, Davis CK, Barrett EJ, Gaesser GA, et al. Comparison of Borg- and OMNI-RPE as markers of the blood lactate response to exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(7):1348–52.

32. Marin DP, Bolin AP, Campoio TR, Guerra BA, Otton R. Oxidative stress and antioxidant status response of handball athletes: implications for sport training monitoring. *Int Immunopharmacol.* 2013;17(2):462–70.
33. Moreira A, Arsati F, de Oliveira Lima Arsati YB, da Silva DA, de Araújo VC. Salivary cortisol in top-level professional soccer players. *Eur J Appl Physiol.* 2009;106(1):25–30.
34. Sapolsky RM, Romero LM, Munck AU. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocr Rev.* 2000;21(1):55–89.
35. Haneishi K, Fry AC, Moore CA, Schilling BK, Li Y, Fry MD. Cortisol and stress responses during a game and practice in female collegiate soccer players. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):583–8.
36. Nieman DC, Nehlsen-Cannarella SL. The effects of acute and chronic exercise of immunoglobulins. *Sports Med.* 1991;11(3):183–201.
37. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Gleeson M, Woods JA, Bishop NC, et al. Position statement. Part one: immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev.* 2011;17:6–63.



Original article

Number of repetition after different rest intervals between static stretching and resistance training



H. Dias, G.A. Paz*, M. de F. Maia, T. Leite, H. Miranda, R. Simão

School of Physical Education and Sports – Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 13 September 2014

Accepted 19 May 2015

Available online 6 September 2016

Keywords:

Static stretching

Resistance training

Strength performance

Recovery interval

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to investigate the effects of different intervals between static stretching for hip adductor, quadriceps and hamstring muscles and resistance training in repetition performance.

Method: Twenty-two trained men were submitted to the 10 repetition maximum test and retest for leg extension, leg curl and hip adduction exercises. Three protocols were conducted in a randomized design – PWI: resistance training immediately after static stretching; P15: fifteen-minute rest interval between static stretching and resistance training; P30: thirty-minute rest interval between static stretching and resistance training.

Results: The total number of repetition [(sets * repetitions) + exercises] performed under P30 (84.55 ± 1.68) was significantly higher than P15 (79.73 ± 1.89) and PWI (68.09 ± 2.03), respectively. Significant differences were also found between P15 and P30.

Conclusions: Therefore, 30-minute interval between static stretching and resistance exercises was needed to achieve greater repetition performance. Thus, static stretching for lower limbs may be avoided before a resistance training session.

© 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/>).

Número de repeticiones tras diferentes secuencias de descanso entre estiramiento estático y entrenamiento de fuerza

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de ese estudio fue investigar los efectos de distintas secuencias de estiramiento estático, en los músculos aductores de la cadera, cuádriceps e isquiotibiales y el entrenamiento de resistencia, en el rendimiento en repeticiones.

Método: Veintidós hombres entrenados fueron sometidos a la prueba de 10 repeticiones máximas para ejercicios de extensión de piernas, flexión de piernas y aducción de cadera. Tres protocolos fueron realizados utilizando un diseño aleatorio: PSI: entrenamiento de resistencia realizado inmediatamente después del estiramiento estático; P15: intervalo de descanso de 15 minutos entre estiramiento estático y entrenamiento de resistencia; P30: intervalo de descanso de 30 minutos entre estiramiento estático y entrenamiento de resistencia.

Resultados: El número total de repeticiones [(sets * repetición) + ejercicio], realizadas en P30 (84.55 ± 1.68) fue significativamente mayor que P15 (79.73 ± 1.89) y PSI (68.09 ± 2.03), respectivamente. También se observaron grandes diferencias entre P15 y P30.

Palabras clave:

Estiramiento estático

Entrenamiento de resistencia

Rendimiento de fuerza

Intervalo de recuperación

* Corresponding author.

E-mail address: gabriel.andrade.paz@gmail.com (G.A. Paz).

Conclusiones: Por lo tanto, se necesitó un intervalo de 30 minutos entre el estiramiento estático y los ejercicios de resistencia para lograr un mayor rendimiento en repeticiones. En este sentido, el estiramiento estático para miembros inferiores puede ser evitado antes de una sesión de entrenamiento de resistencia.

© 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/>).

Número de repetição após diferentes intervalos de recuperação entre alongamento estático e treinamento resistido

R E S U M O

Palavras-chave:

Alongamento estático
Treinamento resistido
Desempenho de força
Intervalo de recuperação

Objetivo: O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de diferentes intervalos entre alongamento estático para os músculos adutores do quadril, quadríceps e isquiotibiais e o treinamento resistido no desempenho de repetições.

Método: Vinte e dois homens treinados foram submetidos ao teste de 10 repetições máximas e reteste para os exercícios de extensão, e flexão de joelhos, e de adução do quadril. Três protocolos foram conduzidos em um desenho randomizado: PWI – treinamento resistido imediatamente após o alongamento estático; P15 – intervalo de descanso de 15 minutos entre alongamento estático e o treinamento resistido; P30 – intervalo de descanso de 30 minutos entre alongamento estático e o treinamento resistido.

Resultados: O número total de repetição ([séries * repetições] + exercícios) realizada em P30 (84.55 ± 1.68) foi significativamente maior do que o P15 (79.73 ± 1.89) e PWI (68.09 ± 2.03), respectivamente. Diferenças significativas também foram encontradas entre P15 e P30.

Conclusões: O intervalo de 30 minutos entre o alongamento estático e o exercício resistido foi necessário para alcançar maior desempenho no número de repetição. Assim, os alongamentos estáticos para membros inferiores podem ser evitados antes de uma sessão treinamento resistido.

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

Introduction

Flexibility training is a key component in exercise programs with the goal to develop quality of life and health.^{1,2} Static stretching (SS) is one of the methods often adopted to improve the range of motion temporarily.³ However, several studies have shown that pre-exercise stretching induces significant reductions on force production when compared to resistance exercises performed isolated.^{4–7} This phenomenon has been named the stretching-induced force deficit.⁸

Adequate biomechanical performance of lower-body resistance exercises in health and/or sport conditioning programs requires a high level of range of motion.⁹ Appropriate joint flexibility not only permits proper form, but also allows the trainee the ability to work against resistance through a full range of motion.¹⁰ However, SS adopted prior to resistance training (RT) can induce significant decreases on muscle endurance,^{2,4} torque^{10,11} and power performance.⁷ Two primary hypotheses have been proposed to explain the stretching-induced force deficit. The first hypothesis is associated to a neural factor, causing a decrease in muscle activation and reflex sensitivity.¹² The second hypothesis involves a mechanical factor, promoting a decrease in stiffness of the muscle-tendon unit (MTU) that may affect the muscle's length-tension relationship.¹³ On the other hand, there are limited evidences about the time course of the stretching-induced force deficit between SS and resistance exercises.

Fowles et al.¹⁴ observed decreases of 28% on maximal voluntary isometric contraction (MVIC) of triceps surae after SS, and they also found a reduction of 9% after 1 h. McBride et al.¹⁵ observed significant reduction in MVIC, 1, 2, 8 and 16 min after SS. This data indicated that negative effect induced by SS on strength performance has a time course relationship, and it is probably associated to the volume (duration and number of sets) of stretching and the target muscle group. On the other hand, there is a lack of evidences about the effect of different intervals between SS and resistance exercises on repetition performance.

Furthermore, previous evidences suggested that pre-exercise stretching may not prevent injuries or improve athletic and/or stretching performance.^{10,16} However, coaches and practitioners usually adopted stretching exercises before RT with the goal optimize the training sessions durations. For this reason, evidences about exercise models which SS and resistance exercises could be applied in the same exercise session, may be positive and also helps conditioning professionals and practitioners to improve the outcomes without compromising the strength performance.

Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of different intervals between passive SS for hip adductors, quadriceps and hamstring muscles and the repetition performance of resistance exercises for lower body muscles over multiples sets.

Method

Subjects

The study subjects consisted of twenty-two recreationally trained men (25 ± 7 years, 74 ± 30 kg and 175 ± 20 cm). They indicated they were not currently using medical drugs, dietary supplements, or anabolic steroids, and were without joint, muscular or cardiovascular diseases. The experimental conditions were conducted in accordance with the norms of the Brazilian National Health Council, under Resolution No. 466/2012, referring to scientific research on human subjects and Helsinki Declaration. The study was submitted and approved by the Ethics Committee of Federal University of Rio de Janeiro.

Experimental design

The participants initially performed the 10 repetition maximum (RM) test (10-RM) for leg extension (LE), leg curl (LC) and hip adduction (HA).¹⁷ 10-RM retest were applied after a 48-hour to evaluate the test-retest reliability. The testing was carried out until the

subject performer 10 repetitions with the highest load. Three attempts were allowed to find 10-RM loads, and 5-minutes rest intervals were adopted between each trial. Ten minutes of rest interval were adopted between the exercises evaluated. The 10-RM retest was conducted after 48–72 h, starting with the maximum load obtained at the initial test and repeating the same procedure. To minimize the margin of errors the procedures proposed by Miranda et al.¹⁸ were adopted: (a) all the subjects received standard instructions on the general routine of data assessment and the exercise technique of each exercise before testing, (b) the exercise technique of the subjects during all testing sessions was monitored and corrected whenever appropriate, and (c) all the subjects were given verbal encouragement during the test. The subjects were not allowed to practice any exercises during the interval between the testing sessions.

The 10-RM workloads were choosing considering that percentage of 1-RM loads allows greater differences on repetition performance for different muscle groups.¹⁹ The higher 10-RM workload assessed between the two testing sessions was adopted for the exercise sessions. The exercises LE, LC and HA were performed using Technogym equipments (New Jersey, USA). The following positions were adopting to perform the exercises: LE: seated with the back resting on machine support, hip flexed at 90° and knee flexed at 110°. During the exercise, the subject should fully extend both knees, and control the movement to the initial position. LC: seated with the back resting on machine support, hip flexed at 90° and knee fully extended. During the exercise, the subject performs a knee flexion approximately to 110°, and control the movement to the initial position. HA: seated with the back resting on machine support, hip in abduction and flexed at 90° and knee flexed. During the exercise, the subject performs a hip adduction. The participants were instructed to perform the exercise controlling the pace without pause between concentric and eccentric phases. Each set was performed until concentric failure in which the participant was unable to maintain the exercise technique.

In the following test sessions, three exercise sequences were conducted during three non-consecutive days (48–72 h apart) in a randomized crossover design. Protocol without interval (PWI) – the LE, LC and HA were performed immediately after SS exercises for quadriceps, hamstrings and hip adductor muscles, respectively; P15 – fifteen-minute of interval between SS exercises and the performance of LE, LC and HA; P30 – thirty-minute rest interval between SS exercises and LE, LC and HA. RT session consisted of three sets repetition to failure with 10-RM loads for LE, LC and HA exercises adopting 1-minute rest interval between sets and exercises. The number of repetitions completed in each set and exercise was recorded.

A sequence of six stretches (right quadriceps stretching, left quadriceps stretching, right hamstring stretching, left hamstring stretching, right hip adductor stretching, left hip adductor stretching) was repeated for three sets. The researcher demonstrated the proper technique prior to each stretching routine and monitored the subjects' movements throughout stretching to ensure that each stretch was performed correctly. Subjects were informed that the holding point of the stretch was established at the point "just before discomfort".²⁰ Each stretch was held for 30 s followed by a 10-second relaxation period for a total stretching period of 540 s (90 s per muscle). This duration is similar to that typically used by athletes and general population during RT programs.^{9,21} A counterbalance procedure was used to determine the order of stretches.

The positions adopted for the stretching exercise were described below: (a) Leg extensors – the participant was set in the prone position, while the researcher conducting a passive unilateral knee flexion to the point of discomfort displayed by the participant. (b)

Elbow extensors – the participants were placed standing, while the researcher performed passive shoulder abduction with the elbow flexed to the point of discomfort. (c) Leg adductors – the participants were positioned supine while the researcher promoted the horizontal hip abduction with the knee in flexed.

Statistical analysis

Descriptive analyses were presented as the means and standard deviations. The statistical analysis was initially done by the Shapiro–Wilk normality test and by the homocedasticity test (Bartlett criterion). All variables presented normal distribution and homocedasticity. The 10-RM test–retest reliability was calculated through the intraclass correlation coefficient ($ICC = [MS_b - MS_w] / [MS_b + \{k - 1\} * MS_w]$), where MS_b = mean-square between, MS_w = mean-square within, and k = average group size. Two-way ANOVA (protocol × sets) with repeated measures was used to test differences for repetition performance and total work (repetitions × sets) for each protocol and exercise. A one-way ANOVA with repeated measures was computed to compare the total training volume (exercise × repetitions × sets). Significant main effects were subsequently evaluated using Bonferroni's post hoc. A probability value of $p < 0.05$ was used to establish the significance of all comparisons. The statistical analysis was conducted using the software SPSS 20.0 for Windows.

Results

Excellent day-to-day 10-RM workload reliability for each exercise was shown by this protocol. The intra-class correlation coefficients (ICC) for the group were LA (ICC=0.91), LE (ICC=0.93) and LC (ICC=0.94). The paired t test did not show any difference between tests and retest loads for each resistance exercise ($p < 0.05$).

Total training volume (repetitions × sets × exercises) was calculated for LE, LC and HA for each experimental protocols. Significant differences were observed between exercises and sequences ($p = 0.0001$) for total training volume. Training volume under P30 (84.55 ± 1.68) was significantly higher than P15 (79.73 ± 1.89 ; $p = 0.001$) and PWI (68.09 ± 2.03 ; $p = 0.0001$), respectively. Significant differences were also noted under P15 compared to PWI ($p = 0.03$). Significant interactions were noted between repetitions and sets for total work ($p = 0.002$). Total work (repetitions × sets) was higher for LE exercise, under P30 compared to P15 ($p = 0.0001$) and PWI ($p = 0.002$), respectively (Fig. 1). This was also true for LC and HA exercises which showed higher total work under P30

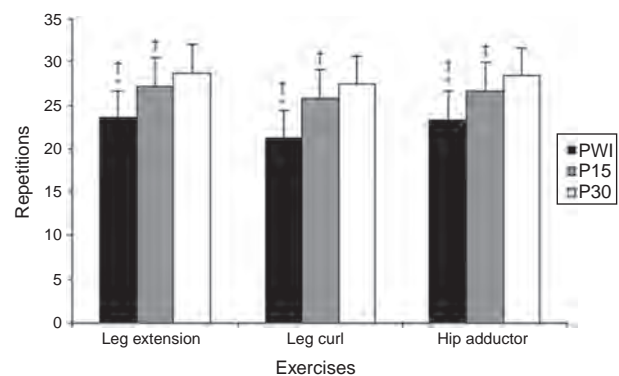


Fig. 1. Total work (repetitions × sets) of each exercise in PWI, P15 and P30 protocols. *: Significant difference for P15; †: significant difference for P30; PWI: RT session performed immediately after SS exercises; P15: fifteen minute interval between SS and RT; P30: thirty minute interval between SS and RT. SS: static stretching; RT: resistance training.

Table 1
Number of repetitions of each set in PWI, P15 and P30.

	Leg extension		
	Set 1	Set 2	Set 3
PWI	8.00 ± 1.32 ^{*,†}	7.00 ± 2.10 ^{*,†}	6.00 ± 2.30 ^{*,†}
P15	9.00 ± 1.02	8.00 ± 2.31	7.00 ± 1.21 [†]
P30	10.00 ± 0.00	8.00 ± 2.32	6.00 ± 1.33
	Leg curl		
	Set 1	Set 2	Set 3
PWI	9.00 ± 1.21	7.00 ± 1.33 ^{*,†}	6.00 ± 1.22 ^{*,†}
P15	9.00 ± 0.31	8.00 ± 1.13	7.00 ± 0.21
P30	9.00 ± 0.92	8.00 ± 0.42	7.00 ± 0.32
	Hip adduction		
	Set 1	Set 2	Set 3
PWI	8.00 ± 1.32 [†]	7.00 ± 0.22	6.00 ± 1.32 ^{*,†}
P15	8.00 ± 0.32	7.00 ± 1.23	6.00 ± 2.34
P30	8.00 ± 1.33	8.00 ± 1.51	8.00 ± 0.33

* Significant difference compared to P15.

† Significant difference compared to P30; PWI: RT session performed immediately after PSS exercises; P15: Fifteen minute rest interval between SS and RT; P30: thirty minute rest interval between SS and RT. SS: passive static stretching; RT: resistance training.

compared to P15 ($p=0.0001$; $p=0.002$) and PSI ($p=0.0001$; $p=0.0001$), respectively. Significant differences were also observed between P15 and P30 for LE ($p=0.031$), LC ($p=0.002$) and HA ($p=0.0001$).

The numbers of repetitions performed per set for each exercise over the experimental protocols are presented as mean and standard deviation in Table 1. A lower number of repetitions performed over the three sets were noted for LE, LC and HA exercises, under PWI compared to P15, except for set 1 of LC, and set 1 and 2 of HA. Similar results were found for all sets when compared to P30, except for the set 2 and 3 of HA. No differences were found between P15 and P30 conditions.

Discussion

The purpose of this study was to clarify the time course of a stretching-induced decrease in repetition performance of lower body exercises. The main finding of the present investigation were the lower number of repetitions performed over the three sets immediately after SS exercises (PWI) when compared to the protocols which were adopted 15 (P15) and 30 min (P30) intervals between SS and RT sessions for LE, LC and HA exercises, respectively. These findings are in agreement with previous studies which observed significant decreases on force production immediately after SS.^{2,4,10,22}

Marek et al.²⁰ also found a decrease in muscle activation, peak torque and isokinetic strength during LE performed immediately after four SS exercises and proprioceptive neuromuscular facilitation exercises for quadriceps muscles. Cramer et al.¹¹ also observed a significant reduction in peak torque during LE exercise at fast and slow speeds after four SS exercises for the quadriceps muscles. However, in the current study, there were significant increases in total training volume performed per set adopting 15-minute (16.1%) or 30-minute (24.2%) interval between SS and resistance exercises compared to the protocol without interval (PWI). These results suggested that progressive intervals between SS and RT exercises may avoid the negative effects induced by stretching exercises on repetition performance for lower body exercises.

Fowles et al.¹⁴ investigated the MVIC of ankle extensors after 30 min of SS and found significant reduction of 28% that persisted

for approximately 60 min after the stretching. Similar results were found by McBride et al.¹⁵ who observed significant reduction in MVIC even after 1, 2, 8 and 16 min of rest interval after three sets with 30 s of SS on quadriceps muscles. However, the authors observed that 30 min after the protocols the MVIC levels returned to control values. Power et al.⁷ also observed a significant reduction in peak torque and MVIC of the knee extensors 60, 90 and 120 min after performed six SS exercises for quadriceps, hamstrings and ankle extensors. However, in the current study, intervals between 15 and 30 min after SS avoided significant decreases in repetition performance during LE, LC and HA exercises compared to PWI. Some peripheral mechanisms have been proposed to explain the reduced muscle activation after stretching as follows: (a) autogenic inhibition of the Golgi tendon reflex,¹² (b) mechanoreceptors and nociceptors,⁴ (c) fatigue-induced inhibition,²¹ (d) joint pressure feedback inhibition because of excessive ranges of motion during stretching,²³ and (e) stretch reflex inhibition originating from the muscle spindles.¹⁰

However, previous studies found opposite results to those observed in the current study associated to PWI. Behm et al.²⁴ found that 135 s of SS exercises for quadriceps and hamstring did not cause significant changes on strength performance. Gomes et al.⁴ found that three sets with 30 s of SS on pectoralis major and quadriceps muscles promoted no significant difference in the number of repetitions completed in the bench press and LE exercises with 40, 60 and 80% 1RM. Ogura et al.⁵ also adopted 30 s of SS and observed no reduction in MVIC during LE and LC. According to Franco et al.² the volume (duration) of the SS is one of the factors that may be responsible for the deleterious effect on the force production. These evidences leaving in doubts the influence of the SS duration on subsequent RT exercise performance.

Furthermore, in the present study, intervals between 15 and 30-minutes showed a higher number of repetitions performed when compared to the protocol without rest intervals between SS and RT. These data indicated that longer intervals between the SS and RT may be an important variable when flexibility and RT are performed in the same training session. The major contributor of the stretching-induced force deficit is unclear (i.e., either a neural factor or mechanical factor). McHugh and Cosgrave²⁵ considered that it may be easier to initiate a neural affect than a viscoelastic effect. These hypotheses may justify the significantly lower repetition performance observed in the current study during PWI. In contrast, several previous studies have indicated that neural effects are more transient⁸ or play a smaller²³ in the stretching-induced force deficit.^{3,9,10,26,27} Therefore, the potential mechanisms underlying the stretching-induced force deficit are not completely understood, and further study has been encouraged to clarify.

Nevertheless, others factors might be responsible for the acute response of stretching on muscle contractibility. Fowles et al.¹⁴ concluded in their study that the decrease on force production was associated with a reduction in motor unit recruitment and activation of Golgi tendon organs. McBride et al.,¹⁵ the prolonged stretching of the fibers determines accommodation in order to compromise the transmission of motor recruitment, inducing muscle strain in plastic components and reducing the muscle tension. It is noteworthy that in the aforementioned studies was not specified if individuals performed flexibility training frequently. Decreased amplitude of surface EMG during MVCs after static stretching provides evidence that the stretching-induced force deficit is attributable to a neural effect.^{13,28}

A secondary finding of the current study in the significant reductions in the number of repetitions noted set per set for all exercises and protocols. These data suggested that 1-minute of rest interval was inadequate to maintain the total work over the three experimental protocols. This is also in agreement with previously

findings reported such as, the study of Miranda et al.²⁹ who found a significant reduction in the number of repetitions per sets using 1-minute compared to 3-minutes rest intervals three sets with 8RM loads for upper and lower body exercises. These data indicated that the rest interval adopted in the current research did not allow a complete level of physiological recovery (i.e., resynthesis of intramuscular phosphocreatine and adenosine triphosphate and removal of detrimental metabolites) adequate to maintain the strength performance.³⁰

One of the limitations of the current study was associated to the SS protocol adopted that was carried out through one exercise for quadriceps, hamstrings and hip adductor, whereas, in previous studies multiples stretching exercises were applied for the same muscle group.^{4,8,9,28} However, the results of the current study may help coaches and RT practitioners, considering that flexibility and RT are usually performed in the same training session.

In conclusion, significant greater repetition performance was noted adopting 30-minute rest interval between SS and RT, when compared to 15-minute and RT performed immediately after stretching. Similar results were observed between P15 and PWI for lower body exercises. Therefore, SS may promote reduction in repetition performance which can last after 15-minute post stretching. Thus, SS may be avoided prior to RT session for lower limb exercises.

Ethical disclosures

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

Confidentiality of data. The authors declare that they have followed the protocols of their work center on the publication of patient data.

Right to privacy and informed consent. The authors have obtained the written informed consent of the patients or subjects mentioned in the article. The corresponding author is in possession of this document.

Conflict of interest

The authors report no conflicts of interest.

Acknowledgements

Dr. Humberto Miranda is grateful to Research and Development Foundation of Rio de Janeiro State (FAPERJ). Humberto Miranda, Marianna Maia and Gabriel Paz are grateful to Education Program for Work and Health (PET-SAÚDE).

References

- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sport Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334–59.
- Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, de Oliveira CG. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *J Strength Cond Res.* 2008;22(6):1832–7.
- Yuktasir B, Kaya F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J Bodyw Mov Ther.* 2009;13(1):11–21.
- Gomes TM, Simão R, Marques MC, Costa PB, da Silva Novaes J. Acute effects of two different stretching methods on local muscular endurance performance. *J Strength Cond Res.* 2011;25(3):745–52.
- Ogura Y, Miyahara Y, Naito H, Katamoto S, Aoki J. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):788–92.
- Nelson AG, Kokkonen J, Arnall DA. Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *J Strength Cond Res.* 2005;19(2):338–43.
- Power K, Behm D, Cahill F, Carroll M, Young WB. An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(8):1389–96.
- Mizuno T, Matsumoto M, Umemura Y. Stretching-induced deficit of maximal isometric torque is restored within 10 minutes. *J Strength Cond Res.* 2014;28(1):147–53.
- Fortier J, Lattier G, Babault N. Acute effects of short-duration isolated static stretching or combined with dynamic exercises on strength, jump and sprint performance. *Sci Sports.* 2013;28(5):111–7.
- Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, Walter AA, Defreitas JM, Stout JR, et al. Acute effects of static stretching on peak torque and the hamstrings-to-quadriceps conventional and functional ratios. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23(1):38–45.
- Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW. Acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res.* 2004;18(2):236–41.
- Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. *Sports Med.* 2006;36(11):929–39.
- Paz GA, Maia MF, Lima VP, Oliveira CG, Bezerra E, Simão R, et al. Maximal exercise performance and electromyography responses after antagonist neuromuscular proprioceptive facilitation: a pilot study. *J Exerc Physiol Online.* 2012;15(6):60–8.
- Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* 2000;89(3):1179–88.
- McBride JM, Deane R, Nimphius N. Effect of stretching on agonist–antagonist muscle activity and muscle force output during single and multiple joint isometric contractions. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):54–60.
- Souza AC, Bentes CM, de Salles BF, Reis VM, Alves JV, Miranda H, et al. Influence of inter-set stretching on strength, flexibility and hormonal adaptations. *J Hum Kinet.* 2013;36:127–35.
- Paz GA, Willardson JM, Simão R, Miranda H. Effect of different antagonist protocols on repetition performance and muscle activation. *Med Sport.* 2013;17(3):106–12.
- Moraes E, Fleck SJ, Dias MR, Simão R. Effects on strength, power, and flexibility in adolescents of nonperiodized vs. daily nonlinear periodized weight training. *J Strength Cond Res.* 2013;27(12):3310–21.
- Shimano T, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *J Strength Cond Res.* 2006;20(4):819–23.
- Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train.* 2005;40(2):94–103.
- Ribeiro AS, Romanzini M, Dias DF, Ohara D, da Silva DR, Achour A Jr, et al. Static stretching and performance in multiple sets in the bench press exercise. *J Strength Cond Res.* 2014;28(4):1158–63.
- Herda TJ, Cramer JT, Ryan ED, McHugh MP, Stout JR. Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):809–17.
- Matsuo S, Suzuki S, Iwata M, Banno Y, Asai Y, Tsuchida W, et al. Acute effects of different stretching durations on passive torque, mobility, and isometric muscle force. *J Strength Cond Res.* 2013;27(12):3367–76.
- Behm DG, Button DC, Butt JC. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can J Appl Physiol.* 2001;26(3):261–72.
- McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20(2):169–81.
- Higgs F, Winter SL. The effect of a four-week proprioceptive neuromuscular facilitation stretching program on isokinetic torque production. *J Strength Cond Res.* 2009;23(5):1442–7.
- Keese F, Farinatti P, Massafferri R, Matos-Santos L, Silva N, Monteiro W. Acute effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on the number of repetitions performed during a multiple set resistance exercise protocol. *J Strength Cond Res.* 2013;27(11):3028–32.
- Borges Bastos CL, Miranda H, Vale RG, Portal Mde N, Gomes TM, Novaes Jda S, et al. Chronic effect of static stretching on strength performance and basal serum IGF-1 levels. *J Strength Cond Res.* 2013;27(9):2465–72.
- Miranda H, Simão R, dos Santos Vigário P, de Salles BF, Pacheco MT, Willardson JM. Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2010;24(6):1573–7.
- de Salles BF, Simão R, Miranda F, Novaes Jda S, Lemos A, Willardson JM. Rest interval between sets in strength training. *Sports Med.* 2009;39(9):765–77.



Artigo original

Efeitos da suplementação de β -hidroxi- β -metilbutirato na eficiência mecânica em canoístas de elite



H.R. Ferreira^{a,*}, P. Gill^b, J.P. Loures^c, R.R. Oliveira^c, J. Fernandes Filho^d e L.C. Fernandes^b

^a Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa, São Paulo, SP, Brasil

^b Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

^c Academia Brasileira de Canoagem, Curitiba, PR, Brasil

^d Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 26 de junho de 2014

Aceite a 19 de fevereiro de 2015

On-line a 6 de setembro de 2016

Palavras-chave:

β -hidroxi- β -metilbutirato

Canoístas

Atletas de elite

R E S U M O

Objetivo: O presente estudo prospectivo, randomizado, duplo-cego e placebo-controlado, verificou o efeito da ingestão de 3 g/dia-1 β -hidroxi- β -metilbutirato sobre os parâmetros da curva força-tempo em canoístas de elite.

Método: Participaram 24 canoístas, homens, de elite, com 21.41 ± 5.35 anos, 173.36 ± 8.27 cm e 69.83 ± 10.29 kg. Formaram-se 2 grupos, um suplementado (HMB) e outro placebo (CON), ambos acompanhados por 14 dias e submetidos a teste máximo de 4 min (pré e pós) num caiaque ergômetro.

Resultados: Apontam melhora na eficiência mecânica em consonância com o aumento significativo do impulso gerado (17.23%, $p=0.02$), da potência média (26.6%, $p=0.01$), frequência de remada (13.5%, $p=0.04$), perante teste máximo de 4 min em ergômetro.

Conclusão: Houve melhora na capacidade de gerar potência, que pode estar associada com a suplementação de β -hidroxi- β -metilbutirato, através da diminuição do catabolismo durante o treinamento; contudo, o mecanismo pelo qual isso pode ocorrer ainda é desconhecido.

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

Efectos de suplementación del β -hidroxi- β -methilbutirato en rendimiento mecánico en palistas de élite

R E S U M E N

Objetivo: Este estudio aleatorizado, doble ciego prospectivo, controlado y placebo, tubo como objetivo comprobar el efecto de la ingesta de 3 g/día-1 de β -hidroxi- β -metilbutirato en los parámetros de la curva fuerza-tiempo en kayakistas de élite.

Método: Veinticuatro kayakistas, hombres, élite con 21.41 ± 5.35 años, 173.36 ± 8.27 cm y 69.83 ± 10.29 kg. Formado dos grupos, uno suplementado (HMB) y otro placebo (CON), ambos siguieron durante 14 días y sometido a máxima 4 min prueba (pre y post) en un ergómetro kayak.

Resultados: Se apreció una mejora en la eficiencia mecánica en relación con el aumento significativo del impulso generado (17.23% $p=0.02$), la potencia media (26.6% $p=0.01$), frecuencia de carrera (13.5% $p=0.04$) durante una prueba máxima en ergómetro de 4 min.

Conclusión: Hubo una mejora en la capacidad para generar energía, que puede estar asociada con la administración de suplementos de β -hidroxi- β -metilbutirato mediante la reducción de catabolismo durante el entrenamiento, sin embargo, el mecanismo por el que esto puede ocurrir es aún desconocido.

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

Palabras clave:

β -hidroxi- β -metilbutirato

Kayakistas

Atletas de élite

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: heros.ferreira@canoagem.org.br (H.R. Ferreira).

Effects of supplementation β -hydroxy- β -methylbutyrate in mechanical efficiency in elite paddlers

A B S T R A C T

Keywords:
 β -hidroxi- β -metilbutirato
Kayakers
Athletes Elite

Objective: This prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled, checked the effect of the intake of 3 g/day-1 of β -Hidroxi- β -Methylbutyrato on the parameters of the force-time curve in elite kayakers.

Method: 24 paddlers, men, elite with 21.41 ± 5.35 years, 173.36 ± 8.27 cm and 69.83 ± 10.29 kg. Formed two groups, one supplemented (HMB) and another placebo (CON), both followed for 14 days and subjected to maximum test 4 min (pre and post) in a kayak ergometer.

Results: Point improvement in mechanical efficiency in line with the significant increase in the generated pulse ($17.23\% p=0.02$), average power ($26.6\% p=0.01$), stroke frequency ($13.5\% p=0.04$) before maximum test 4 min ergometer.

Conclusion: There was improvement in the ability to generate power, which may be associated with supplementation of β -Hidroxi- β -Methylbutyrato by reducing catabolism during training, however the mechanism by which this may occur is still 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/>).

Introdução

Nair et al.¹ descrevem que o β -hidroxi- β -metilbutirato de cálcio (Ca-HMB) tem relação com a diminuição da degradação proteica em seres humanos, o que sugere que a leucina pode servir como um regulador do metabolismo de proteínas. Da mesma forma, Nissen et al.² demonstraram evidências de que homens e mulheres destreinados, após iniciar um programa de treinamento sistematizado de resistência, apresentaram ganhos de força quando ingeriram doses de $1.5\text{--}3\text{ g/dia}^{-1}$ de Ca-HMB durante 3-4 semanas. Esses ganhos foram associados com a perda significativa pela excreção urinária da enzima muscular 3-methylhistidine, sugerindo a diminuição do catabolismo durante o treinamento.

Vukovich et al.³ relataram que, durante 8 semanas de ingestão com 3 g/dia^{-1} Ca-HMB, houve aumento significativo massa magra; além disso, promoveu aumentos da força de 1 RM em um grupo de homens e mulheres idosos iniciantes de um programa de treinamento.

No mesmo sentido, Panton et al.⁴ observaram que a suplementação de Ca-HMB, durante 8 semanas de treinamento de resistência, aumentou a capacidade funcional em um grupo de idosos. Por sua vez, Gallagher et al.⁵ analisaram os efeitos da suplementação de Ca-HMB (0.38 e $0.76\text{ mg/kg/dia}^{-1}$) durante 8 semanas de treinamento de resistência em um grupo de homens destreinados, e notaram que houve diminuição significativa da excreção de creatina quinase (CK) e aumento de massa magra. Em geral, estes resultados preliminares sugerem que a suplementação com $1.5\text{--}3\text{ g/dia}^{-1}$ de Ca-HMB pode aumentar a massa livre de gordura (MLG) e a força em indivíduos destreinados em um programa de treinamento de resistência.^{6,7} Resultados similares foram encontrados por Ferreira et al.⁸ em canoístas de elite, quando suplementados com 3 g/dia^{-1} de Ca-HMB, que apresentaram um aumento significativo de massa magra e ganho de força associados com o treinamento de resistência.

O candidato a promotor do efeito inibitório é o Ca-HMB, o produto do metabolismo do aminoácido leucina. A partir da transaminação deste aminoácido é formado o α -cetoisocaproato, o qual é parcialmente oxidado em Ca-HMB. O Ca-HMB pode ser encontrado em muitos dos alimentos consumidos, tais como: toranja, peixe bagre e, ainda, no leite materno. Embora o Ca-HMB possa ser encontrado na natureza, é muito difícil e impraticável conseguir uma base regular de alimentos que forneça, suficientemente, todos os benefícios do Ca-HMB⁹. Portanto, a suplementação

pode ser vantajosa para os praticantes de treinamento de força ou daqueles sob extremo estresse muscular, que desejam melhora na performance atlética e livre de agentes dopantes¹⁰.

Apesar da literatura propor que a suplementação de Ca-HMB promove adaptações metabólicas perante o treinamento de resistência em atletas treinados e sedentários, há necessidade de investigações a respeito da suplementação de Ca-HMB em atletas sob o efeito de curto prazo e relacionados com a eficiência mecânica no desporto. O objetivo deste estudo foi determinar se a suplementação de 3 g/dia^{-1} de Ca-HMB, em curto espaço de tempo, age positivamente sob os parâmetros da curva força-tempo no teste máximo de 4 min em ergômetro para canoagem.

Método

Sujeitos

A amostra foi composta de 24 canoístas masculinos de elite, todos voluntários e com mais de 3 anos nas equipes nacionais, com resultados internacionais expressivos e descritos da seguinte forma (média \pm desvio padrão): 21.41 ± 5.35 anos, 173.36 ± 8.27 cm e 69.83 ± 10.29 kg. Os indivíduos foram analisados durante o período de treinamento de força do plano geral de treinamento estabelecido pela Confederação Brasileira de Canoagem. Todos os atletas treinaram sob o formato de concentração, a fim de ter um controle de todas as atividades esportivas e refeições. Foram informados sobre os objetivos, procedimentos. Após a concordância, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido que foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sob o protocolo n.º 1179.104.11.08 do comitê de ética e pesquisa em seres humanos da UFPR.

Procedimentos

Todos os sujeitos mantiveram seus programas de treinamento durante o presente estudo. Foi realizada a aplicação do teste 4 min, máximo um mês antes dos tratamentos para definir os padrões basais. Com base nesses dados, foi determinado o ponto 0 utilizado para a divisão de 2 grupos, a fim de garantir homogeneidade aproximada. Dessa forma, os sujeitos foram divididos aleatoriamente em 2 grupos, sendo: um grupo com 12 atletas suplementados com 3 g/dia^{-1} de Ca-HMB, denominado

HMB; e outro grupo com 12 atletas suplementados com 3 g/dia^{-1} de amido de milho, grupo controle (CON).

A fim de manter o sigilo absoluto, o laboratório que realizou a separação e pesagem das doses criou uma chave de codificada dos grupos, a que nenhum avaliado ou avaliador teve acesso. Essa chave codificada só foi revelada aos pesquisadores após o término do tratamento.

Os participantes foram instruídos a manter um registro dietético de todos os alimentos e bebidas consumidos nos últimos 3 dias antes do teste. E foram convidados a repetir essa dieta inicial, tanto quanto possível, antes de cada sessão de teste de esforço (pré e pós). A ingestão alimentar foi acompanhada e analisada pela nutricionista da equipe, através do software Nutricionista IV (N-Squared Computing, Salem, OR). Os sujeitos não consumiram qualquer outro suplemento dietético ou ergogênico durante o presente estudo.

Os suplementos foram preparados em forma de pó pelo laboratório Metabolic Technologies, Inc. (Iowa, EUA), de forma que todos os sujeitos ingeriram as porções diárias divididos em 3 partes, sendo junto às refeições (manhã, tarde e noite). Cada frasco continha suplemento suficiente para 14 dias. Durante todo o estudo, os atletas participaram normalmente de todas as sessões de treinamento. As sessões de treinamento tinham, em média, 6 horas por semana de treinamento de resistência de força (em média 1-3 séries de 2-8 repetições, em intensidades variando 80-95% de 1 RM) e, aproximadamente, 10 h por semana de treinamento específico na água para a modalidade.

O ergômetro específico para canoagem utilizado foi o Speedstroke GYM da Kayakpro®, que tem sido utilizado nos últimos anos por inúmeros países para treinamento e em campeonatos indoor. Trata-se de um equipamento que permite que o atleta adote a mesma postura do caiaque, configurado na realização do mesmo movimento realizado na água, possuindo um eixo de remo, o qual é fixado por cabos nas extremidades conectadas a transdutores de força, onde a resistência pode ser alterada, calibrada e controlada totalmente por computador, dessa forma fornecendo as variáveis da curva força-tempo de interesse do estudo.

O objetivo do teste 4 min em ergômetro de caiaque (KE) é de o atleta realizar o máximo de esforço físico específico da modalidade durante todo o tempo, sem a utilização de estratégias. Os atletas realizaram um aquecimento articular completo livre de 5 min; em seguida, realizaram um aquecimento específico no ergômetro com uma carga de 40 W durante 5 min, seguidos por 2 min de intervalo passivo; imediatamente após, ao comando do investigador, iniciou o teste KE, estando o ergômetro estacionário.

As variáveis analisadas foram determinadas pelos componentes da curva força-tempo: a força média (FM), pico de força (PF), impulso (IMP), potência média (PM), frequência de remada (FR) e índice de fadiga (IF), determinadas com resolução de cada remada.

A **figura 1** é uma representação esquemática das variáveis propulsivas. O PF foi considerado como sendo o maior valor da força propulsiva de uma remada. A FM foi estabelecida pela média das unidades de força, e o IMP é definido pela integral entre unidades de força e tempo. A PM foi determinada pelas cargas médias de IMP pela razão do tempo e a FR foi determinado pela quantidade de ciclos completos de remada (stroke) pelo tempo. O IF foi determinado pelo coeficiente de inclinação da reta entre os picos de força, e a variável distância percorrida (DP) foi mensurada em metros, sendo produto final do teste máximo de 4 min.

Análise estatística

Os resultados são apresentados em média \pm desvio padrão. A normalidade foi confirmada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Foi utilizado o teste t pareado para possíveis associações entre os momentos (pré e pós-tratamento) e teste de ANOVA com

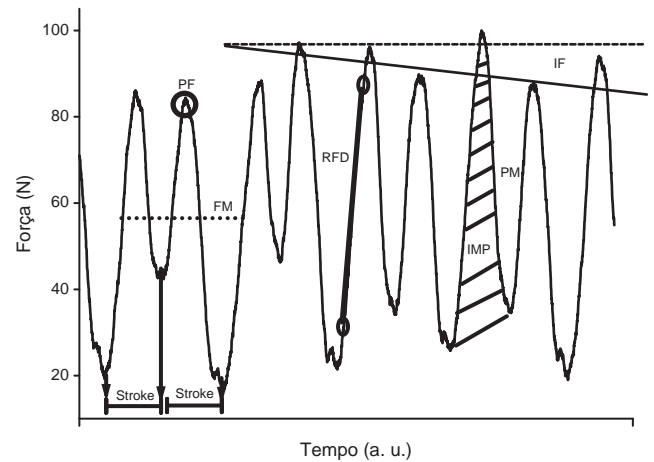


Figura 1. Representação esquemática das variáveis propulsivas analisadas na curva força-tempo durante as remadas na canoagem. FM: força média; FR: frequência de remada; IF: índice de fadiga; IMP: impulso; PF: pico de força; PM: potência Média.

pós-teste de Tukey dos parâmetros analisados, utilizando o pacote estatístico SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). O nível de significância utilizado foi $p \leq 0.05$.

Resultados

Na **tabela 1** são apresentados os resultados dos parâmetros da curva força-tempo, em relação ao pré e pós-teste dos respectivos grupos HMB e CON. Não foi possível encontrar diferenças significativas para o PF entre os grupos. Contudo, para FM, que consiste na manutenção das cargas de força ao longo do teste, houve uma diferença significativa ($p < 0.01$) entre o pré e pós para o grupo HMB e não significativo para CON. Tanto IMP quanto para PM mostrou-se diferença significativa entre pré e pós para o grupo HMB ($p = 0.02$ e $p < 0.01$, respectivamente) e não significativo para CON. Com relação ao IF, houve diferenças significativas entre o pré e pós para ambos os grupos HMB e CON, sendo $p = 0.03$ e $p = 0.04$, respectivamente. Para a variável FR nota-se uma diferença significativa para o grupo HMB ($p = 0.04$) e, não obstante, diferença significativa para DP no grupo HMB ($p = 0.01$).

Discussão

A DP no teste KE é uma variável muito interessante, pois quanto maior distância, mais eficiente será o atleta na execução no teste¹¹; essa informação fundamenta a eficiência mecânica do grupo HMB, corroborando com os aumentos do PF e as supostas transferências dessas cargas para a navegação. Considerando os dados coletados e o tempo médio de uma prova oficial de K1 1000 m (aproximadamente 210 s), haveria perda média de 4.60 s devido à IF, sabendo que, no alto rendimento, 4 segundos poderiam definir inúmeras colocações no quadro internacional. O monitoramento desta variável tem papel importante no planejamento do treinamento, uma vez que a redução do índice de fadiga, melhor será o desempenho atlético do atleta perante a prova submetida¹².

Os valores encontrados para PF em ambos os grupos (HMB e CON) corroboram com a literatura científica, quando relacionados a um ciclo de remada de canoístas de elite olímpica¹¹; contudo, quando observamos a distribuição das unidades de PF no domínio do tempo, estas não apresentam diferenças significativas em ambos os grupos (HMB e CON). O fato dos valores encontrados na literatura para um único ciclo de remada¹³ serem inferiores aos encontrados no presente estudo, pode estar ligado à melhoria da eficiência da aplicação da técnica. Observamos que as diferenças significativas encontradas de IMP ($p = 0.02$) são superiores aos encontrados na

Tabela 1

Valores dos parâmetros da curva força-tempo, pré e pós-suplementação dos grupos HMB e CON, no período de 14 dias

	HMB		CON	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Peso corporal (kg)	78.50 ± 3.04	76.30 ± 2.82	79.38 ± 3.56	78.70 ± 3.46
% gordura	9.50 ± 3.01	8.10 ± 3.45	10.20 ± 2.98	9.00 ± 2.76
Pico de força (N)	98.26 ± 27.62	105.57 ± 21.03*	76.74 ± 20.17	78.15 ± 25.88
Força média (N)	54.12 ± 6.02	66.84 ± 5.51*	50.71 ± 11.33	51.47 ± 15.79
Impulso (N.m)	390.00 ± 108.81	471.22 ± 42.59*	333.22 ± 95.12	367.33 ± 113.99
Índice de fadiga (%)	41.78 ± 13.54	34.78 ± 12.79*	38.0 ± 11.00	35.67 ± 8.90*
Potência média (watts)	231.53 ± 33.95	315.72 ± 17.65*	218.12 ± 92.63	201.67 ± 67.54
Freq. de remadas (r/min)	99.27 ± 24.99	114.77 ± 8.82*	91.22 ± 20.42	92.32 ± 24.31
Velocidade (m/s)	4.37 ± 0.21	4.76 ± 0.19	4.32 ± 0.59	4.34 ± 0.51
Distância percorrida (m)	1018.80 ± 37.68	1163.85 ± 40.14*	1007.05 ± 79.41	1027.91 ± 22.75
n		12		12

CON: grupo placebo; HMB: grupo suplementado.
Representado por média ± SD; * p ≤ 0.05.

literatura internacional^{13,14}; pode estar ligado com a melhora da transferência de energia na remada, pois com o ataque eficiente possui aumento do IMP por completo ao longo do ciclo da remada¹⁵.

Nesse sentido, destacamos que o desempenho em competição de modalidades esportivas cíclicas máximas, tal como a canoagem, é dependente das transferências precisas das variáveis da curva força-tempo, bem como dependente da capacidade do organismo de regenerar o ATP consumido na contração muscular e em quantidades suficientes para a realização do trabalho externo^{14,16,17}. Desse modo, destacamos os valores encontrado para IF, que foi decrescente ao longo do teste, embora não haja na literatura valores de referência para esta variável; contudo, é fundamental que o atleta atinja menores valores de IF quanto possível durante o percurso.

Observa-se que os valores encontrados de PM corroboram com os encontrados na literatura internacional^{11,13,18}, quando comparado pré e pós, nota-se uma alteração significativamente positiva para o grupo HMB (p=0.01) e negativamente para o grupo CON (p=0.04), confirmando com os achados na literatura no que diz respeito do aumento da força nos membros superiores e inferiores em 1 RM, variável importante, pois está diretamente ligada com a força pico.

De acordo com a literatura¹¹, nota-se que esse efeito positivo da suplementação de HMB pode relacionar-se com aumento da força máxima, confirmado por alguns autores^{2,19–21} que notaram aumento da excreção de CK, aumento da MLG e da força pura, em indivíduos treinados e canoístas de elite.

A análise da FR e a velocidade média (VM) da embarcação durante uma prova são variáveis essenciais para a eficiência atlética em canoagem velocidade. A FR está relacionada intimamente com o comprimento de remada (stroke), facto que, estrategicamente, deve-se aumentar a FR sem comprometer a stroke. As análises trianguladas de FR, VM e stroke são essenciais para a investigação e melhora da performance do canoísta^{22,23}. De acordo com o presente estudo, não houve diferenças significativas na stroke em ambos os grupos. Entretanto, encontrou diferenças significativas para FR no grupo HMB, que parecem estar relacionadas com a melhora da eficiência mecânica; esses dados são apoiados pelo aumento da VM (p=0.01)^{23,24}.

A utilização de apenas uma prova oficial olímpica, caiaque individual de 1000 m (K1 1000 m), é uma limitação do estudo, no tocante que restringe informações apenas a uma embarcação e a uma distância oficial das 12 olímpicas. As aplicações práticas estão ligadas diretamente na utilização das estratégias de prova descrita, bem como na melhor distribuição das cargas de IMP gerado ao longo do evento. O presente estudo indicou melhora na performance para o grupo com HMB sobre as variáveis da curva força-tempo.

Os resultados do presente estudo apontam para a melhora significativa nos parâmetros biomecânicos da curva força-tempo (PF,

IMP, FR, DP e VM) em canoístas de elite, quando suplementados com 3 g/dia⁻¹ de Ca-HMB durante 14 dias e quando submetidos a uma prova máxima em caiaque ergômetro. O mecanismo correto pelo qual isso pode ocorrer ainda é desconhecido, mas os resultados indicam aumento da força aplicada e na transferência das cargas para a navegação. Embora as pesquisas até agora sejam animadoras, existe a necessidade de que mais estudos sejam realizados, para verificar os efeitos da suplementação de Ca-HMB sob a performance esportiva, e as componentes bioquímicas e histológicas envolvidas.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Bibliografia

- Nair KS, Schwartz RG, Welle S. Leucine as a regulator of whole body and skeletal muscle protein metabolism in humans. *Am J Physiol*. 1992;263 5 Pt 1:E928–34.
- Nissen S, Sharp R, Ray M, Rathmacher JA, Rice D, Fuller JC Jr, et al. Effect of leucine metabolite β -Hydroxy- β -Methylbutyrate on muscle metabolism during resistance-exercise training. *J Appl Physiol*. 1996;81(5):2095–104.
- Vukovich MD, Adams GD. Effect of β -Hydroxy- β -Methylbutyrate (HMB) on VO₂peak and maximal lactate in endurance trained cyclists. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29:S252–61.
- Panton L, Rathmacher J, Fuller J, Gammon J, Cannon L, Stettler S, et al. Effect of β -Hydroxy- β -Methylbutyrate and resistance training on strength and functional ability in the elderly. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(S):194–9.
- Gallagher PM, Carrithers JA, Godard MP, Schulze KE, Trappe SW. β -Hydroxy- β -Methylbutyrate: Supplementation during resistance-training. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31:S402–8.
- Peterson AL, Qureshi MA, Ferket PR, Fuller JC Jr. Enhancement of cellular and humoral immunity in young broilers by dietary supplementation of β -Hydroxy- β -Methylbutyrate. *Immunopharmacol Immunotoxicol*. 1999;21(2):307–30.
- Vukovich M. The effect of dietary β -Hydroxy- β -Methylbutyrate (HMB) on strength gains and body composition changes in older adults. *FASEB Journal*. 1997;11:376–80.
- Ferreira HF, Rodacki ALF, Gill P, Tanhoffer R, Fernandes Filho J, Fernandes LC. The effects of supplementation of β -hydroxy- β -methylbutyrate on inflammatory markers in high performance athletes. *J Exerc Physiol Online*. 2013;16(1):53–63.
- Kuczera D, Paro de Oliveira HH, Fonseca Guimarães Fde S, de Lima C, Alves L, Machado AF, et al. Bax/Bcl-2 protein expression ratio and leukocyte function are related to reduction of Walker-256 tumor growth after beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) administration in Wistar rats. *Nutr Cancer*. 2012;64(2):286–93.
- Slater GJ, Logan PA, Boston T, Gore CJ, Stenhouse A, Hahn AG. Beta-hydroxy beta-methylbutyrate (HMB) supplementation does not influence the urinary testosterone: Epitestosterone ratio in healthy males. *J Sci Med Sport*. 2000;3(1):79–83.
- Petrone N, Quaresimin M, Spina S. A load acquisition device for the paddling action on Olympic kayak. In: 11th International Conference on Experimental Mechanics. 1998. p. 817–22.
- Loures JP, Ferreira HR, Mendoça R, Oliveira R, Gill P, Fernandes LC. Correlations between performance and 4-min maximum efforts in olympic kayaking athletes. *J Exerc Physiol Online*. 2014;17(4):34–41.
- Aitken DA, Neal RJ. An on-water analysis system for quantifying stroke force characteristics during kayak events. *J Appl Biomech*. 1992;8(2):165–73.

14. Billat V, Faina M, Sardella F, Marini C, Fanton F, Lupo S, et al. A comparison of time to exhaustion at VO₂ max in elite cyclists, kayak paddlers, swimmers and runners. *Ergonomics*. 1996;39(2):267–77.
15. Sperlich J. Biomechanik. In: Lenz J, editor. *Leistungs und trainingslehre kanusport*. Leipzig: Alemania; 1994. p. 235–40.
16. Bishop D, Bonetti D, Dawson B. The influence of pacing strategy on VO₂ and supramaximal kayak performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(6):1041–7.
17. Van Someren KA, Phillips GR, Palmer GS. Comparison of physiological responses to open water kayaking and kayak ergometry. *Int J Sports Med*. 2000;21(3):200–4.
18. Mann RV, Kearney JT. A biomechanical analysis of the Olympic-style flatwater kayak stroke. *Med Sci Sports Exerc*. 1980;12(3):183–8.
19. Fitschen PJ, Wilson GJ, Wilson JM, Wilund KR. Efficacy of β -Hydroxy- β -Methylbutyrate supplementation in elderly and clinical populations. *Nutrition*. 2013;29(1):29–36.
20. Molino A, Gioia G, Rossi Fanelli F, Muscaritoli M. β -Hydroxy- β -Methylbutyrate supplementation in health and disease: A systematic review of randomized trials. *Amino Acids*. 2013;45(6):1273–92.
21. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Walters JA, Baier SM, Fuller JC Jr, et al. β -Hydroxy- β -Methylbutyrate free acid reduces markers of exercise-induced muscle damage and improves recovery in resistance-trained men. *Br J Nutr*. 2013;110(3):538–44.
22. Jones MJ, Peeling P. A comparison of laboratory-based kayak testing protocols. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9(2):346–51.
23. McDonnell LK, Hume PA, Nolte V. A deterministic model based on evidence for the associations between kinematic variables and sprint kayak performance. *Sports Biomech*. 2013;12(3):205–20.
24. Vaquero-Cristóbal R, Alacid F, López-Plaza D, Muyor JM, López-Miñarro PA. Kinematic variables evolution during a 200-m maximum test in young paddlers. *J Hum Kinet*. 2013;38:15–22.



Artículo original

Efeitos do treinamento resistido sobre o perfil lipídico de indivíduos com síndrome metabólica

R.A. Albarello^a, J. Boufleur Farinha^a, C. Reckelberg Azambuja^{a,b,*} e D. Lopes dos Santos^{a,b}^a Núcleo de Estudos em Exercício Físico e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil^b Programa de Pós Graduação Educação Física, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 15 de julho de 2014

Aceite a 19 de novembro de 2014

On-line a 6 de setembro de 2016

Palavras-chave:

Obesidade

Sedentarismo

Treinamento de resistência

Lipoproteínas

Circunferência do Abdômen

R E S U M O

Objetivo: Investigar os efeitos do treinamento resistido sobre o perfil lipídico de indivíduos com síndrome metabólica.

Método: Dez indivíduos sedentários (52.88 ± 10.9 anos) com síndrome metabólica completaram um protocolo de treinamento resistido, com duração total de 15 semanas e frequência semanal de 3 vezes. Antes e após o treinamento resistido, foram analisados parâmetros antropométricos, como massa corporal, índice de massa corporal, circunferências do abdômen, cintura, quadril, percentagem de gordura corporal total, conteúdo de massa magra. Além disso, foi estimado o consumo máximo de oxigênio e foram verificados parâmetros bioquímicos, como colesterol total, triglicérides, lipoproteína de alta densidade, lipoproteína de baixa densidade, glicose e ureia.

Resultados: A intervenção não modificou estatisticamente a massa corporal, o índice de massa corporal, as circunferências de cintura e quadril, o percentual de gordura corporal total, o conteúdo de massa magra, os níveis bioquímicos do colesterol total, triglicérides, lipoproteína de baixa densidade e glicose. Entretanto, o treinamento resistido provocou um aumento dos níveis de lipoproteína de alta densidade, e uma diminuição significativa da circunferência do abdômen e da concentração de ureia.

Conclusão: Maiores concentrações de lipoproteína de alta densidade, a diminuição da circunferência do abdômen e menores níveis de ureia, bem como provocados pelo treinamento resistido na população em questão são reflexão de menor risco cardiovascular, indicando que o treinamento resistido pode ser benéfico.

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

Efectos del entrenamiento de la resistencia en el perfil bioquímico en personas con síndrome metabólico

R E S U M E N

Objetivo: Investigar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre el perfil lipídico de las personas con síndrome metabólico.

Método: Diez personas sedentarias (52.88 ± 10.9 años) con síndrome metabólico completaron un protocolo de entrenamiento de fuerza de 15 semanas de duración total y tres sesiones semanales. Antes y después de entrenamiento de fuerza, se analizaron parámetros antropométricos como la masa corporal, el índice de masa corporal, las circunferencias abdominal, de la cintura y de la cadera, porcentaje de grasa corporal y la masa magra. Además, se estimó el consumo máximo de oxígeno y se analizaron parámetros bioquímicos como el colesterol total, triglicéridos, lipoproteínas de alta densidad, lipoproteínas de baja densidad, glucemia y urea.

Palabras clave:

Obesidad

Sedentarismo

Entrenamiento de fuerza

Lipoproteínas

Circunferencial abdominal

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: cati.razambuja@hotmail.com (C. Reckelberg Azambuja).

Resultados: La intervención no modificó estadísticamente masa corporal, índice de masa corporal, circunferencia de la cintura y la cadera, el porcentaje de grasa corporal total, el contenido de masa magra, los niveles bioquímicos de colesterol total, triglicéridos, lipoproteínas de baja densidad y glucosa. Sin embargo, el entrenamiento de fuerza provocó aumento en las lipoproteínas de alta densidad, disminución significativa en la circunferencia abdominal y en la concentración de urea.

Conclusión: Las concentraciones altas de lipoproteínas de alta densidad, los niveles más bajos de urea, así como la reducción de la circunferencia abdominal, inducidos por el entrenamiento de fuerza en esta población, son reflejo de una reducción del riesgo cardiovascular, lo que indica que el entrenamiento de fuerza puede ser beneficioso.

© 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/>).

Effects of resistance training on the lipid profile of subjects with metabolic syndrome

A B S T R A C T

Keywords:

Obesity
Sedentary Lifestyle
Resistance Training
Lipoproteins
Abdominal circumference

Objective: To investigate the effects of resistance training on the lipid profile of Metabolic Syndrome patients.

Method: Ten sedentary subjects (52.88 ± 10.9 years) with Metabolic Syndrome completed a resistance training protocol with a total duration of 15 weeks, three times per week. Before and after the resistance training, anthropometric parameters, such as body mass, body mass index, abdominal, waist and hip circumferences, percentage of body fat and muscle mass content were analyzed. Furthermore, the maximal oxygen uptake was estimated and biochemical parameters, such as total cholesterol, triglycerides, high-density lipoprotein, low-density lipoprotein, glycemia and urea were analyzed.

Results: The intervention didn't statistically modified body mass, body mass index, circumferences of waist and hip, the percentage of total body fat, lean mass content, the biochemical levels of total cholesterol, triglycerides, low-density lipoprotein and glucose. However, the resistance training provoked an increase in high-density Lipoprotein levels and a significant decrease in abdominal circumference and urea concentration.

Conclusion: Higher concentrations of high-density Lipoprotein and lower levels of urea as well as the reductions in abdominal circumference provoked by resistance training in this population are indicators of a lower cardiovascular risk, indicating that the resistance training may be beneficial.

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

Introdução

A síndrome metabólica (SM) é caracterizada como um transtorno complexo representado por um conjunto de fatores de risco cardiovascular, usualmente relacionado à deposição central de gordura e à resistência insulínica. Além disso, a SM é responsável por aumentar a mortalidade cardiovascular em 2.5 vezes¹. Nesse sentido, foi aplicada a definição de SM proposta pela *Third Report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults* (NCEP-ATP III), a qual estabelece como critério a combinação de pelo menos dos seguintes componentes: circunferência abdominal superior a 102 cm nos homens e superior a 88 cm nas mulheres; níveis de triglicéridos (TG) iguais ou superiores a 150 mg/dL ou uso de medicação específica; níveis séricos de lipoproteína de alta densidade (HDL-c) menores que 40 mg/dL nos homens e menores que 50 mg/dL nas mulheres, ou uso de medicação específica; níveis de pressão arterial sistólica iguais ou superiores a 130 mmHg e de pressão arterial diastólica iguais ou superiores a 85 mmHg, ou uso de medicação específica; e níveis glicêmicos em jejum iguais ou superiores a 110 mg/dL, ou uso de medicação específica².

As dislipidemias apresentam papel central no desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Elevadas concentrações de TG, colesterol total (CT) e de lipoproteína de baixa densidade (LDL-c), associadas à diminuição nos valores de HDL-c, aumentam a probabilidade do desenvolvimento da aterosclerose³. Assim, recomenda-se que a obesidade seja o alvo principal do tratamento da SM², já que a perda de peso melhora o perfil lipídico, diminui

a pressão arterial e a glicemia, além de melhorar a sensibilidade à insulina, reduzindo o risco de doença aterosclerótica⁴.

A prática regular de exercícios físicos tem sido recomendada por diferentes associações, como a Sociedade Brasileira de Cardiologia¹, para a prevenção e a reabilitação de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas não transmissíveis. Estudos epidemiológicos têm demonstrado uma forte relação entre a inatividade física e a presença de múltiplos fatores de risco⁵, e associações entre envelhecimento e perda de força e massa muscular, enquanto outras investigações têm relatado efeitos benéficos do exercício físico sobre a hipertensão arterial, resistência insulínica, diabetes, dislipidemia e obesidade⁶. Nesse sentido, sabe-se que a obesidade visceral aumenta em torno de 300% entre os 25-65 anos de idade, aumentando o risco de desenvolvimento de diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares, mesmo em adultos com índice de massa corporal (IMC) classificado como normal⁷.

O treinamento resistido (TR) apresenta um importante papel na busca pelo emagrecimento, pois está associado ao aumento da taxa metabólica de repouso, através da manutenção e/ou aumento da massa muscular, e aumento no consumo de energia pós-exercício⁸. Este tipo de treinamento promove aumento da força e da resistência muscular localizada, podendo melhorar a execução das tarefas da vida diária. O TR tem sido utilizado como parte integrante de programas para a melhora das capacidades físicas em indivíduos com doenças crônicas não transmissíveis, como a SM. Além disso, a prática regular do TR pode resultar em mudanças no desempenho motor, na força muscular, na composição corporal e, conseqüentemente, na estética corporal⁹. No entanto, a intensidade e o volume

do TR necessários para causar modificações benéficas no perfil lipídico de indivíduos com SM são controversos¹⁰. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do TR sobre o perfil lipídico e a composição corporal de indivíduos com SM.

Método

Participantes

O grupo de estudo foi composto por 10 indivíduos com idade entre 38-66 anos (52.88 ± 10.9 anos), praticantes de musculação há 3 meses, sendo 8 do sexo feminino e 2 do sexo masculino, participantes de um projeto de pesquisa e extensão do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os (as) voluntários (as) possuíam 2 ou mais dos critérios de diagnóstico da SM². Adotaram-se como critérios de exclusão a ausência em mais de 25% das sessões das intervenções propostas, mudanças no uso de alguma medicação e variação muito grande na dieta, que foi avaliada ao início e ao final do TR através de um recordatório alimentar. Todos os indivíduos recrutados foram informados sobre os objetivos e a metodologia do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O protocolo deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM, sob Certificado de Apresentação para Apreciação Ética número 0032.0.243.000-07, e acompanha as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas envolvendo seres humanos. Anteriormente às intervenções, também foi aplicada uma anamnese previamente estruturada pelo grupo de pesquisadores.

Programa de treinamento resistido

O TR teve duração de 15 semanas, sendo as sessões realizadas nas segundas, quartas e sextas-feiras na sala de musculação do CEFD da UFSM. As sessões do TR eram constituídas de três séries de 10 repetições em cada aparelho, com um intervalo de 60-90 segundos entre as séries. A intensidade de treinamento foi estabelecida em 70% de uma repetição máxima (RM)¹¹. Utilizou-se o teste de Baechle¹², também conhecido como teste de RM para a predição da carga de treinamento, proporcionando um menor risco para a população estudada. O teste de RM foi realizado nos 10 exercícios que faziam parte da rotina de TR: voador peitoral, puxada alta, rosca tríceps, rosca bíceps, voo lateral, *leg press*, extensor dos joelhos, flexor dos joelhos, flexão plantar e cadeira abduzora.

O TR proposto teve como objetivo diminuir as perdas fisiológicas e contribuir para uma melhor realização das atividades de vida diária¹³. Este treinamento foi realizado posteriormente a uma fase de adaptação, para que os alunos se adequassem aos exercícios e as cargas. Ao início de cada sessão, o aquecimento era orientado coletivamente e, ao término da mesma, o alongamento era realizado individualmente. Cada sessão de treino durava em média 60 minutos.

Avaliação antropométrica

Todos os testes descritos a seguir foram realizados pelo mesmo avaliador e no mesmo horário do dia, antes da 1.^a e após a 15.^a semana do TR. A estatura e a massa corporal foram verificadas com o uso de um estadiômetro portátil com resolução de 1 mm (Cardiomed, Curitiba, Brasil) e uma balança digital com sensibilidade de 0.1 kg (Plenna, São Paulo, Brasil). Para a medição das circunferências do abdômen, da cintura, do quadril, do antebraço, do bíceps relaxado, do bíceps contraído e da panturrilha (CP), foi utilizada uma fita inelástica graduada em milímetros (Cardiomed, Curitiba, Brasil), de acordo com protocolos previamente descritos na literatura¹⁴.

Avaliação da aptidão cardiorrespiratória

A capacidade cardiorrespiratória foi avaliada através do teste de caminhada de uma milha¹⁵. Através de um cálculo que utiliza informações como a idade, massa corporal, sexo, tempo transcorrido e a frequência cardíaca do indivíduo no final do teste, tem-se uma estimativa do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx). O teste foi realizado na pista atlética do CEFD da UFSM.

Coletas e análises sanguíneas

As coletas sanguíneas foram realizadas após os indivíduos permanecerem 12 horas em jejum e sem terem realizado exercícios físicos nas 48 horas anteriores. Amostras sanguíneas foram coletadas através da punção venosa em tubos *Vacutainers*[®] sem anti-coagulantes (BD Diagnostics, Plymouth, Reino Unido). Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 2500 r/min durante 15 minutos e o soro utilizado para os ensaios bioquímicos. As concentrações de CT, HDL-c, TG, glicose e ureia foram determinadas através de kits colorimétricos comercialmente disponíveis (Labtest, Lagoa Santa, Brasil). Os níveis de LDL foram estimados através de uma equação previamente estabelecida¹⁶.

Análise estatística

A estatística descritiva dos resultados está apresentada como valor da média \pm desvio padrão da média (DP). A normalidade dos dados foi verificada através do teste de *Shapiro-Wilk*. Utilizou-se o teste *t* pareado de *Student* ou o teste de *Wilcoxon* na comparação pré e pós-intervenção, conforme a distribuição dos dados. Foi utilizado o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, Chicago, Estados Unidos da América) versão 14.0 e adotado um nível de significância de 5%.

Resultados

Na [tabela 1](#), são apresentados os dados antropométricos e funcionais da amostra. Observa-se que o TR alterou significativamente os valores da CA ($p=0.017$), da CP ($p=0.042$) e do $VO_{2máx}$

Tabela 1

Variáveis antropométricas e funcionais, antes e após 15 semanas de treinamento resistido, em indivíduos com síndrome metabólica

Variável	Antes	Depois
Massa corporal (kg)	85.41 \pm 8.53	84.70 \pm 8.24
IMC (kg/m ²)	31.35 \pm 4.20	31.09 \pm 4.14
Circunferência da cintura (cm)	96.64 \pm 11.66	94.57 \pm 12.16
Circunferência do quadril (cm)	108.77 \pm 7.27	108.38 \pm 8.41
Circunferência do abdômen (cm)	106.63 \pm 12.03	103.91 \pm 13.05*
Circunferência do antebraço (cm)	25.78 \pm 4.52	28.83 \pm 3.40
Circunferência do bíceps relaxado (cm)	32.76 \pm 3.18	33.53 \pm 3.81
Circunferência do bíceps contraído (cm)	34.77 \pm 3.41	34.81 \pm 4.06
Circunferência da panturrilha (cm)	39.94 \pm 4.40	40.78 \pm 4.30*
Gordura corporal (%)	38.02 \pm 7.65	39.11 \pm 7.23
Conteúdo de massa magra (kg)	62.00 \pm 7.65	60.88 \pm 7.23
Consumo máximo de oxigênio (ml.kg. ⁻¹ min. ⁻¹)	23.45 \pm 8.52	28.96 \pm 6.69*

* $p < 0.05$ em relação à antes do treinamento resistido.

Tabela 2
Parâmetros bioquímicos antes e após 15 semanas de treinamento resistido

Variável	Antes	Depois
Colesterol total (mg/dL)	163.7 ± 11.6	171.1 ± 48.3
Triglicerídeos (mg/dL)	107.7 ± 85.7	85.0 ± 36.3
Lipoproteína de alta densidade (mg/dL)	39.8 ± 11.6	48.6 ± 7.9*
Lipoproteína de baixa densidade (mg/dL)	102.4 ± 39.3	105.5 ± 49.7
Glicose (mg/dL)	93.0 ± 27.5	96.7 ± 23.7
Ureia (mg/dL)	46.4 ± 7.5	40.6 ± 5.2*

* p < 0.05 em relação à antes do treinamento resistido.

(p = 0.039), sem causar mudanças significativas nas demais variáveis.

Na *tabela 2*, observa-se que o TR provocou um aumento nos níveis de HDL-c (p = 0.008) e uma diminuição na concentração de ureia (p = 0.011), sem causar alterações significativas nas demais variáveis bioquímicas.

Discussão

O TR tem sido recomendado por diversas organizações de saúde como parte importante de programas de prevenção de doenças e reabilitação funcional de adultos¹⁷, idosos¹⁸ e portadores de doenças crônicas degenerativas^{19,20}. A SM tem recebido muita atenção nos últimos anos por estar cada vez mais presente na sociedade moderna. Vários estudos têm relatado os benefícios da prática regular de exercícios físicos na prevenção e no tratamento dos fatores de risco desta doença crônica²¹.

A diminuição dos fatores de risco cardiovascular tem sido demonstrada por estudos que reforçam a associação entre a força muscular e a melhora nos perfis bioquímicos e hemodinâmicos dos praticantes de TR^{22–25}. No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas dos níveis de CT, LDL-c, glicemia e TG nos pacientes após as 15 semanas de TR. Nesse sentido, outras investigações também demonstram que o TR não altera os níveis de TG e glicose em indivíduos com SM^{26–29}. Em contrapartida, observou-se uma redução nos níveis de ureia e um aumento dos níveis de HDL-c.

Indo ao encontro dos resultados aqui observados, pesquisas relatam os efeitos benéficos do exercício regular pelo aumento nos níveis de HDL-c, sendo essas alterações atribuídas à diminuição de sua degradação no fígado e ao aumento de sua síntese³⁰. O aumento da concentração de HDL-c é considerado protetor, pois se associa ao baixo teor de lipídios e lipoproteínas que causam danos à concentração elevada de HDL-c, responsável pela mobilização dos lipídios da parede arterial³¹. Diante disso, sugere-se que, apesar de não ter sido encontrada uma diminuição dos níveis de LDL-c e de TG, provavelmente porque os mesmos apresentavam valores iniciais considerados como normais², o aumento significativo da concentração de HDL-c é considerado benéfico e positivo para a saúde dos participantes do presente estudo.

Nesse sentido, já foi demonstrado que o exercício físico modifica a atividade da enzima triacilglicerol lipase hepática, provocando uma menor transformação de HDL₂ em HDL₃ na circulação, ocasionado uma maior permanência de HDL₂ na circulação, que por sua vez capta mais TG e colesterol, explicando o efeito benéfico do treinamento físico¹⁰. Além disso, o aumento do HDL-c, através de hábitos de vida saudáveis e a prática sistemática de exercícios físicos, é considerado um dos mais importantes fatores de risco modificáveis para doenças cardiovasculares¹⁰.

Nesse sentido, já foi demonstrado que, diferentemente do que ocorre com os praticantes de atividades esportivas com finalidade de competição, os indivíduos submetidos à prática rotineira de exercícios moderados não apresentam modificações na maioria dos níveis plasmáticos de lipídios e lipoproteínas ou estes

são pouco expressivos³². Esta é a situação observada no presente estudo, sendo comprovada pela maioria dos exames bioquímicos. Os mecanismos, através dos quais a força muscular contribui para a diminuição da obesidade e de seus fatores de risco, incluem a redução na gordura abdominal, diminuição da concentração de TG no plasma, aumento do HDL-c e controle glicêmico²¹.

Recentemente, foram investigados os efeitos de diferentes intensidades e volumes de treinamento físico sobre a sensibilidade da insulina 24 horas pós-exercício³³. Os autores verificaram que todos os protocolos testados melhoraram a sensibilidade à insulina, glicemia e insulina de jejum. Contudo, o treinamento realizado em alta intensidade (85% de uma RM) foi mais eficaz no aumento da sensibilidade insulínica, quando comparado aos treinamentos de intensidade moderada (65% de uma RM). Nesse sentido, em uma investigação que objetivou verificar o efeito de um programa de exercícios resistidos na composição corporal e hemoglobina glicada, além do efeito agudo sobre a glicemia capilar³⁴, os indivíduos obtiveram resultados positivos como o aumento da massa corporal e massa magra, além da diminuição do percentual de gordura e glicemia capilar, porém não houve modificações nos níveis de hemoglobina glicada. As autoras concluíram que os exercícios resistidos são efetivos para o aumento da massa corporal e massa magra, diminuição do percentual de gordura corporal e níveis de glicemia capilar, fatores esses importantes no controle a diabetes.

Níveis de ureia elevados ocorrem em pacientes com doença renal, fluxo sanguíneo reduzido (desidratação, por exemplo), obstrução do trato urinário e em catabolismo de proteína aumentado (queimaduras). Níveis deprimidos de ureia ocorrem em comprometimento hepático grave, desnutrição e super-hidratação. Em um recente estudo realizado com homens adultos, observou-se uma redução dos níveis séricos de ureia após 8 semanas de treinamento aeróbico, bem como após 8 semanas de TR³⁵, indo ao encontro dos resultados aqui relatados. Nesse sentido, foi recentemente proposto que o treinamento físico promove benefícios sobre o perfil renal, contribuindo para uma maior atividade da renina plasmática e da taxa de filtração glomerular em indivíduos com SM e sem doenças renais crônicas³⁶.

Conclui-se que o TR com duração de 15 semanas não alterou significativamente a maioria dos marcadores bioquímicos em indivíduos com SM. Entretanto, o mesmo alterou benéficamente os níveis de HDL-c e ureia, proporcionando um menor risco cardiovascular à população. Além disso, este tipo de treinamento diminuiu a circunferência abdominal dos indivíduos estudados, que é um dos principais fatores determinantes da SM. Assim, a prática do treinamento com pesos deve ser estimulada para qualquer indivíduo, pois a força muscular é considerada, atualmente, como um dos componentes da aptidão física relacionada à saúde. Como fatores limitantes do presente estudo, podemos destacar a ausência de um grupo controle e o tamanho amostral.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Análises Clínicas (LABIMED) pelo apoio técnico e incentivo à pesquisa.

Referências

1. Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia, Sociedade Brasileira de Diabetes, Sociedade Brasileira de Estudos da Obesidade. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. Arq Bras Cardiol. 2005; 84(Suppl 1):1-28.

2. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002; 106(25):3143–421.
3. Sposito AC, Caramelli B, Fonseca FA, Bertolami MC, Afiune Neto A, Souza AD, et al. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol*. 2007;88 Suppl 1:2–19.
4. Cornier MA, Dabelea D, Hernandez TL, Lindstrom RC, Steig AJ, Stob NR, et al. The metabolic syndrome. *Endocr Rev*. 2008;29(7):777–822.
5. Rennie KL, McCarthy N, Yazdgerdi S, Marmot M, Brunner E. Association of the metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity. *Int J Epidemiol*. 2003;32(4):600–6.
6. Jakicic JM, Clark K, Coleman E, Donnelly JE, Foreyt J, Melanson E, et al. American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(12):2145–56.
7. Hunter GR, Lara-Castro C, Byrne NM, Zakharkin SO, St-Onge MPDBA. Weight loss needed to maintain visceral adipose tissue during aging. *Int J Body Compos Res*. 2005;3:55–61.
8. Meirelles CdM, Gomes PSC. Efeitos agudos da atividade contra-resistência sobre o gasto energético: revisitando o impacto das principais variáveis. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10(2):122–30.
9. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. Porto Alegre: Artmed; 2006.
10. Da Silva MJ, Neto MP, Kedor HH, Camargo PA, Kiss MA, Giannini SD, et al. Influência da atividade física sobre os níveis plasmáticos dos lipídeos e lipoproteínas em coronariopatas. *Arq Bras Cardiol*. 1988;50(4):231–6.
11. Seo DI, Jun TW, Park KS, Chang H, So WY, Song W. 12 weeks of combined exercise is better than aerobic exercise for increasing growth hormone in middle-aged women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2010;20(1):21–6.
12. Pollock ML, Wilmore JH. Exercício na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. Rio de Janeiro: Medsi; 1993.
13. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. São Paulo: Manole; 2000.
14. Petroski E. Antropometria: técnicas e padronizações. 3rd ed Blumenau: Nova Letra; 2007.
15. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, et al. Estimation of $\dot{V}O_{2\max}$ from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc*. 1987;19(3):253–9.
16. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*. 1972;18(6):499–502.
17. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41(3):687–708.
18. Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;3. CD002759.
19. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*. 2011;58(5):950–8.
20. Eves ND, Plotnikoff RC. Resistance training and type 2 diabetes: Considerations for implementation at the population level. *Diabetes Care*. 2006;29(8):1933–41.
21. Ciolac EG, Guimarães GV. Exercício físico e síndrome metabólica. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10(4):319–24.
22. Cheng YJ, Gregg EW, de Rekeneire N, Williams DE, Imperatore G, Caspersen CJ, et al. Muscle-strengthening activity and its association with insulin sensitivity. *Diabetes Care*. 2007;30(9):2264–70.
23. Maslow AL, Sui X, Colabianchi N, Hussey J, Blair SN. Muscular strength and incident hypertension in normotensive and prehypertensive men. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(2):288–95.
24. Jackson AW, Lee DC, Sui X, Morrow JR Jr, Church TS, Maslow AL, et al. Muscular strength is inversely related to prevalence and incidence of obesity in adult men. *Obesity (Silver Spring)*. 2010;18(10):1988–95.
25. Tibana RA, Teixeira TG, De Farias DL, Silva AO, Madrid B, Vieira A, et al. Relação da circunferência do pescoço com a força muscular relativa e os fatores de risco cardiovascular em mulheres sedentárias. *Einstein (São Paulo)*. 2012;10(3):329–34.
26. Stensvold D, Tjønnå AE, Skaug EA, Aspenes S, Stølen T, Wisløff U, et al. Strength training versus aerobic interval training to modify risk factors of metabolic syndrome. *J Appl Physiol*. 2010;108(4):804–10.
27. Bateman LA, Slentz CA, Willis LH, Shields AT, Piner LW, Bales CW, et al. Comparison of aerobic versus resistance exercise training effects on metabolic syndrome (from the Studies of a Targeted Risk Reduction Intervention Through Defined Exercise - STRRIDE-AT/RT). *Am J Cardiol*. 2011;108(6):838–44.
28. Geisler S, Brinkmann C, Schiffer T, Kreutz T, Bloch W, Brixius K. The influence of resistance training on patients with metabolic syndrome—significance of changes in muscle fiber size and muscle fiber distribution. *J Strength Cond Res*. 2011;25(9):2598–604.
29. Layne AS, Nasrallah S, South MA, Howell ME, McCurry MP, Ramsey MW, et al. Impaired muscle AMPK activation in the metabolic syndrome may attenuate improved insulin action after exercise training. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96(6):1815–26.
30. Sprecher DL, Massien C, Pearce G, Billin AN, Perlstein I, Willson TM, et al. Triglyceride: High-density lipoprotein cholesterol effects in healthy subjects administered a peroxisome proliferator activated receptor delta agonist. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2007;27(2):359–65.
31. Sutherland WH, Woodhouse SP. Physical activity and plasma lipoprotein lipid concentrations in men. *Atherosclerosis*. 1980;37(2):285–92.
32. Wei C, Penumetcha M, Santanam N, Liu YG, Garelnabi M, Parthasarathy S. Exercise might favor reverse cholesterol transport and lipoprotein clearance: Potential mechanism for its anti-atherosclerotic effects. *Biochim Biophys Acta*. 2005;1723(1–3):124–7.
33. Black LE, Swan PD, Alvar BA. Effects of intensity and volume on insulin sensitivity during acute bouts of resistance training. *J Strength Cond Res*. 2010;24(4):1109–16.
34. Cambri LT, Santos DL. Influência dos exercícios resistidos com peso em diabéticos tipo 2. *Motriz*. 2006;12(1):33–41.
35. Afshar R, Shegarfy L, Shavandi N, Sanavi S. Effects of aerobic exercise and resistance training on lipid profiles and inflammation status in patients on maintenance hemodialysis. *Indian J Nephrol*. 2010;20(4):185–9.
36. Straznicky NE, Grima MT, Lambert EA, Eikelis N, Dawood T, Lambert GW, et al. Exercise augments weight loss induced improvement in renal function in obese metabolic syndrome individuals. *J Hypertens*. 2011;29(3):553–64.



Original

Estímulo auditivo motivacional na mudança de estado de humor em pacientes cardiopatas durante exercício aeróbico



T.R. Felipe^{a,b,*}, V.H. de Oliveira^a, G.M. Rebouças^a, N.J.B. Albuquerque Filho^a, E.F. Pinto^b, H.J. Medeiros^a e M.I. Knackfuss^a

^a Programa de Pós-Graduação em Saúde e Sociedade (PPGSS), Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró, RN, Brasil

^b Departamento de Educação Física, Universidade Potiguar (UnP), Natal, RN, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 20 de agosto de 2014

Aceite a 4 de fevereiro de 2016

On-line a 6 de setembro de 2016

Palavras-chave:

Música
Reabilitação
Exercício físico

R E S U M O

Objetivo: Comparar o comportamento do estado de humor dos pacientes com doença arterial coronariana, antes e após a prática de exercício aeróbico, com estímulo auditivo motivacional e sem estímulo auditivo. **Metodologia:** O presente estudo de caráter descritivo e com delineamento transversal contou com uma amostra de 48 indivíduos, do sexo masculino, e com idades entre 40-60 anos. Os participantes foram submetidos a 2 sessões de exercício aeróbico com 30 min de duração, sendo uma sessão com estímulo auditivo e outra sem estímulo auditivo, onde foram avaliados os estados de humor antes e após cada situação através da Escala de Humor de Brunel (BRUMS), que contempla os domínios: tensão, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão mental.

Resultados: Ao comparar os resultados no momento pós-exercício entre as sessões com e sem estímulo auditivo, foram encontradas diferenças significativas em todos os fatores de humor ($p < 0.05$). Nas comparações intrassessões, após o exercício com estímulo auditivo foi observada diferença significativa positiva no domínio vigor, enquanto após a sessão sem estímulo auditivo foram observadas diferenças significativas negativas nos domínios fadiga e depressão.

Conclusão: De forma geral, conclui-se que a utilização de estímulo auditivo motivacional durante o exercício aeróbico foi uma estratégia eficaz na mudança do humor, uma vez que elevou o fator positivo (vigor) e reduziu os fatores negativos (tensão, depressão, raiva, fadiga e confusão mental). Baseado na literatura, tal fato pode impactar em maior aderência à prática de atividade física, o que pode significar uma importante estratégia para programas de reabilitação cardíaca.

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

Estímulo auditivo de motivación en el cambio de estado de ánimo en los pacientes cardíacos durante el ejercicio aeróbico

R E S U M E N

Objetivo: Comparar el comportamiento del estado de humor de los pacientes con enfermedad arterial coronaria antes y después de practicar ejercicio aeróbico con estímulo auditivo motivacional y sin estímulo auditivo.

Metodología: El presente estudio descriptivo y transversal incluyó una muestra de 48 hombres, con edades comprendidas entre 40-60 años. Los participantes se sometieron a dos sesiones de ejercicio aeróbico de 30 min de duración, una sesión con el estímulo auditivo y otra sin estímulo auditivo, se evaluaron el estado de ánimo antes y después de cada situación mediante la *Brunel Mood Scale* (BRUMS), que incluye las áreas de: estrés, depresión, ira, vigor, fatiga y confusión mental.

Resultados: Al comparar los resultados, en el momento después del ejercicio, entre las sesiones con y sin estimulación auditiva, se encontraron diferencias significativas en todas las áreas del estado de ánimo ($p < 0.05$). En las comparaciones intrasesión, después del ejercicio con el estímulo auditivo se observó

Palabras clave:

Música
Rehabilitación
Ejercicio físico

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: thiagorenee@yahoo.com.br (T.R. Felipe).

diferencia significativa positiva en el área de vigor, mientras que después de la sesión sin estímulo auditivo se encontraron diferencias significativas negativas en las áreas de fatiga y depresión.

Conclusión: En general, se concluye que el uso de un estímulo auditivo motivacional fue una estrategia eficaz para cambiar el estado de ánimo, ya que elevó el factor positivo (vigor) y redujo los factores negativos (estrés, depresión, ira, fatiga y confusión mental). Con base en la literatura, este hecho puede repercutir en una mayor adherencia a la actividad física, lo que podría significar una importante estrategia para los programas de rehabilitación cardíaca.

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

Motivational auditory stimulus on mood state changes in cardiac patients during aerobic exercise

A B S T R A C T

Keywords:

Music
Rehabilitation
Physical exercise

Objective: To compare the mood state behavioral of the patients with coronary artery disease, before and after aerobic exercise with motivational auditory stimulus and without auditory stimulus.

Method: This descriptive and cross-sectional study included a sample of 48 individuals, males and aged between 40 and 60 years old. Participants underwent two aerobic exercise sessions with 30 minutes duration, being a session with auditory stimulus and another without auditory stimulus, in which were evaluated the mood states before and after each situation by Brunel Mood Scale (BRUMS), that includes the factors: tension depression, anger, vigor, fatigue and mental confusion.

Results: When comparing the results in the post-exercise moment between sessions with and without auditory stimulus, significant differences were found in all mood factors ($p < 0.05$). In the intra-session comparisons, after exercise with auditory stimulus there was a positive significant difference in the Vigor, while after the session without auditory stimulus negative significant differences were observed in the factors Fatigue and Depression.

Conclusion: In general, it is concluded that the use of motivational auditory stimulus during aerobic exercise is an effective strategy in changing the mood, as it raised the positive factor (vigor) and reduced the negative factors (tension depression, anger, fatigue and mental confusion). Based on the literature, this fact may impact on greater adherence to physical activity, which could mean an important strategy for cardiac rehabilitation programs.

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

Introdução

Na atualidade, um dos problemas de saúde que mais afetam a população são as doenças do aparelho circulatório, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento, sendo a primeira causa de óbito no Brasil, com destaque para a doença arterial coronariana (DAC), que atinge indivíduos de todas as camadas socioeconômicas e, de forma mais intensa, aqueles pertencentes a grupos vulneráveis, como os idosos e os de baixa escolaridade e renda¹.

A DAC é uma doença que exige uma mudança de hábito e de atitude perante a saúde e, por essa razão, vale a pena investigar como melhorar e aumentar as estratégias de adesão aos programas de reabilitação cardíaca (RC)². Os programas de RC dão ênfase na prática da atividade física, assim como no trabalho interdisciplinar com atividades envolvendo vários profissionais da saúde, como enfermagem, nutrição, assistência social e psicologia, visando modificar outros aspectos que contribuem com a diminuição do risco cardíaco de forma global. O paciente e membros da sua família são envolvidos através de informações relevantes como: a importância da prática da atividade física, hábitos alimentares, controle do estresse, depressão, tabagismo, fisiopatologia da doença, ação dos medicamentos e possíveis implicações na vida sexual, profissional e diária³.

Assim, a música tem sido uma ferramenta importante para aumentar o prazer durante a prática da atividade física e tem apresentado um papel relevante na aderência em programas de exercícios^{4,5}. Classificada como um recurso ergogênico psicológico⁶, a música durante o exercício pode influenciar

positivamente o humor, as emoções e o prazer^{7,8}, provocando no indivíduo uma sensação de «desligamento», onde o indivíduo estaria motivado intrinsecamente e totalmente envolvido com a atividade^{9,10}.

Nessa perspectiva, o humor reflete um contexto relacionado a sentimentos, pensamentos, estados corporais e emocionais que irão trazer informações importantes para o entendimento no contexto de saúde geral do paciente e estas sensações estão relacionadas a fatores psicológicos, como a depressão, a raiva e a confusão mental, e a fatores psicossomáticos, como a fadiga, vigor e a tensão^{11,12}.

Embora a música como estímulo auditivo durante o exercício se tenha apresentado eficaz em alterar positivamente algumas sensações em outros estudos^{13–16}, pouco tem sido investigado com indivíduos participantes de programas de RC¹⁷.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi comparar o comportamento do estado de humor dos pacientes com DAC, antes e após a prática de exercício aeróbico, com e sem estímulo auditivo.

Método

Amostra

O presente estudo do tipo descritivo e com delineamento transversal considerou como população um total de 150 pacientes diagnosticados com DAC, participantes de um programa regular de atividade física na Clínica do Exercício, na cidade de Natal-RN. Desta população, foi selecionada intencionalmente uma amostra de 48 indivíduos voluntários, do sexo masculino, representando 32% da

população, com idades entre 40-60 anos, e que não apresentavam doenças musculoesqueléticas.

Todos os sujeitos receberam individualmente esclarecimentos a respeito dos objetivos, procedimentos utilizados, possíveis benefícios e riscos atrelados à execução do presente estudo, condicionando a sua participação de modo voluntário, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O protocolo de pesquisa do presente estudo foi fundamentado em conformidade com as diretrizes propostas na resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde, sobre as pesquisas envolvendo seres humanos, sendo aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sob n.º 119216.

Procedimentos

Para avaliar o estado de humor dos participantes, foi utilizada a Escala de Humor de Brunel (BRUMS). A escala é uma versão reduzida do «Profile of Mood States» (POMS), desenvolvida por Terry e Fogarty¹⁸, e avalia 6 estados de humor: tensão, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão mental (tabela 1). O questionário é composto por 24 questões com 5 opções de resposta, que variam de 0 (nada) a 4 (extremamente). Com a soma das respostas referentes a cada domínio, obtém-se um escore que varia de 0 a 16 para cada estado de humor (tabela 1).

O BRUMS foi validado para o Brasil por Rohlf¹⁹, apresentando boa consistência interna, com valores de alfa de Cronbach superiores a 0.70 para todos os domínios.

O humor positivo é caracterizado por elevado nível de vigor (fator positivo) e baixos níveis de fadiga, tensão, depressão, confusão e raiva (fatores negativos), sendo este considerado um modelo ideal de saúde mental positiva²⁰.

Para a seleção das músicas motivacionais, foi aplicado o protocolo de entrevista *Brunel Music Rating Inventory-2* (BMRI-2) proposto por Karageorghis²¹, considerado uma ferramenta válida e internamente consistente para a seleção de músicas motivacionais para o exercício, permitindo assim padronizar o protocolo de escolha individual das músicas.

O BMRI-2 é uma escala de 6 itens, com quocientes motivacionais que vão de 6-42, desenvolvido para facilitar a seleção de músicas para o exercício físico. O protocolo de entrevista consistiu na atribuição de um valor de 0-7 pontos (0 para menor valor e 7 para o máximo valor), para uma seleção de 30 músicas de gêneros variados ouvidas individualmente pelos sujeitos, pelo tempo de 1 min. As 10 mais bem pontuadas foram compiladas numa mídia individual e separadas para tocar durante as sessões experimentais.

A avaliação da frequência cardíaca máxima foi realizada através de um teste de esforço máximo na esteira ergométrica, em que foi realizado por um médico cardiologista da própria Clínica do Exercício para a determinação da intensidade das sessões de treino.

Anteriormente à aplicação dos instrumentos de coleta de dados, os participantes foram submetidos a 7 sessões laboratoriais, marcadas em dias distintos de acordo com a disponibilidade temporal do avaliado. Porém, sendo realizadas com um intervalo mínimo de 48 h e máximo de 96 h entre si. Buscando evitar quaisquer

variações circadianas intraindividuais, todas as avaliações foram realizadas num mesmo horário (entre 07 h00 min e 12 h00 min) e local (Clínica do Exercício, Natal-RN).

A primeira visita foi composta pela aplicação do teste de esforço pelo cardiologista da Clínica do Exercício, com o objetivo de avaliar a frequência cardíaca máxima dos participantes do estudo. Na segunda visita foi respondida uma anamnese, juntamente com a realização da ancoragem de memória sobre a escala de humor e coleta dos parâmetros antropométricos.

Na terceira visita foi aplicada a entrevista através do BRMI-2 para seleção das músicas motivacionais. Esta seleção foi composta por 30 músicas previamente selecionadas pelo pesquisador principal, em que os indivíduos escutaram cada música por 1 minuto e responderam imediatamente ao BMRI-2²¹. Após as respostas, as 10 músicas que obtiveram maiores escores foram colocadas em pastas separadas por indivíduos e salvas num dispositivo reproduzidor de mp3.

Na quarta visita foi realizada uma ancoragem prática com a esteira ergométrica e também a randomização das situações de exercício aeróbico (com e sem estímulo auditivo). Nas 2 visitas posteriores foram aplicadas as sessões experimentais em ordem randomizada.

As 2 sessões experimentais consistiram na realização de 30 min de atividade aeróbica em esteira ergométrica, com intensidade de 70% da frequência cardíaca máxima e duração de 30 min, sendo um dia realizada com estímulo auditivo e outro dia sem estímulo auditivo, em ordem randomizada. Os participantes foram instruídos a não realizar atividade física vigorosa nas 24 h anteriores aos testes, bem como não ingerirem alimentos contendo alto teor energético e/ou bebidas cafeinadas por um período anterior a 3 h de seu início. Além disso, os avaliados também foram instruídos a comparecer às sessões experimentais trajando roupas confortáveis e adequadas para a prática de exercício físico (camiseta, calção/shorts, meia e tênis).

A velocidade da esteira era ajustada pelo pesquisador sempre que a frequência cardíaca saísse do ponto de 70% da máxima. O tempo entre as sessões foi de uma semana.

Análise estatística

Como tratamento estatístico foi utilizado medidas de tendência central e dispersão para a apresentação dos dados. A análise de normalidade dos dados foi investigada pelo teste de Shapiro-Wilk, em função do tamanho da amostra. Como inferência estatística, utilizou-se para diferenças entre médias o teste t de Student pareado (intragrupos) e o teste t de Student para amostras independentes (intergrupos). Para todas as análises foi adotado um nível de significância de 95% de intervalo de confiança, para um erro do tipo I ($p < 0.05$).

Resultados

A tabela 2 apresenta as comparações intergrupos dos estados de humor no momento pré e pós-exercício. Observando o momento pós-exercício, observou-se diferença significativa em todos os domínios. A situação com estímulo auditivo apresentou-se mais eficaz, por ter resultado em maior escore no único domínio positivo (vigor) da escala e menores escores nos domínios negativos (tensão, confusão, fadiga, depressão e confusão mental), no momento pós-exercício sempre com diferença estatística.

Nas comparações intragrupos, após o exercício com estímulo auditivo, observaram-se respostas satisfatórias em todos os domínios, com aumento no domínio positivo e redução nos domínios negativos, apesar de apresentar diferença significativa apenas no domínio positivo vigor ($p < 0.001$). Já na situação sem estímulo

Tabela 1
Dimensões da Escala de Humor de Brunel (BRUMS)

Dimensões	Definição
Tensão	Estado de tensão musculoesquelética e preocupação
Depressão	Estado emocional de desânimo, tristeza, infelicidade
Raiva	Estado de hostilidade, relativamente aos outros
Vigor	Estado de energia, vigor físico
Fadiga	Estado de cansaço, baixa energia
Confusão mental	Estado de atordoamento, instabilidade nas emoções

Tabela 2
Comparações intergrupos dos parâmetros de estados de humor de pacientes com doença arterial coronariana

Domínios	Pré		p valor	Pós		p valor
	Com estímulo	Sem estímulo		Com estímulo	Sem estímulo	
Tensão	2.02 ± 1.10	2.77 ± 1.24	0.005 [*]	2.00 ± 1.09	2.62 ± 1.19	0.003 [*]
Depressão	0.48 ± 0.71	0.52 ± 0.50	0.749	0.42 ± 0.50	3.02 ± 0.67	<0.001 [*]
Raiva	0.08 ± 0.58	1.04 ± 0.68	<0.001 [*]	0.00 ± 0.00	1.14 ± 0.18	<0.001 [*]
Vigor	8.56 ± 1.30	3.21 ± 1.27	<0.001 [*]	18.00 ± 2.14	3.19 ± 1.72	<0.001 [*]
Fadiga	2.46 ± 1.15	4.13 ± 1.14	<0.001 [*]	2.16 ± 1.11	6.06 ± 1.06	<0.001 [*]
Confusão	0.08 ± 0.58	0.46 ± 0.50	0.001 [*]	0.00 ± 0.00	0.16 ± 0.17	<0.001 [*]

* : diferença significativa para p < 0.05.

Tabela 3
Comparações intragrupos de parâmetros de estados de humor de pacientes com doença arterial coronariana

Domínios	Com estímulo auditivo		p valor	Sem estímulo auditivo		p valor
	Pré	Pós		Pré	Pós	
Tensão	2.02 ± 1.10	2.00 ± 1.09	0.322	2.77 ± 1.24	2.62 ± 1.19	0.053
Depressão	0.48 ± 0.71	0.42 ± 0.50	0.322	0.52 ± 0.50	3.02 ± 0.67	<0.001 [*]
Raiva	0.08 ± 0.58	0.00 ± 0.00	0.322	1.04 ± 0.68	1.14 ± 0.18	0.069
Vigor	8.56 ± 1.30	18.00 ± 2.14	<0.001 [*]	3.21 ± 1.27	3.19 ± 1.72	0.061
Fadiga	2.46 ± 1.15	2.16 ± 1.11	0.058	4.13 ± 1.14	6.06 ± 1.06	<0.001 [*]
Confusão	0.08 ± 0.58	0.00 ± 0.00	0.322	0.46 ± 0.50	0.16 ± 0.17	0.059

* : diferença significativa para p < 0.05.

auditivo, houve redução nos domínios negativos tensão e confusão e no domínio positivo vigor, e aumento nos domínios negativos fadiga, depressão e raiva; no entanto, sendo estatisticamente diferentes apenas a fadiga e a depressão (tabela 3).

Discussão

O presente estudo encontrou melhoras respostas nos estados de humor dos pacientes com DAC após o exercício realizado com estímulo auditivo. Tal fato fica evidente ao se observarem diferenças significativas em todos os domínios do humor na comparação intergrupos no momento pós-exercício. Na avaliação intragrupos também se observou efeito positivo da utilização do estímulo auditivo, apontando aumento do domínio positivo da escala (vigor) e redução dos domínios negativos (tensão, confusão, fadiga, depressão e confusão mental), o que é sugerido como um estado de humor positivo²⁰.

Numa recente revisão sistemática, os autores concluíram que ouvir música pode ter um impacto benéfico crucial na ansiedade de pacientes com DAC, principalmente os que tiveram infarto do miocárdio. Adicionalmente, os autores reforçaram que esta redução foi ainda maior quando os pacientes puderam ouvir músicas de suas escolhas. No entanto, quanto ao humor, os resultados foram inconsistentes¹⁷.

No estudo de Murrock et al.⁵, pacientes com revascularização do miocárdio e em RC tiveram melhora significativa no humor após atividade aeróbica com estímulo auditivo, enquanto pacientes que não tiveram estímulo auditivo tiveram reduções nos níveis de humor. MacNay⁴, ao investigar a influência da música preferida no estado de humor de pacientes em reabilitação cardíaca, verificou que a inclusão do estímulo auditivo durante as intervenções aumentou significativamente o humor positivo dos pacientes. Os autores desses trabalhos ainda acrescentaram que a inclusão do estímulo auditivo nos programas de RC pode impactar positivamente no cumprimento da rotina regular de exercícios^{4,5}.

Desfechos similares aos do presente estudo foram encontrados ainda em outras pesquisas, onde pacientes com DAC tiveram melhora do humor após intervenções com estímulo auditivo^{22,23}.

A música tem-se apresentado eficaz em melhorar os estados de humor em pacientes engajados em programas de RC. Alguns

autores verificaram ainda melhoras na recuperação das habilidades motoras desses pacientes²⁴.

Entender a relação entre estímulo auditivo e variáveis psicológicas como o estado de humor é uma das principais metas dentro dos estudos que envolvem essa temática^{7,25,26}. Num estudo de revisão, Gangrade²⁵ confirma a vasta utilização da música para melhorar o bem-estar de pacientes em geral. O autor cita ainda que, enquanto o cérebro interpreta as músicas, sucessivas reações bioquímicas são induzidas dentro do corpo. Evidências indicam também que a música desempenha um papel importante na ativação de áreas cerebrais em busca de prazer, as quais também são estimuladas por comida, sexo e drogas²⁷. É importante acrescentar que a música também tem semelhante efeito sobre a via dopaminérgica^{28,29}, tendo como ponto positivo o fato de ser uma estratégia não invasiva.

Os benefícios psicológicos gerados pela prática regular de atividade física encontram-se bastante difundidos por profissionais de saúde e pesquisadores. No entanto, mesmo sabendo que exercício físico é «bom», a maioria da população encontra-se sedentária, fato colocado como um possível paradoxo³⁰. Estratégias eficazes, que impactem positivamente na aderência de sujeitos em programas de exercício físico, têm sido de grande relevância na atualidade, e a inclusão da música em ambientes de prática de atividade física, como em clínicas de RC, parecem potencializar o bem-estar e os estados de humor dos praticantes.

Diante de tais constatações, podemos concluir que a aplicação de um estímulo auditivo motivacional durante o exercício aeróbico em pacientes com DAC se mostrou uma estratégia eficaz na melhora do estado de humor, levando os pacientes a um estado de humor positivo. Baseado na literatura, esses pacientes podem apresentar maiores chances de permanência regular nos seus programas de RC.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Bibliografia

1. Cesse EÂP, Carvalho EF, de Souza WV, Luna CF. Tendência da mortalidade por doenças do aparelho circulatório no Brasil: 1950 a 2000. Arq Bras Cardiol. 2009;93(5):490-7.

2. Ghisi GLM, Durieux A, Manfroi WC, Herdy AH, Carvalho T.d., Andrade A, et al. Construction and validation of the CADE-Q for patient education in cardiac rehabilitation programs. *Arq Bras Cardiol.* 2010;94(6):813–22.
3. Benetti M, Nahas MV, Rebelo FPV, Lemos LS, Carvalho T.d. Alterações na qualidade de vida em coronariopatas acometidos de infarto agudo do miocárdio, submetidos a diferentes tipos de tratamentos. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2001;6(3):27–33.
4. MacNay SK. The influence of preferred music on the perceived exertion, mood, and time estimation scores of patients participating in a cardiac rehabilitation exercise program. *Music Ther Perspect.* 1995;13(2):91–6.
5. Murrock CJ. The effects of music on the rate of perceived exertion and general mood among coronary artery bypass graft patients enrolled in cardiac rehabilitation phase II. *Rehabil Nurs.* 2002;27(6):227–31.
6. Bernstein A, Safirstein J, Rosen JE. Athletic ergogenic aids. *Bull Hosp Jt Dis.* 2003;61(3-4):164–71.
7. Karageorghis CI, Priest DL. Music in the exercise domain: A review and synthesis (Part I). *Int Rev Sport and Exerc Psychol.* 2012;5(1):44–66.
8. Almeida FA, Nunes RF, Ferreira Sdos S, Krinski K, Elsangedy HM, Buzzachera CF, et al. Effects of musical tempo on physiological, affective, and perceptual variables and performance of self-selected walking pace. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(6):1709–12.
9. Martin AJ. Motivation and engagement in music and sport: Testing a multidimensional framework in diverse performance settings. *J Pers.* 2008;76(1):135–70.
10. Hagberg LA, Lindahl B, Nyberg L, Hellénus ML. Importance of enjoyment when promoting physical exercise. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19(5):740–7.
11. Werneck FZ, Bara Filho MG, Coelho EF, Ribeiro LS. Efeito agudo do tipo e da intensidade do exercício sobre os estados de humor. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2010;15(4):211–7.
12. Changas Miranda ER, de Mello MT, Antunes HK. Exercício físico, humor e bem-estar: considerações sobre a prescrição da alta Intensidade de exercício. *Rev Psicol Saúde.* 2011;3(2):46–54.
13. Kim DS, Park YG, Choi JH, Im SH, Jung KJ, Cha YA, et al. Effects of music therapy on mood in stroke patients. *Yonsei Med J.* 2011;52(6):977–81.
14. Hars M, Herrmann FR, Gold G, Rizzoli R, Trombetti A. Effect of music-based multitask training on cognition and mood in older adults. *Age Ageing.* 2014;43(2):196–200.
15. Souza YR, Silva ER. Efeitos psicofísicos da música no exercício: uma revisão. *Rev Bras Psicol Esporte.* 2010;3(2):33–45.
16. Zhou K, Li X, Li J, Liu M, Dang S, Wang D, et al. A clinical randomized controlled trial of music therapy and progressive muscle relaxation training in female breast cancer patients after radical mastectomy: Results on depression, anxiety and length of hospital stay. *Eur J Oncol Nurs.* 2015;19(1):54–9.
17. Bradt J, Dileo C, Potvin N. Music for stress and anxiety reduction in coronary heart disease patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;12(CD006277):1–104.
18. Terry PC, Lane AM, Fogarty GJ. Construct validity of the Profile of Mood States-Adolescents for use with adults. *Psychol Sport Exerc.* 2003;4(2):125–39.
19. Rohlfs ICPM, Rotta TM, Luft CDB, Andrade A, Krebs RJ, Carvalho TDA. Escala de Humor de Brunel (BRUMS): instrumento para detecção precoce da síndrome do excesso de treinamento. *Rev Bras Med Esporte.* 2008;14(3):176–81.
20. Morgan WP. Test of champions the iceberg profile. *Psychol Today.* 1980;14(2):92–108.
21. Karageorghis CI, Priest DL, Terry PC, Chatzisarantis NL, Lane AM. Redesign and initial validation of an instrument to assess the motivational qualities of music in exercise: The Brunel Music Rating Inventory-2. *J Sports Sci.* 2006;24(8):899–909.
22. Vollert JO, Stork T, Rose M, Rocker L, Klapp B, Heller G, et al. Reception of music in patients with systemic arterial hypertension and coronary artery disease: Endocrine changes, hemodynamics and actual mood. *Perfusion.* 2002;15(4):142–52.
23. Dritsas A, Pothoulaki M, MacDonald RAR, Flowers P, Cokkinos D. Effects of music listening on anxiety and mood profile in cardiac patients undergoing exercise testing. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2006;13 suppl 1:S76.
24. Schneider S, Schönle PW, Altenmüller E, Münte TF. Using musical instruments to improve motor skill recovery following a stroke. *J Neurol.* 2007;254(10):1339–46.
25. Gangrade A. The effect of music on the production of neurotransmitters, hormones, cytokines, and peptides: A review. *Music Med.* 2012;4(1):40–3.
26. Thoma MV, Scholz U, Ehlert U, Nater UM. Listening to music and physiological and psychological functioning: The mediating role of emotion regulation and stress reactivity. *Psychol Health.* 2012;27(2):227–41.
27. Salimpoor VN, Benovoy M, Larcher K, Dagher A, Zatorre RJ. Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nat Neurosci.* 2011;14(2):257–62.
28. Menon V, Levitin DJ. The rewards of music listening: Response and physiological connectivity of the mesolimbic system. *Neuroimage.* 2005;28(1):175–84.
29. Sutoo D, Akiyama K. Music improves dopaminergic neurotransmission: Demonstration based on the effect of music on blood pressure regulation. *Brain Res.* 2004;1016(2):255–62.
30. Backhouse SH, Ekkekakis P, Bidle SJ, Foskett A, Williams C. Exercise makes people feel better but people are inactive: Paradox or artifact? *J Sport Exerc Psychol.* 2007;29(4):498–517.



Artículo especial

Aptidão cardiorrespiratória em adolescentes



A. Pelegrini^{a,*}, G. Minatto^b, G. Claumann^a, D. Silva^b, L. Grigollo^c, F. Schwinn^b e É. Petroski^b

^a Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, Grupo de Estudos e Pesquisa em Cineantropometria, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

^b Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós-graduação em Educação Física, Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

^c Departamento de Educação Física, Fundação Educacional Unificada do Oeste de Santa Catarina, Joaçaba, Santa Catarina, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 27 de julho de 2014

Aceite a 12 de novembro de 2015

On-line a 6 de setembro de 2016

Palavras-chave:

Aptidão física

Estudantes

Composição corporal

R E S U M O

Objetivo: O presente estudo tem como objetivo verificar as prevalências de aptidão cardiorrespiratória e a sua associação com aspectos sociodemográficos e composição corporal em adolescentes.

Método: Estudo transversal realizado com 601 escolares (14-17 anos de idade) da rede de ensino pública do Meio-Oeste catarinense. A aptidão cardiorrespiratória foi mensurada pelo teste de vai-e-vem de 20 metros. Foram coletadas informações referentes ao sexo, idade e nível econômico, massa corporal, estatura, perímetro da cintura e dobras cutâneas. As análises estatísticas (U de Mann-Whitney, qui-quadrado e regressão logística) foram realizadas, com nível de significância de 5%.

Resultados: A prevalência de aptidão cardiorrespiratória inadequada foi de 61.1%, sendo maior nos rapazes e naqueles com composição corporal inadequada. A composição corporal inadequada esteve associada à aptidão cardiorrespiratória inadequada, mesmo após ajustada pelo sexo, idade e nível econômico.

Conclusão: Conclui-se que a maioria dos adolescentes apresentam níveis inadequados de aptidão cardiorrespiratória, e a associação entre composição corporal e aptidão cardiorrespiratória inadequadas independe dos aspectos sociodemográficos dos adolescentes.

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

Aptitud cardiorrespiratoria en adolescentes

R E S U M E N

Objetivo: El presente estudio tuvo como objetivo verificar las prevalencias de aptitud cardiorrespiratoria y su asociación con aspectos sociodemográficos y composición corporal en adolescentes.

Método: Estudio transversal realizado con 601 escolares (14-17 años) de la red de educación pública del Medio-Oeste catarinense. La aptitud cardiorrespiratoria fue medida por el test de carrera de ida y vuelta de 20 metros. Fueron recogidas informaciones referentes al sexo, edad y nivel económico, masa corporal, estatura, perímetro de la cintura y pliegues cutáneos. Los análisis estadísticos (U de Mann-Whitney, Chi cuadrado y regresión logística) fueron realizados, con nivel de significación del 5%.

Resultados: La prevalencia de aptitud cardiorrespiratoria inadecuada fue de 61.1%, siendo mayor en los muchachos y en aquellos con composición corporal inadecuada. La composición corporal inadecuada estuvo asociada a la aptitud cardiorrespiratoria inadecuada, incluso después de ajustarla por el sexo, edad y nivel económico.

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: andrea.pelegrini@udesc.br (A. Pelegrini).

Conclusión: Se concluye que la mayoría de los adolescentes presentan niveles inadecuados de aptitud cardiorrespiratoria y la asociación entre composición corporal y aptitud cardiorrespiratoria inadecuadas no depende de los aspectos sociodemográficos de los adolescentes.

© 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/>).

Cardiorespiratory fitness in adolescents

A B S T R A C T

Keywords:

Physical fitness
Students
Body composition

Objective: The aim of this study was to determine the prevalence of cardiorespiratory fitness and its association with sociodemographic characteristics and body composition in adolescents.

Method: This is a cross-sectional study with 601 students (14-17 years) of the public school system in the Mid-western state of Santa Catarina. Cardiorespiratory fitness was measured by the 20-meter back-and-forth test. Information on gender, age and economic status, body weight, height, waist circumference and skinfold thickness were collected. Statistical analysis (Mann-Whitney U, chi-square and logistic regression tests) was performed, with 5% significance level.

Results: The prevalence of inadequate cardiorespiratory fitness was 61.1%, being higher in boys and in those with inadequate body composition. Inadequate body composition was associated with poor cardiorespiratory fitness even after adjusted by sex, age and economic status.

Conclusion: It was concluded that most adolescents showed inadequate levels of cardiorespiratory fitness and the association between body composition and inadequate cardiorespiratory fitness is independent of sociodemographic characteristics of adolescents.

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

Introdução

Níveis adequados de aptidão física têm sido associados a diversos desfechos positivos para a saúde, principalmente em populações jovens¹. Dados de um estudo de revisão, realizado no ano de 2008, apontaram que diferentes níveis nos componentes da aptidão física provocam diferentes efeitos na saúde de crianças e adolescentes¹. Especificamente, a aptidão cardiorrespiratória (APCR), em níveis saudáveis, é associada à menor adiposidade corporal total e abdominal, apresenta efeitos positivos sobre sintomas de depressão, ansiedade, estado do humor e autoestima, além de ser considerada fator de proteção para as doenças cardiovasculares¹. Por sua vez, estudos longitudinais demonstraram que baixos níveis de APCR durante a infância e adolescência estão associados às maiores chances de obesidade, hiperlipidemia, resistência à insulina e hipertensão arterial na idade adulta²⁻⁴.

Apesar dessas evidências, pesquisas desenvolvidas no Brasil e em outros países revelaram dados preocupantes em relação às prevalências de jovens que não atendiam aos critérios estabelecidos para a zona saudável de APCR^{5,6}. No Brasil, a maioria dos estudos apontou que cerca de 70-80% dos adolescentes apresentaram baixos níveis de APCR para a saúde^{5,6}. Ainda, Olds et al.⁷, em meta-análise de 109 estudos que investigaram a APCR de crianças e adolescentes de 37 países, concluíram que o Brasil está entre os países com o pior desempenho deste componente da aptidão física.

Além das prevalências, também é importante conhecer os fatores relacionados aos baixos níveis de APCR, pois, a partir disso, estratégias visando o planejamento e a realização de intervenções voltadas aos jovens podem ser adotadas para aumentar seus níveis de APCR. Revisão sistemática identificou que adolescentes do sexo feminino, de nível econômico baixo, com níveis insuficientes de atividade física, sedentários e com excesso de adiposidade corporal foram subgrupos de risco para apresentarem baixa APCR⁸. Neste sentido, percebe-se que fatores individuais afetam a aptidão física de adolescentes, justificando-se, portanto, a investigação desses aspectos em diferentes contextos e populações, tendo em vista que os resultados, possivelmente, poderão auxiliar os professores

de educação física e os profissionais do esporte a promoverem de forma mais efetiva e frequente, no ambiente escolar e na comunidade, estratégias que visem atender a todo o público adolescente, com especial atenção àqueles mais suscetíveis aos baixos níveis de APCR⁹ e suas consequências. Assim, esse estudo tem como objetivo estimar as prevalências de APCR e identificar possíveis associações com fatores sociodemográficos e de composição corporal em adolescentes.

Método

Amostra

O Meio-Oeste catarinense é uma das mesorregiões do estado brasileiro de Santa Catarina, localizado no sul do país¹⁰, formado por 13 municípios (Água Doce, Capinzal, Catanduvas, Erval Velho, Herval D'Este, Ibiraré, Joaçaba, Lacerdópolis, Luzerna, Ouro, Tangará, Treze Tílias e Vargem Bonita). Possui uma área de 9 136 383 km² e um índice de desenvolvimento humano de 0.807¹¹. As principais atividades econômicas são a indústria, comércio e turismo, sendo Joaçaba a principal cidade, considerada o polo econômico e político, com população estimada de 25 322 habitantes¹⁰.

Estudo transversal realizado com adolescentes, de 14-17 anos de idade, matriculados no segundo semestre de 2008 em escolas públicas estaduais localizadas no Meio-Oeste do estado de Santa Catarina, no Brasil. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade do Oeste de Santa Catarina (parecer número 079/08).

A população do estudo foi constituída por 4582 adolescentes de 14-17 anos de idade, de ambos os sexos, matriculados no ensino médio da rede pública. Para o cálculo amostral, adotou-se prevalência desconhecida para o desfecho (igual a 50%), erro tolerável de 5 pontos percentuais, nível de confiança de 95% e efeito de delineamento de 1.5. Esses parâmetros resultaram em um total de amostra necessário de 518 estudantes (tabela 1). Porém,

Tabela 1

Descrição do número de escolares matriculados no ensino médio, número de escola e amostra mínima, de acordo com os municípios do Meio-Oeste catarinense

Município	Alunos no ensino médio	Escolas com ensino médio	Amostra
Água Doce	654	2	77
Capinzal	479	1	48
Catanduvas	328	1	39
Erval Velho	128	1	13
Herval D'Óeste	849	2	93
Ibicaré	85	1	10
Joaçaba	749	3	87
Lacerdópolis	84	1	10
Luzerna	329	1	39
Ouro	210	1	22
Tangará	208	1	25
Treze Tilias	219	1	23
Vargem Bonita	260	2	19
Total	4582	18	518

como foram convidados a participar da pesquisa todos os adolescentes pertencentes aos conglomerados de turmas, a amostra final foi composta por 601 adolescentes. O processo amostral foi determinado em 2 estágios: 1) estratificado por escolas ($n=18$) e; 2) conglomerados de turmas. No estágio 1 foram consideradas somente as escolas com mais de 150 alunos matriculados ($n=17$), sendo que nas cidades que possuíam mais de uma unidade de ensino, optou-se por aquela que apresentou maior quantitativo de alunos regularmente matriculados. Assim, a maior escola de cada município foi analisada. No estágio 2 foram convidados a participar do estudo todos os adolescentes que estavam presentes em sala de aula no dia da coleta de dados.

Definiu-se como elegível estar matriculado na rede pública estadual de ensino, encontrar-se em sala de aula no dia da coleta e ter de 14-17 anos de idade. Considerou-se recusas os adolescentes que não aceitaram participar da pesquisa e/ou não apresentaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo responsável, e perda amostral não terem realizado todas as avaliações.

Delineamento experimental

Para avaliar a APCR foi utilizado o teste de vai-e-vem de 20 m proposto por Leger et al.¹² e validado para amostras brasileiras por Duarte e Duarte¹³. Para realização do teste, os adolescentes deveriam percorrer uma distância demarcada de 20 m, acompanhando sinais sonoros que estabeleciam a velocidade em que o percurso deveria ser concluído. O teste foi iniciado com velocidade de 8.5 km/h, e esta foi aumentando a cada minuto em 0.5 km/h. Considerou-se o teste como encerrado quando o adolescente não conseguiu mais alcançar a distância conforme a velocidade necessária. O VO_2 máx (ml/kg/min) foi estimado pela equação proposta por Leger et al.¹². A partir desses valores, os adolescentes foram classificados segundo os pontos de corte específicos para rapazes e moças, preconizados por Pollock e Wilmore¹⁴. No presente estudo, a classificação da APCR dos adolescentes foi dicotomizada em «adequada» (excelente, acima da média e na média) e «inadequada» (abaixo da média e ruim).

As variáveis independentes investigadas foram: sexo (masculino, feminino), nível econômico (baixo, alto), idade (14-15 anos, 16-17 anos) e a composição corporal (adequada, inadequada). A idade foi dividida em 2 categorias, em virtude da distribuição preliminar de frequências que demonstrou quantidade semelhante de escolares nesses 2 grupos etários.

O nível econômico foi identificado pelo questionário da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa¹⁵, que divide a população brasileira em 5 classes econômicas, por ordem

decrecente de poder de compra (A, B, C, D e E). No presente estudo, para fins de análise, devido ao pequeno número de adolescentes em cada categoria de classificação, essa variável foi dicotomizada em nível econômico alto (classes A e B) e baixo (classes C, D e E).

As variáveis antropométricas: massa corporal, estatura, perímetro da cintura (PerC) e dobras cutâneas das regiões tricúspita (DCTR), bicúspita (DCBI), subescapular (DCSE), supraíliaca (DCSI) e perna medial (DCPM) foram mensuradas segundo procedimentos padronizados pela *Canadian Society for Exercise Physiology* (CSEP)¹⁶. A massa corporal foi mensurada com balança digital da marca PLENA®, com escala de 100 g e capacidade de 150 kg. A estatura foi aferida por meio de estadiômetro da marca Sanny® com escala de 0.1 cm. O PerC foi mensurado com fita antropométrica da marca Cardiomed® com escala de 1 mm. A espessura de dobras cutâneas foi aferida com adipômetro científico da marca Sanny® com escala de 0.1 mm.

A composição corporal foi estimada segundo o protocolo da CSEP¹⁶. A CSEP utiliza como indicador de adiposidade corporal o índice de massa corporal (IMC), o PerC, o somatório de 5 dobras cutâneas ($\sum 5DC$, DCTR, DCBI, DCSE, DCSI e DCPM) e o somatório de 2 dobras cutâneas ($\sum 2DC$, DCSE e DCSI). O protocolo apresenta tabelas com valores normativos para cada indicador (IMC, PerC, $\sum 2DC$ e $\sum 5DC$) permitindo classificar em zona benéfica à saúde ou não, variando conforme o sexo e a idade. A partir dos valores normativos, cada variável (IMC, PerC, $\sum 2DC$ e $\sum 5DC$) foi classificada em adequada e inadequada, sendo que o adequado refere-se aos adolescentes classificados na zona benéfica de saúde. Depois de realizada essa classificação, há outra tabela que permite atribuir pontuações para as combinações do IMC com o $\sum 5DC$ e do PerC com $\sum 2DC$, que varia de acordo com a adequação ou não de cada indicador. Dessa combinação, é gerado um escore que define a composição corporal em 5 categorias: «excelente», «muito bom», «bom», «regular» e «necessita melhorar». No presente estudo, definiu-se a composição corporal como «inadequada» se os adolescentes estivessem classificados em zonas de exposição de riscos à saúde, «regular» e «necessita melhorar» e, como «adequada», se estivessem classificados nas zonas sem riscos à saúde («excelente», «muito bom» e «bom»). Esse método leva em consideração a distribuição da gordura geral (IMC e $\sum 5DC$) e periférica (PerC e $\sum 2DC$).

Análise estatística

Foram realizadas análises descritivas (média, desvio padrão e distribuição de frequências) e inferenciais. Foi estimada como prevalência a proporção de adolescentes que apresentaram APCR inadequada (desfecho) em relação ao número de adolescentes investigados, embora o desfecho de interesse não se trate de uma doença. A normalidade dos dados foi analisada por meio do teste de *Kolmogorov-Smirnov*, constatando-se que os dados não apresentaram distribuição normal. A diferença entre as médias de cada variável foi verificada por meio do teste U de *Mann-Whitney* (não-paramétrico). A associação da APCR inadequada com as variáveis sociodemográficas (sexo, idade e nível econômico) e composição corporal foi averiguada por meio da regressão logística, com análise bruta e ajustada pelas variáveis sociodemográficas. Foram estimadas razões de chances e os respectivos intervalos de confiança. Foi testada a interação das variáveis sociodemográficas na associação entre a APCR e composição corporal inadequada, entretanto, nenhuma delas foi significativa. As análises foram ajustadas pelo sexo, idade e nível econômico. Utilizou-se o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), v.20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). O nível de significância foi estabelecido em 5%.

Tabela 2

Características descritivas dos adolescentes do Meio-Oeste catarinense, estratificado por sexo, 2008 (n = 601)

Variáveis	Rapazes (n = 269) X̄ (dp)	Moças (n = 332) X̄ (dp)	p-valor
Idade (anos)	15.7 (1.1)	15.8 (1.1)	0.508
Massa corporal (kg)	63.9 (12.3)	55.7 (8.2)	<0.001*
Estatura (m)	173.8 (7.9)	163.8 (6.1)	<0.001*
IMC (kg/m ²)	21.1 (3.2)	20.8 (2.7)	0.521
PerC	71.7 (7.9)	65.8 (6.1)	<0.001*
DCTR (mm)	10.2 (4.3)	15.3 (5.4)	<0.001*
DCBI (mm)	5.6 (3.4)	9.2 (4.0)	<0.001*
DCSE (mm)	10.5 (5.9)	13.9 (5.4)	<0.001*
DCSI (mm)	12.8 (7.8)	18.4 (7.3)	<0.001*
DCPM (mm)	11.6 (5.0)	16.3 (5.8)	<0.001*
Σ5DC (mm)	50.8 (23.5)	73.0 (23.8)	<0.001*
VO _{2máx} (ml.kg.min ⁻¹)	45.6 (5.3)	38.5 (4.0)	<0.001*

X̄: média; Σ5DC: somatório 5 dobras cutâneas; DCBI: dobra cutânea bíceps; DCPM: dobra cutânea perna medial; DCSE: dobra cutânea subescapular; DCSI: dobra cutânea supraílica; DCTR: dobra cutânea tríceps; (dp): desvio padrão; IMC: índice de massa corporal; PerC: perímetro da cintura; VO_{2máx}: consumo máximo de oxigênio.

* p < 0.05 (U de Mann-Whitney).

Tabela 3

Distribuição dos adolescentes do Meio-Oeste catarinense, segundo as variáveis do estudo, geral e estratificado pela aptidão cardiorrespiratória, 2008 (n = 601)

Variáveis	Amostra geral n (%)	Aptidão cardiorrespiratória		p-valor
		Adequada n (%)	Inadequada n (%)	
<i>Total</i>	601 (100.0)	234 (38.9)	367 (61.1)	
<i>Sexo</i>				<0.001*
Masculino	269 (44.8)	20 (7.4)	249 (92.6)	
Feminino	332 (55.2)	214 (64.5)	118 (35.5)	
<i>Idade (anos)</i>				0.186
14-15	246 (40.9)	88 (35.8)	158 (64.2)	
16-17	355 (59.1)	146 (41.1)	209 (58.9)	
<i>Nível econômico</i>				0.909
Baixo	202 (33.6)	78 (38.6)	124 (61.4)	
Alto	399 (66.4)	156 (39.1)	243 (60.9)	
<i>Composição corporal</i>				0.004*
Adequada	458 (76.2)	41 (28.7)	102 (71.3)	
Inadequada	143 (23.8)	193 (42.1)	265 (57.9)	

n: frequência absoluta; %: frequência relativa.

* p < 0.05 (qui-quadrado).

Resultados

A amostra do estudo foi constituída por 601 escolares, sendo 55.2% do sexo feminino, com faixa etária de 14-17 anos. Na [tabela 2](#) são apresentadas as características gerais dos participantes. Foram observadas diferenças entre os sexos em todas as variáveis, com exceção da idade e do IMC. Os rapazes apresentaram valores inferiores em relação às moças em todas as medidas antropométricas, com exceção da massa corporal, estatura e PerC.

Na [tabela 3](#), houve associação da APCR com o sexo e a composição corporal, revelando maior proporção de inadequação da APCR nos rapazes em comparação às moças e na composição corporal adequada em relação à inadequada. Observou-se que a maioria dos adolescentes apresentaram APCR inadequada.

Na análise bruta, foi encontrada associação entre o desfecho e a composição corporal inadequada. Quando o modelo foi ajustado pelo sexo, idade e nível econômico, observou-se que, apesar das medidas de efeito diminuírem, a composição corporal inadequada permaneceu associada ao desfecho, revelando que os adolescentes com composição corporal inadequada apresentaram mais de 65% de chance de terem APCR inadequada ([tabela 4](#)).

Discussão

Os principais resultados do presente estudo revelaram que mais da metade dos adolescentes (61.1%) estavam com níveis

Tabela 4

Associação entre a aptidão cardiorrespiratória inadequada e a composição corporal inadequada bruta e ajustada pelo sexo, idade e nível econômico em adolescentes do Meio-Oeste catarinense, 2008 (n = 601)

Modelos	Aptidão cardiorrespiratória inadequada		
	RO	IC 95%	p-valor
CCI†	1.81	1.21-2.72	0.004*
CCI ajustada pelo sexo	1.68	1.03-2.75	0.037*
CCI ajustada pelo sexo e idade	1.67	1.02-2.73	0.041*
CCI ajustada pelo sexo, idade e NE	1.66	1.01-2.71	0.044*

CCI: composição corporal inadequada; IC: intervalo de confiança; NE: nível econômico; RO: razão de odds; †: análise bruta.

* p < 0.05 (regressão logística binária).

inadequados de APCR para a saúde, observando-se maior prevalência do desfecho nos rapazes (92.6%) (p < 0.001). Além disso, adolescentes com composição corporal inadequada apresentaram maiores chances de terem níveis inadequados de APCR (p = 0.004), independentemente de suas características sociodemográficas (p = 0.044).

A prevalência de APCR inadequada nos adolescentes do Meio-Oeste catarinense é semelhante à verificada por Ronque et al.¹⁷ em escolares do município de Londrina-PR (60%). Entretanto, prevalências inferiores do desfecho foram observadas em adolescentes

de Florianópolis-SC (37.8%)¹⁸ e Januária-MG (35.4%)¹⁹, enquanto no município de Ipatinga-MG⁶, 70.6% dos escolares de 10 e 11 anos apresentaram APCR inadequada. Estas prevalências são preocupantes, em virtude da forte associação que os baixos níveis de APCR têm com doenças cardiovasculares na idade adulta¹ e com o surgimento da síndrome metabólica em populações pediátricas^{20,21}.

Uma característica da amostra do presente estudo que pode justificar, em partes, a elevada prevalência de níveis inadequados de APCR é a idade dos participantes, sendo que quase 60% deles tinham 16 anos ou mais. A literatura é concisa em informar que à medida que os adolescentes ficam mais velhos seus níveis de atividade física diminuem e, por consequência, os níveis de APCR também declinam²². Embora a faixa etária superior não tenha se associado à APCR nesta investigação, entende-se que essa situação pode refletir em prevalências elevadas de APCR inadequada. Além disso, uma limitação desse estudo foi não avaliar os níveis de atividade física e o comportamento sedentário dos jovens, pois com essas informações seria possível identificar se os mais velhos de fato eram mais sedentários e apresentavam baixos níveis de atividade física.

Os rapazes do presente estudo apresentaram prevalências superiores de APCR inadequada (92.6%) quando comparados às moças (35.5%). Evidências apontadas em revisão sistemática sobre essa temática apontaram maiores prevalências de níveis inadequados de APCR no sexo feminino⁸. Apesar disso, a literatura apresenta dados divergentes aos relatados na revisão sistemática, sendo também observadas prevalências mais elevadas de níveis inadequados de APCR no sexo masculino^{4,5,17,23}.

Os resultados encontrados, referentes à associação entre composição corporal e APCR inadequadas, convergem com dados apresentados para crianças e adolescentes^{17,24,25}. A literatura apresenta que os adolescentes com maior quantidade de gordura corporal tendem a apresentar maiores dificuldades de locomoção, diminuição na frequência de passadas e menor estabilidade durante a caminhada e/ou corrida^{26,27}, o que pode contribuir para os piores desempenhos em testes aeróbios que exijam tais esforços e fazem com que, conseqüentemente, estes escolares sejam classificados com APCR inadequada.

Considera-se importante que as pesquisas futuras sobre APCR e composição corporal de adolescentes também verifiquem o nível de atividade física dos indivíduos, pois o excesso de adiposidade corporal, assim como a APCR inadequada, podem estar relacionados, entre outros fatores, a níveis insuficientes de atividade física, enquanto maiores quantidades de prática se associam a perfis mais saudáveis dessas variáveis^{28,29}. Assim, acredita-se que intervenções baseadas em práticas de atividade física adequadas para indivíduos com excesso de adiposidade corporal, associadas à diminuição do tempo gasto em atividades com características sedentárias, seja uma forma simples e acessível de lidar com os níveis de APCR inadequados para a saúde e, conseqüentemente, conduzam a uma melhoria na composição corporal de adolescentes.

Destaca-se que este estudo foi conduzido em uma amostra representativa da população de adolescentes escolares da rede pública do Meio-Oeste catarinense. Além disso, outro ponto a ser considerado é a utilização do teste de campo (vai-e-vem), o qual tem sido o mais indicado para mensurar APCR em adolescentes³⁰, bem como a utilização de um indicador de composição corporal que leva em consideração a distribuição da gordura geral (IMC e \sum 5DC) e periférica (PerC e \sum 2DC). Entretanto, a extrapolação dos resultados aos escolares das demais redes de ensino (particular e federal) se torna limitada e comparações devem ser realizadas com cautela. Ademais, por se tratar de um estudo transversal, não é possível identificar relação de causa e efeito entre as variáveis. Outra limitação a ser destacada está relacionada à motivação dos adolescentes na realização do teste aeróbio, a qual pode ter interferido nos resultados.

Conclui-se que, de cada 10 adolescentes da região brasileira do Meio-Oeste catarinense, 6 apresentaram APCR inadequada para a saúde, sendo essa situação mais evidente nos rapazes. Além disso, a composição corporal inadequada se associou aos níveis inadequados de APCR, independentemente de fatores sociodemográficos. Esses resultados merecem atenção dos órgãos de saúde e de educação, havendo a necessidade de investimento em medidas de intervenção a nível escolar e na saúde pública, como meio de minimizar as possíveis conseqüências dos níveis inadequados de APCR.

Responsabilidades éticas

Proteção de pessoas e animais. Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com os regulamentos estabelecidos pelos responsáveis da Comissão de Investigação Clínica e ética e de acordo com os da Associação Médica Mundial e da Declaração de Helsinki.

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Direito à privacidade e consentimento escrito. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *Int J Obes*. 2008;32(1):1-11.
- Dwyer T, Magnussen CG, Schmidt MD, Ukoumunne OC, Ponsonby AL, Raitakari OT, et al. Decline in physical fitness from childhood to adulthood associated with increased obesity and insulin resistance in adults. *Diabetes Care*. 2009;32(4):683-7.
- Andersen LB, Hasselström H, Grønfeldt V, Hansen SE, Karsten F. The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clustered risk from adolescence to young adulthood: Eight years follow-up in the Danish Youth and Sport Study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2004;1(1):6.
- Jose KA, Blizzard L, Dwyer T, McKeercher C, Venn AJ. Childhood and adolescent predictors of leisure time physical activity during the transition from adolescence to adulthood: A population based cohort study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8:54.
- Pelegrini A, Silva DAS, Petroski EL, Glaner MF. Aptidão física relacionada à saúde de escolares brasileiros: dados do projeto esporte Brasil. *Rev Bras Med Esporte*. 2011;17(2):92-6.
- Nascimento TBR, Pereira DC, Glaner MF. Prevalência de indicadores de aptidão física associada à saúde em escolares. *Motriz Rev Educ Fis*. 2010;16(2):387-94.
- Olds T, Tomkinson G, Léger L, Cazorla G. Worldwide variation in the performance of children and adolescents: An analysis of 109 studies of the 20-m shuttle run test in 37 countries. *J Sports Sci*. 2006;24(10):1025-38.
- De Andrade Gonçalves EC, Augusto Santos Silva D, Gimenes Nunes HE. Prevalence and factors associated with low aerobic performance levels in adolescents: A systematic review. *Curr Pediatr Rev*. 2015;11(1):56-70.
- Silva DAS, Tremblay MS, Pelegrini A, Silva JMFL, Petroski EL. Low aerobic fitness in Brazilian adolescents. *Rev Bras Med Esporte*. 2015;21(2):94-8.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. IBGE cidades. 2013. [Acedido 18 Abr 2016] Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>
- Organização das Nações Unidas - ONU. Índice de desenvolvimento humano, municipal 1991 e 2000. Todos os municípios do Brasil. 2013. [Acedido 18 Abr 2016] Disponível em: <http://www.pnud.org.br/IDH/DH.aspx>
- Léger 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.
- Duarte MFS, Duarte CR. Validade do teste aeróbio de corrida de vai-e-vem de 20 metros. *Rev Bras Ciên Mov*. 2001;9(3):7-14.
- Pollock ML, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença - Avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2.ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 2003.
- Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa - ABEP. Critério de Classificação Econômica Brasil; 2008.
- Canadian Society for Exercise Physiology - CSEP. The Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Appraisal: CSEP's guide to health active living. 2 ed. Ottawa: CSEF; 2003.

17. Ronque ERV, Cyrino ES, Mortatti AL, Moreira A, Avelar A, Carvalho FO, et al. Relação entre aptidão cardiorrespiratória e indicadores de adiposidade corporal em adolescentes. *Rev Paul Pediatr.* 2010;28(3):296–302.
18. Vasques DG, Silva KS, Lopes AS. Aptidão cardiorrespiratória de adolescentes de Florianópolis, SC. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(6):376–80.
19. Minatto G, Silva DAS, Pelegrini A, Fidelix YL, Silva AF, Petroski EL. Aptidão cardiorrespiratória, indicadores sociodemográficos e estado nutricional em adolescentes. *Rev Bras Med Esporte.* 2015;21(1):12–6.
20. Stabelini Neto A, Sasaki JE, Mascarenhas LP, Boguszewski MC, Bozza R, Ulbrich AZ, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: A cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2011;11:674.
21. Countryman AJ, Saab PG, Llabre MM, Penedo FJ, McCalla JR, Schneiderman N. Cardiometabolic risk in adolescents: Associations with physical activity, fitness, and sleep. *Ann Behav Med.* 2013;45(1):121–31.
22. Kalman M, Inchley J, Sigmundova D, Iannotti RJ, Tynjälä JA, Hamrik Z, et al. Secular trends in moderate-to-vigorous physical activity in 32 countries from 2002 to 2010: A cross-national perspective. *Eur J Public Health.* 2015;25(S2):37–40.
23. Souza VS, Batista MB, Cyrino ES, Blasquez G, Serassuelo Junior H, Romanzini M, et al. Associação entre aptidão cardiorrespiratória e participação regular de adolescentes em esportes. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2013;18(4):511–2.
24. Pate RR, Wang CY, Dowda M, Farrell SW, O'Neill JR. Cardiorespiratory fitness levels among US youth 12 to 19 years of age: Findings from the 1999-2002 National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2006;160(10):1005–12.
25. Ebenegger V, Marques-Vidal P, Kriemler S, Nydegger A, Zahner L, Niederer I, et al. Differences in aerobic fitness and lifestyle characteristics in preschoolers according to their weight status and sports club participation. *Obes Facts.* 2012;5(1):23–33.
26. Chan G, Chen CT. Musculoskeletal effects of obesity. *Curr Opin Pediatr.* 2009;21(1):65–70.
27. Adams AL, Kessler JL, Deramerian K, Smith N, Black MH, Porter AH, et al. Associations between childhood obesity and upper and lower extremity injuries. *Inj Prev.* 2013;19(3):191–7.
28. Gutin B, Yin Z, Humphries MC, Barbeau P. Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2005;81(4):746–50.
29. Kristensen PL, Moeller NC, Korsholm L, Kolle E, Wedderkopp N, Froberg K, et al. The association between aerobic fitness and physical activity in children and adolescents: The European youth heart study. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(2):267–75.
30. 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.

Selección de comunicaciones orales presentadas al II Congreso Nacional de Investigación en Pádel (CIP 2016). 5 y 6 de mayo de 2016. Granada



Selection of oral presentations at the 2nd National Congress on Padel Research (CIP 2016), May 5–6, 2016. Granada, Spain

Variables psicológicas asociadas a la práctica competitiva en pádel

C. Casals^{a,b}, B.J. Sánchez-Alcaraz^c,
J. Courel-Ibáñez^b, J. Martínez-López^c,
E. Suárez-Cadenas^b

^a Departamento de Fisiología, Centro de Investigación Biomédica, Universidad de Granada, España

^b Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, España

^c Departamento de Actividad Física y Deporte, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Murcia, España

Objetivo. El objetivo del presente estudio fue determinar si existe una relación de la motivación con la autoeficacia, ansiedad y características generales de jugadores de pádel.

Método. Un total de 42 jugadores (13 mujeres) de pádel cumplieron los siguientes cuestionarios: Escala de Motivación Deportiva, Escala de Autoeficacia General y *Social Physique Anxiety Scale* versión en español. Todos los cuestionarios fueron previamente validados y se administraron en español. Además, se registró el sexo de los participantes, los años de práctica de pádel, su nivel deportivo, frecuencia de entrenamiento semanal y frecuencia de competición mensual. Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple usando el método *stepwise*. Se incluyeron correlaciones de Pearson para los diferentes componentes de la Escala de Motivación Deportiva (ya que no pueden incluirse conjuntamente en la regresión por incumplir el principio de colinealidad).

Resultados. La frecuencia de competición predijo la motivación de los deportistas ($B=0.955 \pm 0.386$, $B=0.365$, $p=0.018$); mientras que el resto de las variables fueron excluidas del modelo. La media \pm desviación estándar de la frecuencia de competición fue de 0.7 ± 0.95 veces al mes. La puntuación total en la Escala de Motivación Deportiva fue de 6.75 ± 2.49 . Analizando los tres componentes



de la Escala de Motivación Deportiva, la frecuencia de competición se asocia de forma significativa tanto con la motivación intrínseca ($r=0.374$, $p=0.015$) como con la extrínseca ($r=0.329$, $p=0.033$), pero no con la motivación ($r=-0.088$, $p=0.581$).

Conclusiones. A una mayor motivación, mayor frecuencia de competición, sin que parezcan influir de forma significativa otras variables como los años de práctica, el nivel o el sexo de los jugadores de pádel. Esta alta motivación de los practicantes de pádel se podría explicar, entre otros factores, por su carácter lúdico y social, su facilidad de aprendizaje y el fácil acceso a instalaciones para su práctica habitual. Por tanto, el pádel se presenta como una herramienta muy útil para la promoción de actividad física y hábitos saludables. Por ello, se destaca la importancia de las estrategias psicológicas enfocadas al aumento de la motivación para conseguir compromiso y adherencia competitiva en el pádel; quedando, en esta muestra, en un segundo plano la percepción de la autoeficacia y la ansiedad.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.002>

La práctica de pádel mejora la respuesta inmune tras la competición

C. de Teresa^{a,b}, T. Nestares^a, C. Castellar^c,
S. Arraco^d, D. Otín^e, J. Díaz-Castro^a

^a Departamento de Fisiología, Facultad de Farmacia e Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos José Mataix, Universidad de Granada, España

^b Centro Andaluz de Medicina del Deporte, Junta de Andalucía, España

^c Departamento de Expresión Musical, Plástica y Corporal, Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Universidad de Zaragoza, España

^d Centro de Medicina del Deporte del Gobierno de Aragón, España

^e Servicio de Análisis Clínicos, Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, España



Objetivo. El ejercicio físico implica demandas fisiológicas y bioquímicas que tienen importantes repercusiones sobre la respuesta inmune del deportista. En este sentido, tiene interés la interleucina-12p70 (IL-12p70), citocina proinflamatoria producida en los macrófagos, monocitos y otras células presentadoras de antígenos, que estimula la producción de interferón gamma y promueve la activación de la inmunidad celular mediante la activación de linfocitos T colaboradores tipo 1. El objetivo de este estudio ha sido valorar el efecto de la competición de pádel femenino sobre la IL-12p70.

Método. Participaron diez jugadoras profesionales (WPT). El protocolo consistió en calentamiento estandarizado general y específico en pista (15') y, a continuación, una competición simulada (CS) grabada en video y monitorizada mediante pulsómetro con GPS para conocer su intensidad y el tipo de esfuerzo. La ingesta de líquidos fue controlada permitiendo solo la hidratación con agua, *ad libitum*. Antes y después de la CS se realizó una extracción de sangre venosa para la determinación de IL-12p70 en plasma mediante tecnología Luminex xMAP (Millipore, Alemania), que combina la citometría de flujo, uso de microesferas, tecnología láser, procesamiento de señales digitales e inmunoanálisis.

Resultado. La IL-12p70 se incrementó en las deportistas tras la CS ($p < 0,05$).

Conclusiones. Tras la CS, el aumento de IL-12p70 favorece la diferenciación de células T colaboradoras de tipo 1 y estimula la producción y citotoxicidad de las células T citotóxicas y células *natural killer*. Aunque ha sido comprobado que el ejercicio físico exhaustivo causa la supresión de la actividad de los linfocitos T, en nuestro caso se promueve la secreción de esta interleucina. Por lo tanto, la práctica de pádel a alto nivel aumenta los niveles plasmáticos de IL-12p70, mejorando la respuesta inmune de las deportistas inmediatamente después de la competición.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.003>

Evaluación del uso de ayudas ergogénicas en jugadores de pádel no profesionales

E. Parrón^a, T. Nestares^a, C. de Teresa^{a,b}

^a Departamento de Fisiología e Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos José Mataix, Universidad de Granada, España

^b Centro Andaluz de Medicina del Deporte, Junta de Andalucía, España

Objetivo. Son muchas las ayudas ergogénicas usadas para optimizar las funciones fisiológicas o biomecánicas del deportista, pero son pocas las que están respaldadas por estudios científicos. El objetivo de este trabajo es determinar el consumo de ayudas de carácter nutricional que utilizan los jugadores de pádel para mejorar su salud y el rendimiento deportivo.

Método. En el estudio han participado 190 jugadores de pádel *amateur* (60 mujeres y 130 varones) de entre 18 y 55 años, pertenecientes a la Federación Almeriense de Pádel (Andalucía, España), que entrenan un mínimo de tres veces por semana y 90 min por sesión. Previo consentimiento informado, se valoró mediante encuesta validada, el consumo de las siguientes sustancias consideradas ergogénicas: antioxidantes, creatina, café y bebidas hidrocarbonatadas. Los datos recogidos se procesaron con el programa estadístico SPSS 20.0.

Resultados. De los deportistas analizados, compiten el 100%. Consumen algún tipo de ayuda ergogénica el 75.9%: antioxidantes el 15.8%, creatina el 3.6%, café el 72.7% y bebidas hidrocarbonatadas el 51.2%. El 15.3% de los jugadores que toman dietas ricas en proteínas usan bebidas hidrocarbonatadas para paliar posibles

desequilibrios en la dieta y el 0.52% de los jugadores que ingieren abundantes hidratos de carbono compensan tomando suplementos de creatina.

Conclusiones. El café es la sustancia más consumida por los jugadores de pádel estudiados, antes del desarrollo de la tarea, ya que incrementa el estado de alerta, reduce el tiempo de reacción y mejora los sistemas de producción de energía. Respecto al resto de sustancias, el consumo bajo en creatina no requiere ser incrementado en deporte de esfuerzos intermitentes; los jugadores de pádel *amateur* deberían abastecer sus reservas de glucógeno muscular por medio de la dieta, mediante el consumo principalmente de hidratos de carbono de absorción lenta, para mantener el nivel de ejercicio durante los partidos de larga duración y hacer uso de bebidas hidrocarbonatadas (absorción rápida) postejercicio, para recuperar las pérdidas. Deberían incrementar el consumo de frutas y verduras para prevenir el daño oxidativo generado por el ejercicio.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.004>

Perfil condicional de jugadores jóvenes de pádel



C. Castellar^a, F. Pradas^a, A. Quintas^b, S. Arraco^c, D. Otín^d

^a Departamento de Expresión Musical, Plástica y Corporal, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad de Zaragoza, España

^b Departamento de Expresión Musical, Plástica y Corporal, Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza, España

^c Centro de Medicina del Deporte del Gobierno de Aragón, España

^d Departamento de Fisiatría y Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Zaragoza, España

Objetivo. Las características propias del deporte de pádel provocan que los jugadores, como consecuencia del entrenamiento y la competición, desarrollen a lo largo de los años unas capacidades físicas y fisiológicas específicas. En este sentido, el objetivo de este estudio ha sido el de describir el perfil físico de jóvenes jugadores de pádel de alto nivel.

Método. Cuarenta y tres jugadores (19 chicos y 24 chicas) con edades comprendidas entre los 14 y los 18 años, pertenecientes al programa de tecnificación de la Federación Aragonesa de Pádel, participaron de manera voluntaria en el estudio. Los deportistas fueron sometidos a una batería de pruebas para evaluar diferentes capacidades físicas: fuerza del tren inferior (salto con contramovimiento (CMJ), squat (SJ) y abalakov (ABK)), fuerza de prensión manual (FPM) (dinamometría manual), velocidad segmentaria (VS) (tapping test), la flexibilidad (Fx) (sit and reach) y potencia aeróbica (PA) (Léger-Boucher).

Resultados. No se hallaron diferencias significativas entre sexos en las pruebas condicionales de VS y SJ (10.3 ± 1.5 vs. 9.9 ± 0.9 s y 23.1 ± 4.6 vs. 21.3 ± 3.6 cm en chicos y chicas respectivamente). Sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el resto de las pruebas aplicadas: en la FPM del brazo dominante vs. no dominante (36.7 ± 7.5 vs. 25.9 ± 3.7 Kg) y 32.1 ± 7 vs. 22.8 ± 3.6 Kg en chicos y chicas respectivamente, $p=0.001$), en la prueba de Fx, mostrando un valor mayor el sexo femenino (22.8 ± 7.3 vs. 33.0 ± 7.8 cm, $p=0.001$), en la altura de los saltos CMJ (26.6 ± 4.2 vs. 23.3 ± 3.8 cm, $p=0.01$) y ABK (30.3 ± 5 vs. 26.5 ± 3.6 cm, $p=0.003$), y en la PA (7.0 ± 2.0 vs. 4.9 ± 2.0 min, $p=0.03$, en chicos y chicas, respectivamente).

Conclusiones. La FPM se muestra como una variable de interés e importante que se debe considerar en este deporte. Los jugadores de pádel analizados han mostrado una mayor fuerza de prensión manual que los de tenis de mesa, pero la fuerza del tren inferior ha sido menor. La velocidad segmentaria y la Fx ha presentado mejores valores respecto a futbolistas, aunque la potencia aeróbica ha sido inferior. Esta valoración es necesaria para poder conocer y planificar el desarrollo de la condición física en las categorías inferiores de pádel.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.005>

Valoración del estado de condición física en jugadores de pádel. Propuesta de batería de test basados en las demandas del deporte



J. Herrera, J. Courel-Ibáñez

Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, España

Objetivo. El objetivo del presente estudio fue valorar y comparar el estado de condición física de jugadores de pádel principiantes y avanzados a través del diseño de una batería de test basada en los requerimientos de la competición de este deporte.

Método. Un total de 20 jugadores de pádel diestros se sometieron a las siguientes valoraciones, en dos días separados por al menos 72 h de descanso: test de precisión de golpeo en pista, lanzamiento lateral de balón medicinal, movilidad de hombro y cadera, *Y-Gray excusion balance test*, fuerza máxima e intermitente de presión manual con dinamometría, *Illionios agility test*, *Yo-Yo intermitent recovery test*, y test de potencia en prensa de piernas. Además, se registró su nivel de actividad física (IPAQ), su nivel de juego mediante un test en pista, y su frecuencia de práctica y competición específica de pádel. Se calcularon correlaciones de Pearson para conocer las asociaciones entre las variables analizadas.

Resultados. El nivel de juego se asoció positivamente con la precisión de golpeo ($r = -0.822$, $p < 0.001$) y negativamente con el lanzamiento de balón medicinal hacia el lado izquierdo ($r = -0.511$, $p = 0.030$) y el equilibrio en el eje posteromedial con la pierna derecha ($r = -0.493$, $p = 0.032$) y posterolateral con la pierna izquierda ($r = -0.566$, $p = 0.011$). La frecuencia de práctica se asoció positivamente con la precisión ($r = 0.668$, $p = 0.010$) y negativamente con la frecuencia cardíaca de recuperación en el *Yo-Yo test* ($r = 0.520$, $p = 0.039$). No se encontraron asociaciones entre los años de práctica y ninguna de las variables analizadas.

Conclusiones. Un mayor nivel de juego en pádel se asoció con una menor fuerza de tren superior (además de una predominancia unilateral generando desajustes), y con un menor equilibrio, siendo en ambos casos predictores fiables de sufrir un alto riesgo de lesión. Curiosamente, los jugadores con una mayor frecuencia de práctica de pádel obtuvieron una peor capacidad cardiorrespiratoria, independientemente del nivel de juego. Estos resultados alertan de riesgos potenciales de lesión en jugadores de pádel de nivel avanzado, probablemente debidos a una falta de entrenamientos específicos para combatir los desajustes musculares causados por el carácter unilateral de este deporte. Igualmente, parece que la práctica reiterada de pádel no genera suficientes beneficios a nivel cardiorrespiratorio, siendo necesario realizar actividad física complementaria.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.006>

Velocidad de golpeo en pádel en función del nivel de juego



J. Prieto Bermejo, V.M. Renes López

Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad Politécnica de Madrid

Objetivo. Una alta velocidad de golpeo puede ser determinante en el resultado de los golpes de pádel, en particular en los considerados de potencia, como el remate directo. El objetivo del estudio fue analizar la influencia del nivel de juego en la velocidad de los golpes de potencia en pádel.

Método. Se analizaron 480 golpes de una muestra de 30 jugadores masculinos, que se catalogaron en dos grupos de igual tamaño en función de su nivel: alto (top-100 de la Federación Madrileña) vs. medio (fuera del top-100 o no federados que juegan regularmente). Se usó una pistola radar para medir la velocidad de golpeo en cuatro golpes considerados de potencia: remate directo, remate por 3 m, bajada de pared de derecha y bajada de pared de revés. Se computaron análisis de varianza para medir las diferencias entre variables (variable independiente: nivel de juego; variables dependientes: velocidades de golpeo de los cuatro golpes analizados). El tamaño de la muestra recomendó considerar tamaños del efecto (TE) altos que fueron catalogados a partir del estadístico η^2p en base al siguiente criterio: $TE \geq 0.14$ efectos altos. El nivel de significación se fijó en $p \leq 0.05$.

Resultados. Se encontraron diferencias significativas con alto tamaño del efecto en el remate por 3 m, con mayores velocidades para los jugadores de alto nivel ($F 1.58 = 11.83$; $p = 0.001$; $TE = 0.17$). No se hallaron diferencias significativas de velocidad en función del nivel de juego en ningún otro de los golpes analizados ($p > 0.5$ en todas las comparaciones).

Conclusiones. Contrariamente a lo esperado, solo se encontraron diferencias de velocidad a favor de los jugadores de nivel alto en uno de los golpes analizados: el remate por 3 m. El gran componente técnico de este golpe podría contribuir a explicar este hecho, siendo únicamente los jugadores de nivel alto aquellos capaces de imprimir una alta velocidad al golpeo.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.007>

Enseñanza del pádel. ¿Cuál es la mejor forma de organización de las clases?



B.J. Sánchez-Alcaraz Martínez^a, A. Sánchez-Pay^a, A. Gómez-Mármol^b, M.J. Bazaco-Belmonte^b, J. Molina-Saorín^b

^a *Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Murcia*

^b *Facultad de Educación, Universidad de Murcia*

Objetivo. En la enseñanza del pádel se pueden distinguir 4 tipos de sistemas de entrenamiento: carros o cestos, peloteo con el profesor, peloteo entre alumnos con ayuda del profesor y peloteo entre alumnos. El objetivo de este trabajo es conocer los efectos de los diferentes sistemas de entrenamiento en la cantidad y eficacia de golpes de los jugadores de pádel.

Método. Participaron 24 jugadores de pádel (12 chicos y 12 chicas) de nivel avanzado y de una edad de 16.6 ± 2.3 años. Se utilizó una hoja de registro directo de los golpes para medir la cantidad de golpes, el número de golpes realizados por cada jugador y la cantidad de golpes que eran enviados dentro de las dianas en la pista. En grupos aleatorizados de cuatro jugadores, se realizaron cuatro sesiones de pádel para cada sistema de entrenamiento. Se calcularon estadísticos descriptivos de las diferentes variables y, para conocer las diferencias en los parámetros de rendimiento,

en función del sistema de entrenamiento, se utilizó la prueba de diferencia de medias.

Resultados. Los resultados obtenidos muestran que la forma de organización basada en el peloteo entre los alumnos se plantea como la más recomendada en la enseñanza de pádel, obteniendo un número significativamente mayor y eficaz de golpes.

Conclusión. Este tipo de estudios se presentan como una herramienta útil para entrenadores de pádel y profesores de Educación Física en el diseño y organización de sus sesiones de deportes de raqueta. No obstante, futuros estudios deberían ampliar la muestra para poder comprobar la influencia de otras variables como el sexo, la edad, el nivel de los alumnos o los contenidos de la sesión.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.008>

Análisis de la precisión de diferentes tipos de golpes de pádel utilizando un test en pista



G. Delgado García^{a,b}, A. Eusebio Baldrés^{a,b}, V.M. Soto Hermoso^{a,b}

^a Instituto Mixto Universitario Deporte y Salud

^b Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de Granada

Objetivo. Comparar la precisión de diferentes tipos de golpes en pádel durante un test específico que simula una situación parecida a la de competición, en el que se modifica la posición en la pista, el tipo de golpe y la dirección de los tiros.

Método. Participaron diez jugadores de pádel (ocho hombres) de nivel *amateur* y de una edad de 26.6 ± 6.3 años. Efectuaron un test de golpeo dividido en cuatro series de 24 golpes cada una (dos series de derecha y dos de revés). Los golpes evaluados fueron la pared, los golpes de fondo y las voleas, tanto en dirección paralela como cruzada. Para medir la precisión se calculó la distancia al centro de una diana con el programa Kinovea, logrando un error máximo de aproximadamente 5 cm. Para comparar la precisión de los diferentes golpes se utilizaron el test de la t de Student y el test ANOVA unidireccional.

Resultados. No hubo diferencias significativas entre los golpes paralelos y los golpes cruzados ($p > 0.005$). Hubo diferencias significativas entre la precisión lograda con los golpes de derecha y los golpes de revés, obteniéndose más precisión con los primeros ($p < 0.05$). También se obtuvo menos precisión con los golpes con pared que con las voleas y los golpes de fondo ($p < 0.01$ y $p < 0.05$, respectivamente). Atendiendo al tipo de golpe y el lado de la pista, el más preciso fue la volea de derecha y el menos la pared de revés, existiendo diferencias significativas entre ambos ($p < 0.01$).

Conclusiones. El test parece discriminar entre la precisión de diferentes golpes en pádel y podría tener diversas aplicaciones en el área del entrenamiento y mejora de la técnica.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.009>

Las situaciones reducidas de juego como constreñimiento de la tarea en la iniciación al pádel para niños de seis a diez años



K. Lacasa^{a,b}, E. Orteub^a, E. Gabriel^b, C. Torrents^a, C. Salas^a

^a Ekke-Centro de Salud y Bienestar

^b Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya-Centro adscrito a la Universitat de Lleida

Objetivo. En la enseñanza del pádel se utilizan en su mayoría tareas con leve oposición que permiten simplificar la toma de decisiones durante la práctica repetitiva de situaciones de baja incertidumbre, no correspondiéndose con las demandas reales de la competición. El objetivo de este estudio fue explorar el uso de situaciones reducidas de juego contextualizadas y su efectividad en el desarrollo de las capacidades de jóvenes practicantes de pádel.

Método. Se comparó el comportamiento de cuatro participantes nacidos entre el 2004-05 en situación de partido en dimensiones de 20×10 m, palas y pelota de pádel vs. dimensiones de minipádel (10×6 m.), palas de 33 mm y pelotas *soft* 1. Se utilizó una cámara GoPro Hero 3 con gran angular y alta definición y el LongoMatch Pro v.1.2.2. para registrar la tipología de golpeo (seis criterios y 26 categorías).

Resultados. Se analizaron un total de 292 unidades de observación, observando mayor número de oportunidades de aprendizaje en minipádel en todas las tipologías de golpeo analizadas (fondo: 52-61 vs. 48-56, pared: 11-6 vs. 3-2, red 21-16 vs. 5-4 y definición 5-2 vs. 0-0). El tiempo efectivo de juego, en cambio, se muestra mayor (22'06") en el formato pádel que en el formato modificado (19'27"), aunque ambos por encima del dato de referencia (15'49"). El contraste con los datos del perfil de alto rendimiento, muestra desequilibrios importantes: por defecto en red, definición y pared; y por exceso en fondo. Aún siguiendo la tónica, los datos en minipádel reducen sensiblemente dichos desequilibrios.

Conclusiones. Estos datos reflejan intuir interesantes posibilidades en el desarrollo de la ejecución de habilidades específicas, concretamente en las tipologías definición, red y pared. El tiempo efectivo de práctica se sitúa dentro de los parámetros de los datos de referencia. Futuros estudios deberían continuar investigando el formato de situaciones reducidas de juego diseñado bajo la perspectiva de la pedagogía no lineal.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.010>

Análisis de la velocidad de movimiento y la distancia recorrida en pádel en silla



D. Navas Sanz^a, S. Veiga Fernández^b, J.R. Llin Más^c

^a Universidad Europea de Madrid

^b Universidad Politécnica de Madrid

^c Universidad de Valencia

Introducción. Uno de los asuntos abordados por el análisis de rendimiento es el ritmo de trabajo en un deporte, con el objetivo de determinar la distancia recorrida y los diferentes patrones de movimiento, con relación al tiempo de partido. Conocer el tipo de esfuerzos y características de un deporte, en cuanto a su perfil de movimiento, permite a los entrenadores una mejor planificación del entrenamiento. El objetivo del presente estudio fue analizar la carga de trabajo, en un partido de competición en pádel en silla de ruedas en categoría masculina.

Método. Cuatro jugadores masculinos (top 24-ranking) fueron analizados en un partido del circuito de pádel en silla de ruedas 2015 celebrado en Murcia mediante un sistema fotogramétrico en dos dimensiones que permitió calcular las coordenadas (x, y) de las ruedas de los jugadores sobre el campo de juego. Las variables analizadas fueron la distancia recorrida y la velocidad media de los jugadores por set y partido, comparando jugadores ganadores y perdedores, y entre el lado de *deuce* y de *ventaja*.

Resultados. Los jugadores recorrieron una distancia media por partido de 391.21 ± 6.16 m. (6.21 m. por punto), alcanzando un promedio de velocidades de 0.61 ± 0.29 m/s y velocidades máximas de 1.43 m/s. La pareja ganadora recorrió 674.33 m por partido (5.35 m por punto) promediando velocidades de 0.56 ± 0.25 m/s, mientras

que la pareja perdedora recorrió 890.52 m por partido (7.07 m por punto) promediando velocidades de 0.69 ± 0.32 m/s. Los jugadores del lado de ventaja recorrieron 828.09 m por partido (6.57 m por punto) promediando velocidades de 0.67 m/s ± 0.32 , mientras que los del lado de *deuce* recorrieron 736.76 m (5.85 m por punto) y velocidades de 0.57 ± 0.26 m/s.

Conclusiones. En comparación con estudios previos, el promedio de velocidades por partido fue de 0.61 m/s, valores por debajo de lo recogido en otros estudios en tenis en silla (0.93 m/s) y en baloncesto en silla (1.6 ± 1.1 m/s). Al comparar las velocidades y distancias recorridas entre ganadores y perdedores, observamos cómo en contraposición a estudios de tenis en silla y en squash, la dupla ganadora registra promedios y velocidades máximas inferiores y recorren menores distancias respecto la pareja perdedora. Sin embargo, en pádel a pie los perdedores del punto corrieron mayor distancia que los ganadores, en concordancia con este estudio.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.011>

Análisis predictivo del golpeo en pádel a través de modelos de árboles decisionales



J. Courel-Ibáñez^a, B.J. Sánchez-Alcaraz Martínez^b

^a Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada

^b Departamento de Actividad Física y Deporte, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Murcia

Introducción. Los modelos predictivos a través de árboles decisionales resultan muy útiles para el estudio del

comportamiento y rendimiento deportivo ya que permiten clasificar relaciones *if-then* entre variables categóricas e identificar patrones de conducta más comunes o eficaces durante la competición.

Objetivo. Identificar patrones de golpeo en pádel clasificando variables motrices y espaciales en función de su grado de influencia.

Método. Se analizaron de manera secuencial 1963 golpes de tres partidos de finales del circuito profesional *Word Pádel Tour* 2014. Se realizó un análisis predictivo a través de modelos de árboles decisionales para clasificar el tipo de golpeo en función de la eficacia, el lado de golpeo, altura, lateralidad y profundidad de la pelota tras el golpeo.

Resultados. Se identificaron 27 nodos y 13 divisiones. El predictor más potente fue la profundidad ($X^2(8) = 1191.6$; $p < 0.001$; $V = 0.55$), encontrando una prevalencia de volea del 48.3%, de remate del 11.7% y de bandeja del 11.3% en zonas cercanas a la red, y un mayor uso del directo (14.2%) y de la pared (11.2%) en el fondo. Las divisiones sucesivas muestran una gran influencia de la zona de golpeo (derecha, revés) y la altura (plano, globo) en el fondo, mientras que la eficacia y la lateralidad (derecha, izquierda) obtienen mayor relevancia en la red y el medio del campo. Además, la volea fue el golpe más usado (34%) y el que más puntos directos logró (64.2%).

Conclusiones. El tipo de golpeo en pádel se ve determinado principalmente por la localización en el campo, clasificando golpes propios de posiciones cercanas a la red, intermedias y fondo del campo. La volea destaca como golpe más usado y más eficaz, aumentando su tasa a medida que se acerca a la red.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.06.012>

+ Info en www.unia.es

Inicio

Estudia en la UNIA

Enseñanzas propias de posgrado

Oferta de expertos

un
i Universidad
Internacional
de Andalucía

A

CAMPUS DE LA CARTUJA, Sevilla

Experto Universitario

CÓDIGO
0369

Nutrición para Oficinas de Farmacias y Centros Sanitarios (2ª Edición)

SEMIPRESENCIAL, del 23 de octubre de 2017
al 29 de junio de 2018.



@UNIAuniversidad
#UNIACV

Planificación nutricional

Tests de Permeabilidad Intestinal
y de Medición de Histamina

Dossier de dieta personalizado

Pautas de suplementación en
entrenamiento y competición

Composición corporal por
biompedancia



www.centrosnutrifarma.es

MARÍA PUJOL
TRIATLETA



antonioojeda

Heel Probiotics

¿Síntomas de una microbiota alterada?

Ayuda al funcionamiento normal del sistema inmune

CN 183788.2



CN 183866.7



CANTIDAD APORTADA POR DOSIS DIARIA RECOMENDADA (1 STICK)

<i>Bifidobacterium lactis</i> CBP-001010, <i>Lactobacillus rhamnosus</i> CNCM I-4036, <i>Bifidobacterium breve</i> CNCM I-4035 y <i>Lactobacillus paracasei</i> CNCM I-4034	≥ 1x10 ⁹ ufc*
L-Glutamina	100mg*
Cianocobalamina	0,38mg equivalente a 0,38µg de Vitamina B12 (15% del VRN)
Clorhidrato de piridoxina	0,26mg equivalente a 0,21mg de Piridoxina: Vitamina B6 (15% del VRN)
Clorhidrato de tiamina	0,19mg equivalente a 0,16mg de Tiamina: Vitamina B1 (15% del VRN)

CANTIDAD APORTADA POR DOSIS DIARIA RECOMENDADA (1 STICK)

<i>Bifidobacterium lactis</i> CBP-001010, <i>Lactobacillus rhamnosus</i> CNCM I-4036, <i>Bifidobacterium longum</i> ES1	≥ 1x10 ⁹ ufc*
Sulfato de Zinc	4,12mg equivalente a 1,5mg de Zinc (15% del VRN)
Colecalciferol	0,30mg equivalente a 0,75µg de Vitamina D (15% del VRN)
Selenio de Sodio	20µg equivalente a 8,25µg de Selenio (15% del VRN)

*No se han establecido Valores de Referencia de Nutrientes

www.heel.es

-Heel



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 Nogueras 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

www.juntadeandalucia.es/turismoydeporte/opencms/areas/deporte/camd/



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