

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 7 Número. 2

Junio 2014



# RAMD

## Editorial

47 Sobre el futuro...

## Originales

48 Comparación de las velocidades alcanzadas entre dos tests de campo de similares características: VAM-EVAL y UMTT

55 Effects of a sensory strategy in an isometric muscular endurance task

60 Dermatoglyphics: Correlation between software and traditional method in kineanthropometric application

66 Caracterização da condição física e fatores de risco cardiovasculares de policiais militares rodoviários

72 Atividade eletromiográfica dos músculos extensores do tronco durante exercícios de estabilização do método Pilates

78 Estudo eletromiográfico do exercício supino executado em diferentes ângulos

## Revisión

83 Efeitos do treinamento intervalado em variáveis fisiológicas e na performance de ciclistas competitivos

## Caso clínico

90 Preexcitación ventricular: dificultad en el tratamiento de un caso de Wolff-Parkinson-White en un deportista

ISSN: 1888-7546

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

# Centro Andaluz de Medicina del Deporte

## ALMERÍA

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

## HUELVA

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

## JAÉN

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

## SEVILLA

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



**JUNTA DE ANDALUCÍA**

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE  
Centro Andaluz de Medicina del Deporte

[www.junta-andalucia.es/culturaydeporte/web/camd](http://www.junta-andalucia.es/culturaydeporte/web/camd)

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte\*

## Editor

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

## Coeditor

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

## Coordinación Editorial

Covadonga López López

## Comité Editorial

José Ramón Alvero Cruz  
(Universidad de Málaga, España)

Eloy Cárdenas Estrada  
(Universidad de Monterrey, México)

José Alberto Duarte  
(Universidade do Porto, Portugal)

Russell Foulk  
(University of Washington, USA)

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

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

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

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

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

José Naranjo Orellana  
(Universidad Pablo Olavide, España)

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

Fátima Olea Serrano  
(Universidad de Granada, España)

Juan Ribas Serna  
(Universidad de Sevilla, España)

Jesús Rodríguez Huertas  
(Universidad de Granada, España)

Nick Stergiou  
(University of Nebraska, USA)

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

Carlos Ugrinowitsch  
(Universidade de São Paulo, Brasil)

## Comité Científico

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

Guillermo Álvarez-Rey  
(Universidad de Málaga, España)

Natàlia Balagué  
(Universidad de Barcelona, España)

Benno Becker Junior  
(Universidade Luterana do Brasil, Brasil)

Ciro Brito  
(Universidade Católica de Brasília, Brasil)

João Carlos Bouzas  
(Universidade Federal de Viçosa, Brasil)

Antonio Cesar Cabral de Oliveira  
(Sociedade Brasileira de 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)

Benedito Denadai  
(Universidade Estadual de Campinas, Brasil)

Elsa Esteban Fernández  
(Universidad de Granada, España)

Juan Marcelo Fernández  
(Hospital Reina Sofía, España)

Guadalupe Garrido Pastor  
(Universidad Politécnica de Madrid, España)

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

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

Mikel Izquierdo  
(CEIMD. Gobierno de Navarra, España)

José Carlos Jaenes  
(Universidad Pablo Olavide, España)

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

David Jiménez Pavón  
(Universidad de Zaragoza, España)

Carlos Lago Peñas  
(Universidad de Vigo, España)

Fernando Martín  
(Universidad de Valencia, España)

Italo Monetti  
(Club Atlético Peñarol, Uruguay)

Alexandre Moreira  
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Elisa Muñoz Gomariz  
(Hospital Universitario Reina Sofía, España)

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

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

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

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)



Travessera de Gràcia, 17-21  
Tel.: 932 000 711  
08021 Barcelona

Zurbano, 76  
Tel.: 914 021 212  
28010 Madrid

Publicación trimestral (4 números al año).

© Copyright 2014 Centro Andaluz de Medicina del Deporte  
Glorieta Beatriz Manchón, s/n (Isla de la Cartuja) 41092 Sevilla  
Reservados todos los derechos. El contenido de la presente publicación no puede ser reproducido, ni transmitido por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética, ni registrado por ningún sistema de recuperación de información, en ninguna forma, ni por ningún medio, sin la previa autorización por escrito del titular de los derechos de explotación de la misma. ELSEVIER ESPAÑA, a los efectos previstos en el artículo 32.1 párrafo segundo del vigente TRLPI, se opone de forma expresa al uso parcial o total de las páginas de REVISTA ANDALUZA DE MEDICINA DEL DEPORTE con el propósito de elaborar resúmenes de prensa con fines comerciales.  
Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Ni Elsevier ni el CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE 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://www.elsevier.es/RAMD)

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

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

Correo electrónico:  
ramd.ccd@juntadeandalucia.es

Impreso en España

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

\*Centro Andaluz de Medicina del Deporte



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

# Equipos Pruebas de Esfuerzo, Isocinéticos y Ondas de choque

## Pruebas de Esfuerzo **Ultima Cardio2**



Medical Graphics le ofrece el equipo más versátil y completo para Pruebas de Esfuerzo, Ultima Cardio2.

Este equipo combina la tecnología de gases de Medical Graphics con el ECG de 12 derivaciones más avanzado del mercado, Mortara Instruments.  
Más información: [www.sanro.com](http://www.sanro.com) / 91 352 92 44

## Isocinético HUMAC NORM



En un sólo Equipo, el HUMAC NORM ofrece 22 tipos de evaluaciones-entrenamientos con cuatro modos de trabajo diferentes: Isocinético, isotónico, isométrico y pasivo. El equipo dispone de una amplia variedad de informes: isométrico, narrativo (Isométrico e isocinético), comparativo (curvas superpuestas), propiocepción, coordinación, tiempo de respuesta, repetitividad.  
Más información: [www.sanro.com](http://www.sanro.com) / 91 352 92 44

## Ondas de Choque BTL



Los equipos de Ondas de choque radiales BTL, le ofrecen en un equipo portátil y fácil de usar una alta tecnología.  
BTL 5000 SWT Power, 5 bares y 22 Hz de frecuencia.  
BTL 6000 SWT, 4 bares y 15 Hz de frecuencia.  
Más información: [www.sanro.com](http://www.sanro.com) / 91 352 92 44

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 7 Número 2

Junio 2014 (Págs 47-93)

Sumario

## Editorial

47 Sobre el futuro...

*Marzo Edir da Silva Grigoletto y Juan de Dios Beas Jiménez*

## Originales

48 Comparación de las velocidades alcanzadas entre dos tests de campo de similares características: VAM-EVAL y UMTT

*G. C. García, J. D. Secchi y C. R. Arcuri*

55 Effects of a sensory strategy in an isometric muscular endurance task

*M. Bigliassi, A. Stortti Peruzollo, T. Ferreira Dias Kanthack, V. Barreto da Silva, P. Pezarat-Correia y L. R. Atimari*

60 Dermatoglyphics: Correlation between software and traditional method in kineanthropometric application

*R. J. Nodari-Júnior, A. Heberle, R. Ferreira-Emygdio y M. Irany Knackfuss*

66 Caracterização da condição física e fatores de risco cardiovascular de policiais militares rodoviários

*J. V. D.C. Esteves, M. L. Andrade, L. Gealh, L. V. Andreato y S. M. Franzói de Moraes*

72 Atividade eletromiográfica dos músculos extensores do tronco durante exercícios de estabilização do método Pilates

*G. A. Paz, V. P. Lima, H. Miranda, C. G. de Oliveira y E. H. M. Dantas*

78 Estudo eletromiográfico do exercício supino executado em diferentes ângulos

*G. Pinto da Silva, Y. Almeida Costa Campos, M. Pereira Guimarães, A. Calil e Silva e S. Fernandes da Silva*

## Revisión

83 Efeitos do treinamento intervalado em variáveis fisiológicas e na performance de ciclistas competitivos

*V. P. Costa, R. D. de Lucas, K. M. Souza y L. G. A. Guglielmo*

## Caso clínico

90 Preexcitación ventricular: dificultad en el tratamiento de un caso de Wolff-Parkinson-White en un deportista

*A. Cis-Spoturno, L. Valenzuela-Candelario, M. López-Zea y J. de D. Beas-Jiménez*

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 7 Number 2

June 2014 (Pages 47-93)

Contents

## Editorial

- 47 About the future  
*Marzo Edir da Silva Grigoletto and Juan de Dios Beas Jiménez*

## Original Articles

- 48 Comparison of the reached speeds between two test of field of similar characteristic: VAM-EVAL and UMTT  
*G. C. García, J. D. Secchi and C. R. Arcuri*
- 55 Effects of a sensory strategy in an isometric muscular endurance task  
*M. Bigliassi, A. Storti Peruzollo, T. Ferreira Dias Kanthack, V. Barreto da Silva, P. Pezarat-Correia and L. R. Atimari*
- 60 Dermatoglyphics: Correlation between software and traditional method in kineanthropometric application  
*R. J. Nodari-Júnior, A. Heberle, R. Ferreira-Emygdio and M. Irany Knackfuss*
- 66 Characterization of the physical condition and cardiovascular risk of highway police officers  
*J. V. D.C. Esteves, M. L. Andrade, L. Gealh, L. V. Andreato and S. M. Franzói de Moraes*
- 72 Electromyographic activities of trunk muscles during stability exercises from Pilates method  
*G. A. Paz, V. P. Lima, H. Miranda, C. G. de Oliveira and E. H. M. Dantas*
- 78 Electromyographic study of bench press exercise at different angles of execution  
*G. Pinto da Silva, Y. Almeida Costa Campos, M. Pereira Guimarães, A. Calil e Silva and S. Fernandes da Silva*

## Review Article

- 82 Effects of interval training on physiological variables and performance in competitive cyclists  
*V. P. Costa, R. D. de Lucas, K. M. Souza and L. G. A. Guglielmo*

## Clinical case

- 90 Ventricular preexcitation: difficulty in treatment of a case of Wolff-Parkinson-White in an athlete  
*A. Cis-Spoturno, L. Valenzuela-Candelario, M. López-Zea y J. de D. Beas-Jiménez*



# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Rev Andal Med Deporte. 2014;7(2):47

www.elsevier.es/ramd



## Editorial

### Sobre el futuro...

En el año 2014 hemos abordado desde la Revista Andaluza de Medicina del Deporte (RAMD), los desafíos definitivos que esperamos posicionen a la RAMD en el lugar que se merece como una de las revistas de referencia en medicina y ciencias del deporte. Por este motivo, los miembros del Comité Editorial, queremos compartir con todos nuestros lectores y colaboradores, los logros obtenidos y los retos que nos planteamos para lo que queda de este año y el próximo 2015.

Durante los tres últimos años, el número de artículos sometidos a revisión para su publicación en la RAMD ha estado alrededor de la centena (fig. 1), esto ha posibilitado, a los revisores y al Comité Editorial, la selección más rigurosa de los artículos publicados con el objetivo de incluir en nuestra revista sólo aquellos artículos que, por su calidad e interés, lo merecían. Esta rigurosa selección se ha visto reflejada en que el número de descargas, desde la Web de Elsevier, de artículos de la RAMD durante el año 2013 ha ascendido a un total de 22.366 o que el número de citaciones en la base de datos de SCOPUS se haya doblado en el último periodo analizado (23 citas en 2012 frente a 12 en 2011) o que según SciELO, el número de citas recibidas por la RAMD en 2013 ha ascendido a 30.

Otro dato de interés para toda la familia de la RAMD es su inclusión en nuevas bases de datos, de esta manera, nuestra revista está incluida en las siguientes bases de datos nacionales: COMPLUDOC, DIALNET, IME (Revistas de Biomedicina), e-Revistas, IBECS, C17, REBIUN, Red IDEA, Red de bibliotecas Públicas de Andalucía, CIRC, DICE, RESH y DULCINEA, y en las siguientes bases de datos internacionales: Redalyc, SciELO, Science Direct, SCOPUS, ULRICH'S Web, Web of Science (WOS), SPORTDiscus, SPORTDocs y Google Académico.

Fruto de la perseverancia del Comité Editorial de la RAMD por cumplir con los diferentes criterios de calidad de las publicaciones científicas, es la buena valoración de la RAMD en diferentes indicadores de calidad editorial. En este sentido, el indicador de calidad editorial SCImago

Journal Rank (SJR), en el que la RAMD es analizada como revista del área de medicina en las categorías de Ortopedia y Medicina del deporte (cuarto cuartil) y Fisiología Médica (tercer cuartil), la RAMD obtuvo una valoración de 0,16 en 2012, situándola como la segunda revista española en este índice, por delante de revistas tan prestigiosas y de gran solera, como Archivos de Medicina del Deporte o Apunts Medicina de l'Sport, de manera que los artículos publicados en la RAMD reciben un total de 0,33 citas por artículo publicado en el último periodo estudiado y cuenta con índice H de 3 (3 artículos de la RAMD han recibido al menos 3 citas).

Pese a todos estos positivos resultados en la RAMD no nos detenemos en nuestro empeño de conseguir que nuestra revista sea el referente iberoamericano de las revistas científicas de medicina y ciencias del deporte. Para ese fin a partir del número 3 del volumen 7, los artículos aceptados para su publicación en la RAMD serán publicados mediante el sistema de publicación global o *in press*, que permite una mayor rapidez en la visibilidad de los trabajos publicados en la revista, al contar estos con un DOI (*Digital Object Identifier*), a los pocos días de ser aceptado, permitiendo así la citación por otros autores. Además, los tres primeros números del volumen 7 serán sometidos a evaluación para la inclusión de la RAMD en Pub Med, paso previo a que tras la evaluación por Thomson Reuters, la RAMD consiga su indexación en Journal Citation Reports.

Otro de los retos que nos proponemos es el de ampliar la difusión digital de nuestra revista, con el objetivo de que sea recibida por todos los interesados en sus contenidos, en Iberoamérica y en Europa.

La RAMD quiere reconocer a todos los autores que han enviado sus trabajos a nuestra revista para su publicación. Nuestro esfuerzo siempre ha ido encaminado a conseguir la máxima calidad del trabajo publicado y la mayor rapidez en la visibilidad del mismo. En este sentido tenemos que agradecer la comprensión y la colaboración que prestan a la RAMD, al confiarnos la publicación de sus manuscritos, y esperamos que en un futuro sigamos contando con esta confianza, sin la cual la revista no tendría porvenir alguno, confianza que esperamos recompensar con un mayor impacto de sus publicaciones.

Todos los éxitos conseguidos por la RAMD no serían realidad y no podríamos afrontar los nuevos retos que nos proponemos sin el inestimable trabajo de los revisores que colaboran con la RAMD, de una forma desinteresada y anónima, desde estas líneas queremos agradecerles su colaboración en la mejora y selección de los numerosos trabajos recibidos en nuestra revista.

Pero nuestro fin último y nuestra razón de ser son los lectores de la RAMD, en este sentido les animamos a colaborar en la mejora constante de la misma y agradeceremos que nos hagan llegar todas aquellas sugerencias que estimen oportunas para conseguir una RAMD de calidad y valorada por todos.

Marzo Edir da Silva Grigoletto (Editor)  
Juan de Dios Beas Jiménez (Coeditor)

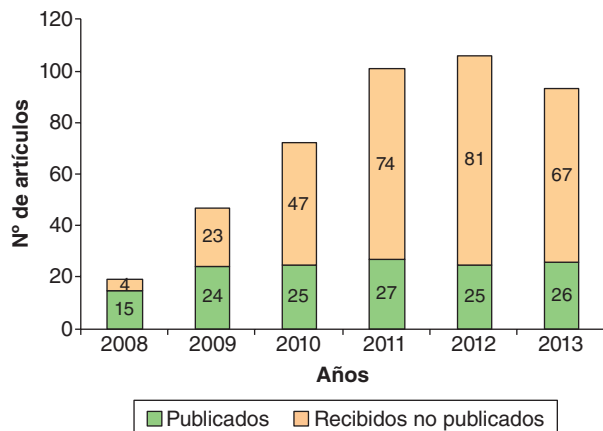


Fig. 1. Evolución del número de artículos recibidos y publicados por año.



Original

## Comparación de las velocidades alcanzadas entre dos test de campo de similares características: VAM-EVAL y UMTT

G. C. García<sup>a, b, \*</sup>, J. D. Secchi<sup>c, d</sup> y C. R. Arcuri<sup>e, f</sup><sup>a</sup>Instituto Superior de Formación Docente Mercedes Tomasa de San Martín de Balcarce. San Rafael, Mendoza. Argentina.<sup>b</sup>San Jorge Rugby Club. San Rafael, Mendoza. Argentina.<sup>c</sup>Educación Física. Universidad Adventista del Plata. Libertador San Martín. Entre Ríos. Argentina.<sup>d</sup>Departamento de Deportes. Municipalidad de Libertador San Martín. Entre Ríos. Argentina.<sup>e</sup>Facultad Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca. Argentina.<sup>f</sup>Asociación Alumni. Buenos Aires. Argentina.**Historia del artículo:**

Recibido el 27 de septiembre de 2013

Aceptado el 22 de abril de 2014

**Palabras clave:**

Consumo máximo de oxígeno.

Velocidad aeróbica máxima.

Test UMTT.

Test VAM-EVAL.

Test de Campo.

Entrenamiento aeróbico.

**Key words:**

Maximal oxygen consumption.

Velocity at maximal oxygen uptake.

UMTT.

Test VAM-EVAL.

Field testing.

Aerobic training.

**Correspondencia:**

G.C. García.

Comandante Torres n° 986.

San Rafael, Mendoza.

Argentina 5600

Correo electrónico: garciagaston@yahoo.com.ar

**RESUMEN**

**Objetivo.** El principal objetivo de nuestro estudio fue establecer comparaciones en la velocidad final alcanzada (VFA) en dos test incrementales continuos y máximos; Test de Pista de la Universidad de Montreal (UMTT) y el Test VAM-EVAL. Como objetivo secundario fue comparar el consumo máximo de oxígeno predicho, las distancias recorridas y la duración entre los test.

**Método.** Cuarenta y cinco sujetos (26 hombres), estudiantes de educación física participaron voluntariamente. Fueron evaluados en 3 sesiones, en la primera sesión se realizó la evaluación antropométrica en laboratorio. En las dos siguientes sesiones se evaluaron aleatoriamente los test de campo UMTT y VAM-EVAL. Las diferencias entre las velocidades fueron analizadas aplicando la prueba t de Student para muestras relacionadas. El método Bland y Altman fue utilizado para observar el grado de acuerdo y la presencia de heterocedasticidad entre ambos tests.

**Resultados.** La diferencia promedio en la VFA entre el VAM-EVAL y UMTT fue de 0,46 km·h<sup>-1</sup>. No se encontraron diferencias significativas en la VFA ni en ninguna de las variables analizadas en ambos test: hombres 13,9 ± 1,3 frente a 13,4 ± 1,4 km·h<sup>-1</sup> y mujeres 11,7 ± 1,0 frente a 11,3 ± 1,0 km·h<sup>-1</sup> (p > 0,05). Las diferencias individuales en la VFA entre ambos test se encontraron dentro de los límites de acuerdo del 95% (-0,63 - 1,54 km·h<sup>-1</sup>).

**Conclusión.** En estudiantes de educación física no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las VFA entre el UMTT y VAM-EVAL. De igual manera, no se encontraron diferencias en las distancias alcanzadas, la duración de los test y en el VO<sub>2máx</sub> estimado.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

**ABSTRACT**

### Comparison of the reached speeds between two test of field of similar characteristic: VAM-EVAL and UMTT

**Objective.** The main objective of our study was to establish comparisons in the final speeds reached in two incremental and maximal tests; Universite de Montreal Track Test (UMTT) and VAM-EVAL Test. A secondary objective was to compare maximal oxygen consumption (VO<sub>2máx</sub>) predictions, running distances and the duration among both test.

**Method.** Forty five physical education students (26 men and 19 women) participated voluntarily. They were evaluated in 3 sessions; first session, they were evaluated in anthropometry at the laboratory. In the two following evaluation sessions they were carried out aleatorily the field test UMTT and VAM-EVAL. The differences between maximal speeds and other quantitative characteristics for both tests were analyzed applying a Student t test for paired groups and between both tests were analyzed by the Pearson's coefficient of correlation.

**Results.** The difference average in the VFA between the VAM-EVAL and UMTT was of 0,46 km·h<sup>-1</sup>. They were not significant differences in the VFA neither in none of the variables analyzed in both test: men 13,9 ± 1,3 versus 13,4 ± 1,4 km·h<sup>-1</sup> and women 11,7 ± 1,0 versus 11,3 ± 1,0 km·h<sup>-1</sup> (p > 0,05). The individual differences in the VFA between both test was inside the limits of agreement of 95% (-0,63 - 1,54 km·h<sup>-1</sup>).

**Conclusion.** In students of physical education they were not differences statistically significant in the final speeds reached between the UMTT and VAM-EVAL. In a same way, they were not differences in the reached distances, the duration of the test and in the predictive VO<sub>2máx</sub>.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.



## INTRODUCCIÓN

Desde los primeros aportes de Archibald Vivian Hill hasta la actualidad, el sistema cardiorrespiratorio ha sido uno de los componentes de la aptitud física más estudiado por los profesionales de las ciencias del ejercicio<sup>1-5</sup>. Esto se debe a su relación con la salud, el rendimiento deportivo y la condición física, independientemente de la edad y el sexo<sup>2-5</sup>. Hill et al., establecieron en 1924 el concepto de consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) y los criterios a tener cuenta para determinarlo<sup>1</sup>. Se entiende por  $VO_{2m\acute{a}x}$  la máxima cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir, por unidad de tiempo<sup>6</sup>. El  $VO_{2m\acute{a}x}$  alcanzado en un test incremental progresivo y máximo es considerado el *gold standard* para medir el rendimiento del sistema cardiorrespiratorio<sup>7</sup>. En la actualidad el  $VO_{2m\acute{a}x}$  puede ser medido de forma directa tanto en campo como en laboratorio debido a que existen analizadores portátiles. Varios autores han demostrado que los valores obtenidos en laboratorio no varían significativamente con los de campo<sup>8</sup>. Sin embargo, la variable más utilizada para dosificar cargas de entrenamiento aeróbico es la velocidad aeróbica máxima (VAM). Esto se debe a varias razones; a) el valor de  $VO_{2m\acute{a}x}$  expresado en valores relativos y/o absolutos no permite que el preparador físico dosifique cargas de trabajo para sus deportistas, b) dos sujetos pueden tener iguales  $VO_{2m\acute{a}x}$  y diferentes VAM<sup>9-11</sup>, c) la VAM correlaciona mejor con el rendimiento deportivo, con respecto al  $VO_{2m\acute{a}x}$ <sup>11</sup>.

Lacour et al. definen a la VAM como la velocidad mínima a la cual se alcanza el  $VO_{2m\acute{a}x}$ <sup>11</sup>. Esta variable ha sido estudiada ampliamente desde diferentes enfoques<sup>12-21</sup>. Evaluar la VAM de forma directa genera un coste muy elevado y no accesible para la mayoría de los centros deportivos. Por esto los entrenadores utilizan un test indirecto de campo para estimar la VAM<sup>17</sup>. Existe una gran variedad de test de campo, que han sido confeccionados con tal fin. En orden cronológico, ejemplo de ellos son: Test de Pista de la Universidad de Montreal (UMTT)<sup>22</sup>, Test UMTT-Brue<sup>23</sup>, Test de Bordeaux II<sup>16</sup>, el Test VAM-EVAL<sup>24</sup>, el Test de 5 minutos<sup>25</sup> y el UNCA test<sup>26</sup> (Test de la Universidad Nacional de Catamarca). Los autores de dichos test, compararon la VAM de cinta con la velocidad final alcanzada (VFA) de campo. Por este motivo cabe aclarar que los autores no midieron la VAM de campo, a la hora de validar los test. A raíz de esto diferenciaremos ambos conceptos. Hablaremos de VAM solamente cuando se emplea medición directa con un analizador de gases, y VFA cuando se utiliza la velocidad de la última etapa completa sin analizador de gases<sup>18</sup>.

A la hora de elegir un test predictor de la VAM, no solo se debe examinar cuáles fueron construidos con tal fin, sino también cuáles de estos corroboraron la VAM en campo, subsiguientemente a su validación. En la bibliografía solamente hemos podido hallar dos test de campo que cumplen con estos requisitos; test UMTT y test VAM-EVAL<sup>19, 27</sup>. Ambos test están ampliamente aceptados por entrenadores e investigadores<sup>13-14, 17-21</sup>. Además comparten características similares; emiten señal sonora para marcar el ritmo de carrera, la velocidad se incrementa cada cierto tiempo, no contienen pausas y alcanzan la fatiga. El UMTT es recomendado como uno de los mejores test predictivo del  $VO_{2m\acute{a}x}$  en campo, debido a su bajo error estándar de estimación (EEE: 2,8 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) y su alta correlación con el  $VO_{2m\acute{a}x}$  medido; Berthoin et al. ( $r = 0,92$ )<sup>10</sup>, Ahmaidi et al. ( $r = 0,83$ )<sup>13</sup>, Leger y Bouchard ( $r = 0,96$ )<sup>22</sup>. El protocolo del VAM-EVAL es una versión adaptada a partir del UMTT y el test Course Navette con etapas de 1 minuto<sup>24</sup>.

Aunque ambos son ampliamente aceptados por entrenadores e investigadores no es común encontrar comparaciones entre los mismos.

Esto es de vital importancia, debido a que el protocolo afecta el resultado obtenido de la VFA en el test<sup>28</sup>. Por este motivo, el presente trabajo tuvo como objetivo comparar la VFA entre el UMTT y el VAM-EVAL. Como objetivo secundario se planteó comparar el  $VO_{2m\acute{a}x}$  estimado, las distancias recorridas y la duración de los test.

## MÉTODO

### Sujetos

La muestra estuvo conformada por 45 estudiantes de la carrera de Educación Física mayores de 18 años de edad (26 hombres y 19 mujeres), que cursaban de 2º a 4º año. Fueron citados todos los estudiantes y se establecieron los siguientes criterios de exclusión: ser menor a 18 años, tener algún tipo de lesión neuromuscular y/o enfermedad cardiorrespiratoria, no tener experiencia en la ejecución de los dos test propuestos y realizar menos de tres veces semanales 2 horas de actividad física. Antes de firmar el consentimiento informado, los sujetos fueron advertidos de forma verbal y por escrito acerca de los procedimientos, los beneficios y los riesgos de participar en este estudio.

### Diseño de estudio

Todas las evaluaciones fueron tomadas en horario de la mañana entre las 09.00 y 11.00 h con dos horas de ayuno. En todas las evaluaciones, los sujetos utilizaron la misma vestimenta, incluyendo el calzado. Las evaluaciones de campo, fueron llevadas a cabo en una pista de 200 metros. La temperatura media fue de  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de  $55 \pm 5\%$ . Los sujetos no realizaron ejercicio físico intenso 48 horas previas a las evaluaciones. Estos fueron evaluados en 3 ocasiones, durante una semana. En la 1ª sesión se realizaron mediciones antropométricas. En la 2ª y 3ª sesión fueron medidos los test de campo de forma aleatoria. Las evaluaciones siempre fueron realizadas en 4 subgrupos (2 grupos para el UMTT y 2 grupos para el VAM-EVAL). Entre la 1ª y 2ª evaluación hubo un intervalo de 24 horas y entre la 2ª y 3ª evaluación de 96 horas. Siempre antes de iniciar los test, los sujetos realizaron el mismo calentamiento de 10 minutos que consistió en; movilidad articular, flexibilidad dinámica, carreras de baja intensidad e hidratación.

### Evaluaciones

#### Antropometría

Se midió peso corporal y talla de pie. Las mediciones fueron llevadas a cabo, según las normas de la ISAK (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría)<sup>29</sup>. Se calculó el índice de masa corporal (IMC) dividiendo el peso corporal (kg) del sujeto por su estatura expresada en metros y elevada al cuadrado.

#### Test UMTT

El recorrido del test se realizó en una pista de 200 metros. La velocidad inicial fue de 8 km·h<sup>-1</sup>, y se incrementó a razón de 1 km·h<sup>-1</sup> cada 2 minutos. La velocidad fue impuesta por una señal sonora. Cada 20 metros había ubicados conos, para que el sujeto regulara la carrera con la señal audible. El test finalizó cuando el sujeto se detuvo porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llegó a pisar la zona delimitada al sonido del "beep". Los sujetos fueron alentados verbalmente para realizar el máximo esfuerzo. La velocidad registrada fue aquella alcanza-

da en la última etapa completa. No se consideraron las etapas incompletas. Para el cálculo del  $VO_{2m\acute{a}x}$  estimado se utilizó la fórmula propuesta por Leger y Mercier<sup>30</sup>.

$$VO_{2m\acute{a}x} = 3,5 \cdot V.$$

V: velocidad final alcanzada de la última etapa completa, en  $km \cdot h^{-1}$ .

#### Test VAM-EVAL

El recorrido del test, se realizó en una pista de 200 metros. La velocidad fue impuesta por una señal sonora. La velocidad inicial fue de  $8,5 km \cdot h^{-1}$ , y se incrementó a razón de  $0,5 km \cdot h^{-1}$  cada 1 minuto. Cada 20 metros había ubicados conos, para que el sujeto regulara la carrera con la señal audible. El test finalizó cuando el sujeto se detuvo porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llegó a pisar la zona delimitada al sonido del "beep". La velocidad registrada, fue aquella alcanzada en la última etapa completa. No se consideraron las etapas incompletas. Para el cálculo del  $VO_{2m\acute{a}x}$  estimado se utilizó la fórmula propuesta por Leger y Mercier<sup>24,30</sup>.

$$VO_{2m\acute{a}x} = 3,5 \cdot V.$$

V: velocidad final alcanzada de la última etapa completa, en  $km \cdot h^{-1}$ .

Para el cálculo del  $VO_{2m\acute{a}x}$  absoluto, se utilizó la siguiente fórmula en ambos tests:

$$= (VO_{2m\acute{a}x} \text{ relativo} / 1000) \cdot PC$$

$VO_{2m\acute{a}x}$  relativo: en  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ .

PC: peso corporal, en kg.

#### Análisis estadístico

Los datos fueron analizados usando el paquete estadístico (SPSS) 18.0. Previo al análisis de varianza, covarianza y correlación se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y el test de Levene para corroborar la presencia de normalidad y homocedasticidad en la muestra de estudio. Luego se aplicó estadística descriptiva para el cálculo de frecuencias, media, desviación estándar, valor máximo y mínimo. Para determinar las diferencias estadísticamente significativas en las velocidades alcanzadas y otras características cuantitativas entre el test UMTT y el VAM-EVAL se utilizó la prueba T para muestras relacionadas. También se realizó análisis de covarianza (ANCOVA) para observar si la edad y el IMC influyen en los resultados. Para categorizar los grupos, se utilizó la mediana para la edad (22,0 años), y para el IMC la clasificación de peso normal ( $\leq 24,9$ ) y sobrepeso ( $\geq 25,0$ ). La relación entre las velocidades alcanzadas en ambos test fueron calculadas usando el coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de determinación. En todos los casos se aceptó un nivel alfa  $p < 0,05$ . Por último, la consistencia en la VFA entre ambos tests fue verificada mediante la prueba estadística de Bland y Altman<sup>31</sup> y los límites de acuerdo al 95%. Este es un método gráfico que permite observar el grado de acuerdo entre dos instrumentos de medición y la presencia o ausencia de heterocedasticidad<sup>31</sup>.

#### RESULTADOS

Las características generales de la muestra empleada se pueden observar en la tabla 1. Solamente se encontraron diferencias significativas en la talla y el peso corporal, entre los sexos.

En la tabla 2 se aprecian las variables obtenidas entre el UMTT y VAM-EVAL separados por grupos. En el grupo de los hombres, el rango

**Tabla 1**  
Características de los sujetos

	Edad (años)	Talla (m)	Peso (kg)	IMC ( $kg/m^2$ )
Todos (n = 45)	24,2 ± 5,9	1,69 ± 0,1	70,2 ± 9,9	24,3 ± 2,7
Hombres (n = 26)	25,1 ± 7,0	1,75 ± 0,1	75,7 ± 9,5	24,6 ± 2,4
Mujeres (n = 19)	22,9 ± 3,7	1,60 ± 0,1*	64,1 ± 6,2*	23,9 ± 3,0

IMC: índice de masa corporal.

\*  $p < 0,05$  diferencia significativa con respecto al grupo de los hombres.

**Tabla 2**  
Descripción de las variables medidas en los test de campo

Test de campo	Todos (n = 45)	Hombres (n = 26)	Mujeres (n = 19)
Velocidad final alcanzada ( $km \cdot h^{-1}$ )			
VAM-EVAL	12,9 ± 1,6	13,9 ± 1,3	11,7 ± 1,0*
UMTT	12,5 ± 1,6	13,4 ± 1,4	11,3 ± 1,0*
Distancia alcanzada (m)			
VAM-EVAL	1834,7 ± 730,9	2233,1 ± 632,2	1289,5 ± 455,8*
UMTT	1818,2 ± 760,5	2233,8 ± 688,9	1249,5 ± 404,4*
Tiempo (min)			
VAM-EVAL	9,8 ± 3,2	11,6 ± 2,7	7,5 ± 2,3*
UMTT	10,1 ± 3,2	11,9 ± 2,7	7,5 ± 2,0*
$VO_{2m\acute{a}x}$ absoluto ( $l \cdot min^{-1}$ )			
VAM-EVAL	3,21 ± 0,67	3,41 ± 0,71	2,91 ± 0,49*
UMTT	3,10 ± 0,65	3,29 ± 0,69	2,83 ± 0,49*
$VO_{2m\acute{a}x}$ relativo ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )			
VAM-EVAL	45,5 ± 5,8	48,7 ± 4,7	41,1 ± 4,0*
UMTT	43,9 ± 5,7	47,1 ± 4,7	39,4 ± 3,5*

\*  $p < 0,05$  diferencia significativa con el grupo de los hombres.

de velocidades alcanzadas en los test fue: entre 12,0 y  $17,0 km \cdot h^{-1}$  para el UMTT y entre 12,0 y  $17,0 km \cdot h^{-1}$  para el VAM-EVAL. En el grupo de las mujeres, el rango de velocidades alcanzadas en los tests fue: entre 10,0 y  $13,0 km \cdot h^{-1}$  para el UMTT y entre 9,5 y  $14,0 km \cdot h^{-1}$  para el VAM-EVAL. Los valores predictivos del  $VO_{2m\acute{a}x}$  a través del UMTT, fueron de un rango de 42,0 y  $59,5 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  para el grupo de los hombres, y un rango 35,0 a  $45,5 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  para el grupo de las mujeres. Para los valores predictivos del  $VO_{2m\acute{a}x}$  a través del VAM-EVAL, se observó un rango de 42,0 y  $59,5 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  para el grupo de los hombres, y un rango 33,3 a  $49,0 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  para el grupo de las mujeres.

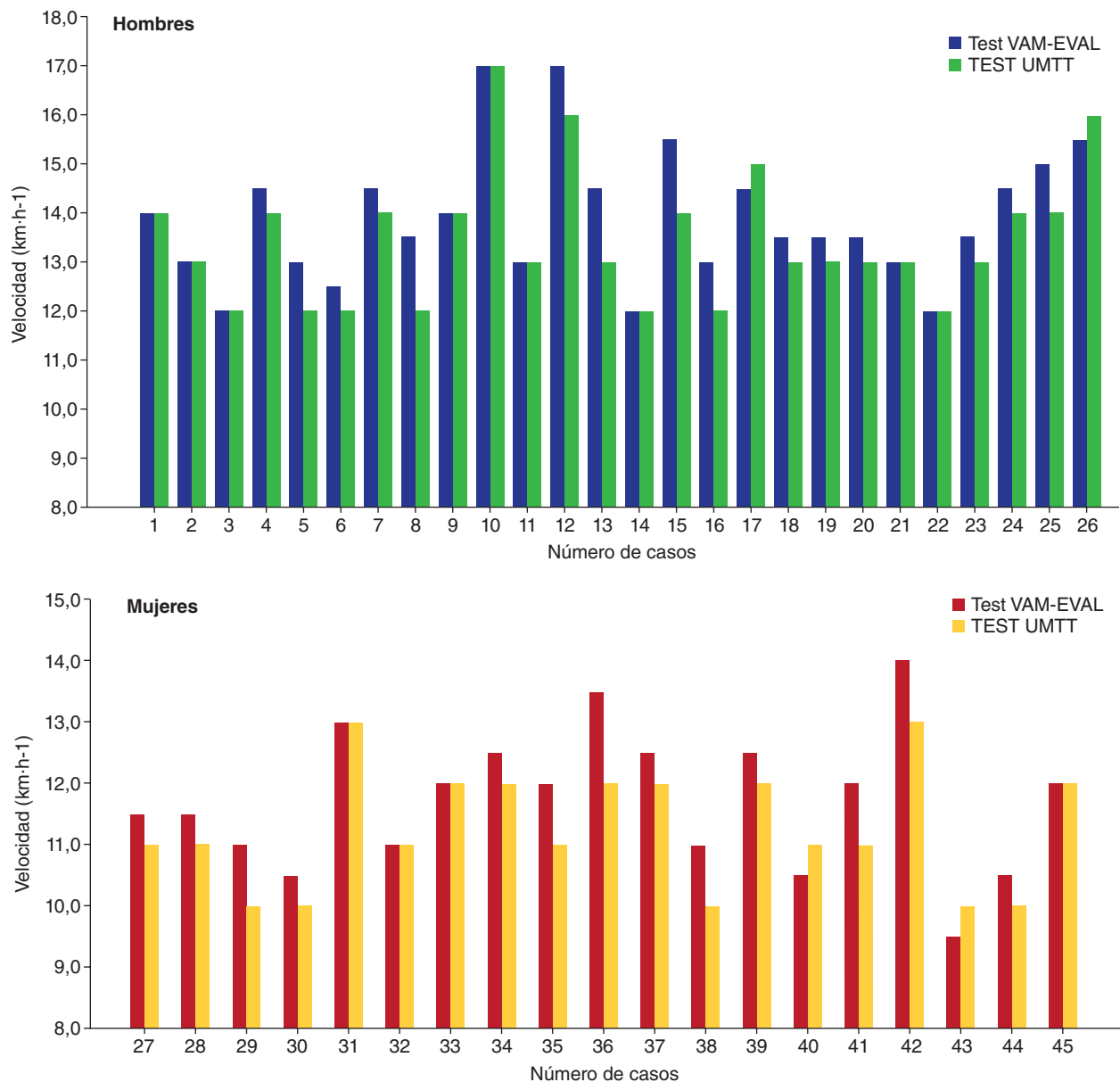
En ambos grupos no se observaron diferencias estadísticas en la velocidad final alcanzada, la distancia recorrida, la duración del test y en el  $VO_{2m\acute{a}x}$  predictivo entre el UMTT y el VAM-EVAL.

El análisis de covarianza (ANCOVA) tampoco indicó diferencias estadísticamente significativas en la VFA entre ambos test cuando este fue ajustado por el IMC, para todos los casos ( $p = 0,970$ ) y para el grupo de los hombres ( $p = 0,451$ ). Sin embargo en el grupo de las mujeres se observó una diferencia significativa entre ambos tests ajustado por el IMC ( $p = 0,025$ ). Utilizando el mismo modelo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando el análisis fue ajustado por la edad; para todos los casos ( $p = 0,849$ ), hombres ( $p = 0,606$ ) y mujeres ( $p = 0,236$ ).

Las correlaciones obtenidas entre las VFA de los test fueron: para todo el grupo  $r = 0,94$  ( $r^2 = 0,88$ ), para el grupo de los hombres  $r = 0,91$  ( $r^2 = 0,82$ ) y para el grupo de las mujeres  $r = 0,88$  ( $r^2 = 0,77$ ).

Las correlaciones parciales obtenidas entre las VFA ajustadas por el IMC fueron: para todos  $r = 0,94$ , para los hombres  $r = 0,91$  y para las mujeres  $r = 0,89$ .

Las correlaciones parciales obtenidas entre las VFA ajustadas por la edad fueron: para todos  $r = 0,94$ , para los hombres  $r = 0,90$  y para las mujeres  $r = 0,88$ .



**Fig. 1.** Velocidades finales alcanzadas de los test de campo; UMTT y VAM-EVAL. El grupo de los hombres está representado por el número de casos del 1 al 26 (superior). El grupo de mujeres está representado por el número de casos del 27 al 45 (inferior).

Las correlaciones parciales obtenidas entre las VFA ajustadas por la edad y el IMC fueron: para todos  $r = 0,94$ , para los hombres  $r = 0,90$  y para las mujeres  $r = 0,90$ .

Las variables; VFA, distancia, duración del test y  $VO_{2m\acute{a}x}$  estimado, resultaron ser estadísticamente diferentes, cuando fueron comparadas entre los sexos ( $p < 0,05$ ).

En la figura 1, se pueden observar los valores individuales en cada test. En el grupo masculino el 58% de los hombres alcanzaron mayores VFA en el VAM-EVAL, el 35% alcanzaron las mismas velocidades en ambos tests y solamente el 8% alcanzaron mayores VFA en el UMTT. En el grupo femenino el 68% de las mujeres alcanzaron mayores VFA en el VAM-EVAL, el 21% alcanzaron las mismas velocidades en ambos test y solamente el 10% alcanzaron mayores VFA en el UMTT.

En la figura 2, podemos observar un gráfico de dispersión realizado con el modelo Bland y Altman<sup>31</sup>. En él se puede apreciar que la diferencia promedio en la VFA entre el test VAM-EVAL y UMTT fue de 0,46 km/h.

Además, en todos los casos las diferencias individuales en la VFA entre ambos test se encontraron dentro de límite de acuerdo del 95% (entre  $-0,63$  a  $1,54$  km/h). Por otro lado, no se observaron indicios de heterocedasticidad ya que la dispersión de las diferencias de las velocidades entre los tests no estuvo relacionada con magnitud de la velocidad promedio de ambos test.

## DISCUSIÓN

El objetivo principal del presente estudio fue realizar comparaciones en dos test que estiman la VAM, de características similares (incremental, continuo y máximo hasta la fatiga) y ampliamente utilizados por los entrenadores. Los resultados mostraron que no se encontraron diferencias significativas en la VFA promedio entre el VAM-EVAL y UMTT en ambos sexos. Cuando se realizó análisis ANCOVA tampoco se detectaron dife-

rencias en la VFA promedio cuando las comparaciones entre ambos test fueron ajustadas por la edad de los participantes. No obstante cuando este mismo análisis se realizó ajustándolo por el IMC solamente en el grupo de las mujeres se observaron diferencias entre las VFA. De todas maneras hay que destacar que solamente 4 mujeres integraban el grupo de sobrepeso, mientras que el resto de las mujeres integraba el grupo de peso normal. El  $VO_{2\text{máx}}$  predictivo no se vio afectado debido a que las velocidades no fueron diferentes y que ambos tests comparten la misma fórmula propuesta por Leger y Mercier<sup>24,30</sup>.

En comparación con otros estudios, se puede observar que las velocidades alcanzadas son bajas al igual que los valores predictivos del  $VO_{2\text{máx}}$  (tabla 3). Esto puede deberse a diversos factores; la muestra empleada, la edad, el sexo y los niveles de aptitud física cardiorrespiratoria entre otros factores<sup>18</sup>.

De acuerdo a la revisión de antecedentes realizados, solamente hemos podido encontrar dos trabajos de investigación en donde comparan las velocidades entre ambos test; uno en cinta<sup>32</sup> y otro en campo<sup>17</sup>.

García et al.<sup>17</sup> midieron en campo con el VAM-EVAL y UMTT. Ellos no encontraron diferencias entre las VFA, al igual que en el presente estudio. Esta similitud en los resultados puede deberse a que ambos trabajos de investigación utilizaron estudiantes de educación física.

El segundo trabajo de investigación es muy importante ya que es el único que comparó VAM entre ambos tests y no la VFA<sup>32</sup>. Billat et al. realizaron mediciones sobre la cinta y no encontraron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo las velocidades de las cintas no son intercambiables con las de campo. Esto se puede observar en este mismo trabajo. Un subgrupo fue medido solamente con el UMTT en campo sin analizador de gases<sup>32</sup>. Los autores encontraron que la VAM de la cinta del UMTT era significativamente diferente a la VFA de campo del

UMTT, siendo en campo menor en un 4,7%. Sin embargo ambos protocolos difirieron en la velocidad inicial, siendo en cinta a 15,0 km·h<sup>-1</sup>, mientras que en campo se inició a 8,0 km·h<sup>-1</sup>. Por último los autores concluyeron que el protocolo del VAM-EVAL era más eficiente para localizar la VAM en la cinta, por las características del protocolo; aumentos progresivos menores en la velocidad en comparación con el UMTT<sup>32</sup>.

Por otro lado, uno de los aspectos importantes a tener en cuenta cuando comparamos dos instrumentos de medición es el grado de acuerdo entre ambos. Como lo muestra la figura 2, ambos test son consistentes en la VFA a pesar de que en promedio los sujetos alcanzaron aproximadamente velocidades de 0,5 km/h superiores en el VAM-EVAL. El otro aspecto a tener en cuenta es la presencia o ausencia de heterocedasticidad. Los datos del presente estudio confirman la ausencia de heterocedasticidad, esto significa que las diferencias en VFA entre el VAM-EVAL y UMTT no aumentaron o disminuyeron a medida que la velocidad promedio se incrementaba en ambos tests (homocedasticidad). De todas maneras, no sabemos si estos resultados se replicarían evaluando a sujetos deportistas con mayores niveles de rendimiento físico. Es importante señalar que la concordancia y heterocedasticidad no pueden ser estudiadas con herramientas estadísticas que estudien las diferencias entre medias y la fuerza de relación lineal entre dos variables como la prueba t de Student o la correlación de Pearson respectivamente. Por esta razón, los estudios que intenten comparar dos métodos o instrumentos de medición deberían incluir en el análisis el método gráfico de Bland y Altman<sup>35</sup>.

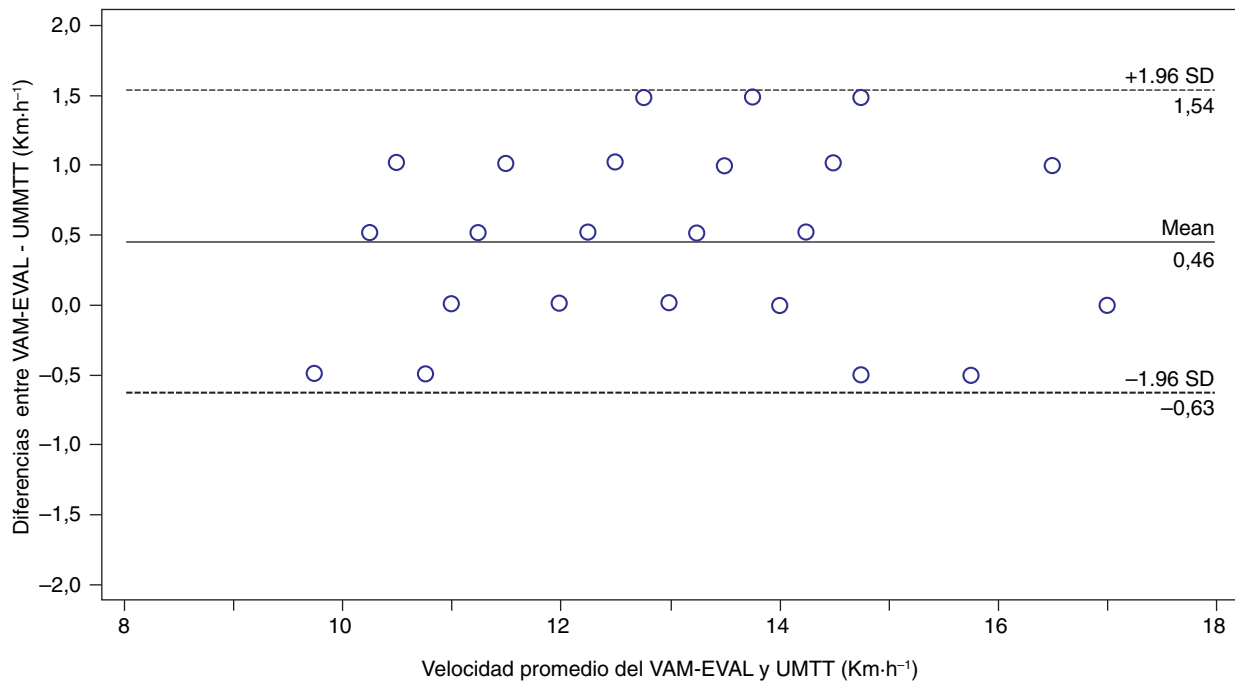
Por último, en el presente estudio no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la VFA entre ambos tests (tabla 2). Como lo muestra la figura 2, todas las diferencias individuales en la VFA entre VAM-EVAL y UMTT se encontraron dentro de una variabilidad aceptable desde el punto de vista estadístico (-0,63 a 1,54 km·h<sup>-1</sup>).

**Tabla 3**

Resumen de los trabajos de investigación donde se ha utilizado el UMTT o el VAM-EVAL para predecir o medir la VAM en campo. Se muestra el  $VO_{2\text{máx}}$  predictivo, las velocidades alcanzadas y las fórmulas para predecir el  $VO_{2\text{máx}}$

Autor año	Muestra	Sexo	Test utilizado	$VO_{2\text{máx}}$ ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	Velocidad km·h <sup>-1</sup>
Ahmaidi et al. 1992 <sup>14</sup>	n = 12	H	VAM-EVAL	53,4 ± 1,1	15,7 ± 0,3
Ahmaidi et al. 1992 <sup>13</sup>	n = 11	H	UMTT	57,1 ± 1,7	16,6 ± 2,0
Berthoin et al. 1992 <sup>12</sup>	n = 266	H-M	UMTT	45,4 ± 5,0	12,4 ± 1,8
Berthoin et al. 1994 <sup>10</sup>	n = 12	H	UMTT	59,5 ± 4,0	16,6 ± 1,2
	n = 5	M		50,2 ± 4,0	13,6 ± 1,3
Millet et al. 2003-a <sup>9</sup>	n = 8	H	VAM-EVAL	71,1 ± 3,9	19,9 ± 0,9
Millet et al. 2003-b <sup>19</sup>	n = 6	H	VAM-EVAL	71,2 ± 4,2	19,8 ± 0,9
Dupont y Berthoin 2004 <sup>28</sup>	n = 12	H	UMTT	57,8 ± 7,1	17,2 ± 1,8
Chtara et al. 2005 <sup>20</sup>	n = 10	H	VAM-EVAL	-	16,1 ± 1,1
	n = 9			-	16,1 ± 0,5
	n = 10			-	16,2 ± 1,0
	n = 10			-	16,2 ± 0,9
	n = 9			-	16,1 ± 0,8
Dellal A. 2008 <sup>33</sup>	n = 10	H	VAM-EVAL	-	17,1 ± 0,8
Charbi et al. 2008 <sup>34</sup>	n = 6	H	VAM-EVAL	-	15,3 ± 1,3
	n = 6			-	15,0 ± 1,2
	n = 6			-	15,2 ± 1,3
Thebault et al. 2011 <sup>22</sup>	n = 19	H	UMTT	58 ± 3,5	16,5 ± 0,6
García y Secchi 2013 <sup>18</sup>	n = 46	H	VAM-EVAL	49,1 ± 4,9	14,0 ± 1,4
	n = 31	M		40,7 ± 2,0	11,6 ± 1,0
García, Secchi y Cappa 2013 <sup>17</sup>	n = 24	H	VAM-EVAL	48,5 ± 4,7	13,8 ± 1,3
			UMTT	49,1 ± 4,6	13,4 ± 1,3
García, Secchi y Cappa 2013 <sup>17</sup>	n = 17	M	VAM-EVAL	41,8 ± 3,4	11,9 ± 1,0
			UMTT	42,3 ± 3,2	11,4 ± 1,0
Presente estudio	n = 26	H	VAM-EVAL	48,7 ± 4,7	13,9 ± 1,3
			UMTT	47,1 ± 4,7	13,4 ± 1,4
Presente estudio	n = 19	M	VAM-EVAL	41,1 ± 4,0	11,7 ± 1,0
			UMTT	39,4 ± 3,5	11,3 ± 1,0

H: hombres; M: mujeres;  $VO_{2\text{máx}}$ : consumo máximo de oxígeno estimado desde el test de campo.



**Fig. 2.** Gráfico de dispersión de Bland y Altman para los test de VAM-EVAL y UMTT. La línea central representa las diferencias promedio de las velocidades alcanzadas en los test VAM-EVAL y UMTT. Las líneas discontinuas de arriba y abajo representan el límite de acuerdo o concordancia del 95%. Este límite de acuerdo es igual a las diferencias promedio  $\pm$  1,96 DS de las diferencias respectivamente.

Sin embargo, en el concepto de variabilidad aceptable de la VFA entre los test es importante tener en cuenta el criterio del entrenador; sobre todo en aquellos sujetos donde la diferencia fue  $\geq 1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Para comprender mejor el concepto, en la tabla 4 exponemos las cinco posibilidades encontradas en el presente estudio tomando 5 casos reales. Si proponemos un trabajo aeróbico intermitente de 15 segundos de trabajo por 15 segundos de pausa al 120% de la VFA<sup>27</sup>, podemos observar que las distancias a entrenar varían cuando los sujetos no obtienen la misma VFA. Aquellos sujetos que obtuvieron una diferencia entre las VFA menores a  $1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  (casos 3, 4 y 26), prácticamente es indiferente qué test se utiliza para dosificar las cargas de trabajo. Sin embargo, cuando la diferencia entre las VFA es igual o superior a  $1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  (caso 8 y 12) la distancia a entrenar se modifica considerablemente. Por tal motivo si bien estadísticamente no hemos encontrado diferencias entre los test, esta discrepancia sí puede ser sensible cuando se dosifican cargas de entrenamiento.

Además, con este ejemplo se deja en claro que una forma de alterar el resultado de la VFA es a través del protocolo de medición. Ambos test comparten características similares (incremental, continuo y máximo), pero aún así tienen sus diferencias. Por ejemplo la duración de las etapas son desiguales (2 minutos versus 1 minuto), y la velocidad se incremen-

ta de forma diferente ( $1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  frente a  $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Si un mismo sujeto recorre ambos test, cada 2 minutos va a compartir la misma velocidad. Por esto, aquellos sujetos que no obtuvieron la misma velocidad en ambos test, probablemente alcanzaron antes la fatiga con respecto al otro test. Debido a que nosotros no realizamos mediciones directas con un analizador de gases, podemos hipotetizar lo siguiente; cuando los sujetos se encuentran por encima del umbral anaeróbico, toleran mejor el esfuerzo si las etapas duran 1 minuto y no dos. Además el VAM-EVAL tiene aumentos progresivos menores con respecto al protocolo del UMTT, y todo esto explica de alguna forma, por qué la tendencia se inclina sobre dicho test<sup>32</sup>.

Hay que destacar dos limitaciones importantes del presente estudio; 1) no se evaluó la VAM de forma directa en campo y 2) se utilizó una población de conveniencia (estudiantes) de reducido tamaño. Por este motivo los resultados y conclusiones presentadas en este artículo no son generalizables a otras poblaciones. Futuras investigaciones deben confirmar los resultados obtenidos en poblaciones de mayores tamaños y más representativos, para alcanzar conclusiones definitivas entre las similitudes y diferencias entre ambos test.

En conclusión, las VFA entre el UMTT y VAM-EVAL no fueron estadísticamente significativas tanto en hombres como en mujeres. De igual

**Tabla 4**  
Ejemplo de un entrenamiento aeróbico intermitente para 5 casos diferentes

Sujeto	VAM-EVAL ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	UMTT ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	Diferencia* ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	Distancia de entrenamiento a recorrer en 15 segundos de trabajo al 120% de la VFA	
				VAM-EVAL (m)	UMTT (m)
3	12	12	0,0	60,0	60,0
4	14,5	14	0,5	72,5	70,0
12	17	16	1,0	85,0	80
8	13,5	12	1,5	67,5	60,0
26	15,5	16	-0,5	77,5	80

\* Diferencia entre el test UMTT y test VAM-EVAL.

manera, no se encontraron diferencias en las distancias alcanzadas, la duración de los test y en el  $VO_{2max}$  estimado.

## APLICACIONES PRÁCTICAS

Ambos test; UMTT y VAM-EVAL pueden ser utilizados para estimar la VAM, desde la VFA de la última etapa completa en ambos sexos.

## Agradecimientos

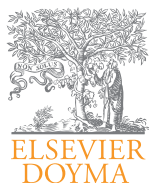
A Luc Leger y Georges Cazorla por el envío de los manuscritos originales.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Hill AV, Long CNH, Lupton H. Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilisation of oxygen-parts VII-VIII. *Proc Roy Soc B*. 1924;97:84-138.
- Astrand I, Astrand PO, Hallback I, Kibom A. Reduction in maximal oxygen uptake with age. *J Appl Physiol*. 1973;35(5):649-54.
- Tomlin DL, Wenger HA. "The relationships between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise." *J Sci Med Sport*. 2002;5(3):194-203.
- Ortega FB, Tresaco B, Ruiz JR, Moreno LA, Martin-Matillas M, Mesa JL, et al; AVENA Study Group. Cardiorespiratory fitness and sedentary activities are associated with adiposity in adolescents. *Obesity*. 2007;15(6):1589-99.
- Secchi JD, García GC. Cardiorespiratory Fitness and Cardiometabolic Risk in Young Adults. *Revista Española de Salud Pública* 2013;87:35-48.
- López-Chicharro J, Vaquero F. *Fisiología del ejercicio*. 3ª ed. Editorial Panamericana. 2006;409.
- Taylor HL, Buskirk E, Henschel A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J Appl Physiol*. 1955;8:73-80.
- Meyer T, Welter JP, Scharhag J, Kindermann W. Maximal oxygen uptake during field running does not exceed that measured during treadmill exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2003;88(4-5):387-9.
- Millet GP, Candau R, Fattori P, Bignet F, Varray A.  $VO_2$  responses to different intermittent runs at velocity associated with  $VO_{2max}$ . *Can J Appl Physiol*. 2003;28:410-23.
- Berthoin S, Gerbeaux M, Turpin E. Comparison of two field tests to estimate maximum aerobic speed. *J Sports Sci*. 1994;12:355-62.
- Lacour JR, Padilla-Magunacelaya S, Chatard JC, Arsac L, Barthélémy JC. Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1991;62(2):77-82.
- Berthoin S, Gerbeaux M, Guerrin F, Lenseil-Cobeil G, Vandendorpe F. Estimation de la VMA. *Science & Sport*. 1992;7:85-91.
- Ahmaidi S, Collomp K, Caillaud C, Prefaut C. Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects. *Int J Sports Med*. 1992-a;13(3):243-8.
- Ahmaidi S, Collomp K, Prefaut C. The effect of shuttle test protocol and the resulting lactacidaemia on maximal velocity and maximal oxygen uptake during the shuttle exercise test. *Eur J Appl Physiol*. 1992-b;65:475-9.
- Arcuri CR. Relación entre las velocidades máximas alcanzadas en tests aeróbicos lineales de carga constante y no-lineales incrementales en jugadores de deportes intermitentes, de ambos sexos, diferentes niveles aeróbicos, y categorías. Tesina. Licenciatura en Educación Física. Instituto de Ciencias de la Rehabilitación y el Movimiento. Universidad Nacional de Gral. San Martín. Bs. As. Argentina, 2009.
- Cazorla G. Tests de terrain pour évaluer la capacité aérobie et la vitesse maximale aérobie. En: Cazorla G, Robert G, editores. *L'évaluation en activité physique et en sport*. Cestas: Editorial A.R.E.A.P.S. 1990;151-74.
- García GC, Secchi JD, Cappa DF. Comparison of the Maximal Oxygen Uptake Predictive Using Different incremental field test: UMTT, VAM-EVAL and 20m-SRT. *Arch Med Deporte*. 2013;30(3):76-82.
- García GC, Secchi JD. Relationship between the final speeds reached in the 20 metre Course Navette and the VAM-EVAL test. A proposal to predict the maximal aerobic speed. *Apunts Med Esport*. 2013;48(177):27-34.
- Millet GP, Libicz S, Borrani F, Fattori P, Bignet F, Candau R. Effects of increased intensity of intermittent training in runners with differing  $VO_2$  kinetics. *Eur J Appl Physiol*. 2003;90:50-7.
- Chtara M, Chamari K, Chaouachi M, Chaouachi A, Koubaa D, Feki Y, et al. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *Br J Sports Med*. 2005;39:555-60.
- Thebault N, Leger LA, Passelegue P. Repeated-sprint ability and aerobic fitness. *J Strength Cond Res*. 2011;25(10):2857-65.
- Léger L, Boucher R. An indirect continuous running multistage field test: the University de Montréal Track Test. *Can J Sport Sci*. 1980;5:77-84.
- Brue F. Une Variante du test de piste progressif et maximal de Leger et Boucher, pour la precise et facile de la vitesse maximale aerobie. *Fédération Française d'Athlétisme*: 1985;25-30.
- Cazorla G, Léger L. Comment évaluer et développer vos capacités aérobie. *Epreuves de course navette et épreuve Vam-éval*. Editorial A.R.E.A.P.S. 1993.
- Berthon P, Fellmann N, Bedu M, Beaune B, Dabonneville M, Coudert J, Chamoux A. A 5-min. running field test as a measurement of maximal aerobic velocity. *Eur J Appl Physiol*. 1997;75:233-8.
- Cappa DF, García GC, Secchi JD, Meagan ME. Relation among the maximal aerobic speed of laboratory and the final reached speed in a test of field, with same protocols (UNCa Test). *Journal Medicine Sport and Physical Fitness*. 2012;(P.ISSN 0022-4707 - E.ISSN 1827-1928) in press..
- Dupont G, Berthoin S. Time spent at a high percentage of  $VO_{2max}$  for short intermittent runs: active versus passive recovery. *Can J Appl Physiol*. 2004; 29 Suppl: S3-S16.
- Kuipers H, Rietjens G, Verstappen F, et al. Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables. *Int J Sports Med*. 2003;24(7):486-91.
- ISAK (International Standards for Anthropometric Assessment. International society for the advancement of kinanthropometry). Adelaide, Australia: International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2001.
- Léger LA, Mercier D. Gross energy cost of horizontal treadmill and track running. *Sports Medicine*. 1984;1:270-7.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;8:307-10.
- Billat VL, Hill DW, Pinoteau J, Petit B, Koralsztein JP. Effect of protocol on determination of velocity at  $VO_2$  max and on its time to exhaustion. *Arch Physiol Biochem*. 1996;104:313-21.
- Dellal A, Chamari K, Pintus A, Girard O, Cotte T, Keller D. Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: a comparative study. *J Strength Cond Res*. 2008;22:1449-57.
- Gharbi A, Chamari K, Kallel A, Ahmaidi S, Tabka Z, Abdelkarim Z. Lactate kinetics intermittent and continuous exercise training. *Journal of Sport Science and medicine*. 2008;7:279-85.
- Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med*. 1998;26:217- 38.



Original

ARTÍCULO EN INGLÉS

## Effects of a sensory strategy in an isometric muscular endurance task

M. Bigliassi<sup>a</sup>, A. Stortti Peruzollo<sup>b</sup>, T. Ferreira Dias Kanthack<sup>a</sup>, V. Barreto da Silva<sup>a</sup>, P. Pezarat-Correia<sup>c</sup> and L. R. Atimari<sup>a</sup>

<sup>a</sup>GEPSINE - Group of Study and Research in Neuromuscular System and Exercise -, CEFE. State University of Londrina. Paraná. Brazil.

<sup>b</sup>Superior School of Physical Education. Federal University of Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Rio Grande do Sul. Brazil.

<sup>c</sup>Faculty of Motor Human Kinetics. Technical University of Lisbon. Lisbon. Portugal.

### History of the article:

Received September 29, 2012

Accepted June 12, 2013

### Keywords:

Sensory feedback.

Music

Motor activity.

### Palabras clave:

Modulación sensorial.

Música.

Actividad motora.

### Correspondence:

L. R. Atimari.

Departamento de Educação Física.

Universidade Estadual de Londrina.

Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 Km 380.

Campus Universitário, Cx. Postal 6001.

CEP 86051-990, Londrina, PR, Brasil.

E-mail: altimari@uel.br

### ABSTRACT

**Objective.** The use of music and video in exercise domain might act in parallel over other physiological signals and its central interpretation may change the rate of perceived exertion and subsequently the final performance.

The purpose of this study was to examine the effects of sensorial modulation in an isometric muscular endurance task.

**Method.** Ten volunteers have performed three tests, in which they had to keep the dominant arm abduction until exhaustion whilst the following variables: total time, rate of perceived exertion (RPE), median frequency (MF) and root mean square (RMS) were monitored. Each subject has performed a control (CO), deprivation (DP) and stimuli (SC) condition. Analysis of variance (ANOVA) one-way was applied followed by post-hoc Scheffé test. The smallest worthwhile change was used to provide a qualitative analysis of performance.

**Results.** No significant differences were found in muscular activity between conditions and performance ( $p > 0.05$ ). The slope of RPE was significant higher to DP compared to SC ( $4.3 + 0.77$  a.u. vs  $3.53 + 0.46$  a.u.,  $p < 0.05$ ; respectively). Furthermore, a higher probability of improvement for time to exhaustion was found to SC compared to DP (97 %) and CO (92 %), conversely the opposite outcome was demonstrated to DP compared to CO (59 %).

**Conclusion.** It was concluded that a sensory strategy was capable to modulate RPE and performance.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

### RESUMEN

#### Efecto de una estrategia sensorial en una actividad isométrica máxima del músculo

**Objetivo.** El uso de la música y el video en la realización de los ejercicios pueden actuar en paralelo con otras señales fisiológicas y su interpretación central podría cambiar el esfuerzo percibido y posteriormente la actuación.

El propósito de este estudio fue verificar el efecto de la modulación sensorial en una actividad isométrica máxima del músculo.

**Método.** Diez voluntarios realizaron tres pruebas en las que tenían que mantener la abducción del brazo hasta la extenuación mientras se obtenían las siguientes variables: el tiempo total, tasa de esfuerzo percibido (TEP) y los indicadores de actividad muscular (frecuencia media (FM) y raíz cuadrada de la media (RCM)). Cada individuo realizó un control (CO), privación (PR) y condición de estímulos (CE).

**Resultados.** No se encontraron diferencias significativas en la actividad muscular entre las condiciones y el rendimiento ( $p > 0,05$ ). La pendiente de TEP fue significativamente mayor a la PR en comparación con CE ( $4,3 + 0,77$  a.u. vs  $3,53 + 0,46$  a.u.,  $p < 0,05$ , respectivamente). Además, se encontró una mayor probabilidad en el tiempo de agotamiento en CE en comparación con PR (97 %) y CO (92 %), y menos probabilidad de que el rendimiento sea encontrado en PR en comparación con CO (59 %).

**Conclusión.** Se concluyó que una estrategia sensorial fue capaz de modular TPE y rendimiento.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

## INTRODUCTION

The applications of sensory strategies as music and video have been highlighted by many studies on physical exercise domains<sup>1-10</sup>. Additionally, those have provided meaningful results to psychophysiological and performance variables<sup>11-14</sup>. The explanation of this phenomenon is called parallel process, a kind of mechanism inside the brain capable to identify the importance level behind each afferent signal, selecting which of them really deserve the full or partial interpretation<sup>15,16</sup>. To explore this hypothesis, a whole framework of psychophysiological assessment has got to be done, evaluating performance achieved, psychological and physiological state of subjects is very important to obtain a general aspect and take correct decisions.

To illustrate this point of view, low-intensity physical exercises as walking in a comfortable pacing might cause soft perceptions about heart or respiratory rate, on the other hand, when the activity increase such intensity (e.g. running at 8 km/h) the muscular afferent signals receive importance and the rate of perceived exertion tends to surge<sup>17,18</sup>. When the task presents a high-intensity, a great number of afferent feedback from muscles and other physiological components are sent to the brain and their interpretations might produce the final perceived exertion, which is sometimes responsible for influencing final performance<sup>15,16</sup>.

This interpretation occurs through an attentional focus, which selects what is more important at that time or what should receive more signals, allowing at initial moments of such task with low-intensity be sought-after by audios or visual signals, acting as a tool to extend the final point to exhaustion<sup>12,19</sup>. In activities involving the whole body, subjects may control what they do and what will be done to complete the exercise with the highest success<sup>20-22</sup>, therefore, activities involving open-loop circuit with established workload may show greater alterations from sensory organs<sup>2,21</sup>.

There is a great amount of studies involving sensory strategies, which can contribute with exercise and sport domains<sup>23-29</sup>, in majority; they include an increasing audios feedback, and finally reporting better results to performance or psychological state<sup>30</sup>. However, deprivation of sensory feedback might bring fatigue sensations in advance. Thereby, the purpose of this study was to investigate the effects of music and video in an isometric muscular endurance task.

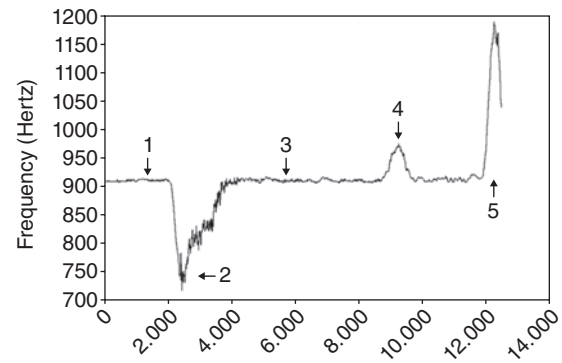
## METHOD

### Subjects

For this study, 10 health men were selected ( $21,0 \pm 1,5$  years,  $69,8 \pm 5,2$  kg,  $175,0 \pm 4,0$  cm), who were students of sport sciences from the Faculdade de Motricidade Humana - Universidade Técnica de Lisboa - Portugal (FMH-UTL), recruited from sports science classes. After a brief explanation about the study, the subjects that accepted to participate in the research had signed a term of consent informing the objectives and possible risks of the research. This study was approved by the local Ethics Committee.

### Experimental approach to the problem

First of all, the subjects were informed they could not practice any kind of physical exercises at the day before the test as well as in the test day.



**Fig. 1.** The curve interpretation through electrogoniometer. The arrow 1 shows the arm position at 0° related to the trunk; the arrow 2 shows the arm variation to 90° (abduction) The arrow 3 shows a stable position at 90° related to the trunk; the arrow 4 shows a little fall of abduction (50 Hz was considered the exhaustion moment); the arrow 5 shows the complete fall of arm to the initial point. Time: ms.

Secondly, they have passed by three experimental conditions; deprivation (DP), stimuli (SC) and control (CO) that were performed at three different moments and in a random order, as a way to nullify the effect of learning during the sessions.

The task consisted of keeping the arm at the abduction position (angle near 90° of the body) until exhaustion. The forearm had to keep a full extension and the arm should be positioned in a 0° rotation (thumb forward). An electrogoniometer (BioPlux®) was used to measure the angle between the arm and the body, allowing a maximum of 10° variation. Any extra fall over than 80° or any corporal compensation to the left side was considered fatigue and any of these situations the task was stopped; an example is presented at figure 1. All the arm position variations was analyzed by an electrogoniometer positioned in the posterior wrist region, which was associated with a telemetry system for collection of biological signals BioPLUX® research 2010 (PLUX, Lisbon, Portugal). The electrogoniometer signal processing was performed by a MATLAB® routine software V.R2010a (The Mathworks Inc., Natick Massachusetts, USA) defined for this purpose. The point that corresponded with 50Hz represented fatigue (10°).

The RPE was measured using the Borg 15 point's scale<sup>31</sup> during isometric shoulder abduction, being applied in the beginning of the task and every 30 seconds until the end. All the subjects were trained previously to use the Borg scale with the aim that they could choose and differentiate all of perceived exertion levels (even without vision and hearing situation).

### Performance tests

The subjects were exposed to three experimental conditions: deprivation (DP), Stimuli (SC) and control (CO), with an interval of at least forty eight hours between sessions. Time keeping was done with a digital stopwatch accurate (1/1000 seconds) and started when the arm reached an abduction level of 90 degrees.

In the SC condition, the subjects were instructed to choose a music (motivational features; self-selected method) which was used to give them auditory and visual stimulus. Through headphones the volume was adjusted according to subjects' preference keeping always near decibels ( $\pm 75$  decibels). The recommendation was that the chosen song could motivate them during a vigorous physical exercise. A television was used in front of the subjects to show the video clip from the chosen



track as a form to increase the visual stimuli. They were asked to keep their eyes on the video clip throughout the task.

In the DP condition, earplugs (OHROPAX®) were used to deprive external noises; furthermore, their eyes were covered with an eyepatch to deprive them from visual stimuli. At this condition, the RPE measurement has been done in a different way, touching the subject on his left arm, on account of they could not hear or see anything, this is also important to note that the whole group of subjects were familiarized with this process previously.

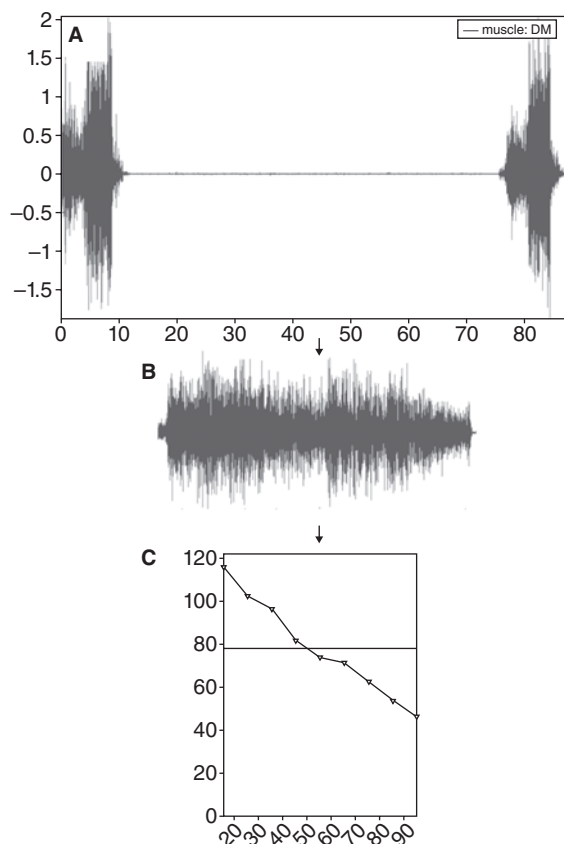
In the CO condition the subjects only did the task in front a blank wall without stimuli or deprivation.

### EMG signals analysis and processing

After warming-up (3 sets X 10 repetitions of abduction; 2 kg dumbbell), a maximum voluntary contraction (MVC) has been done for the median portion of the deltoid muscle, with a 2 minutes interval between each contraction for normalizing EMG signal purposes following all of the SENIAM's<sup>32</sup> recommendations.

The skin of all subjects was cleaned with alcohol and shaved with a blade; this process allows decreasing the interface impedance between the skin and the electrode. The raw data was initially analyzed through visual inspection, in an attempt to identify eventual problems. Data processing have been made on MATLAB®.

The signal was submitted to a pass-band digital filter of 10 and 500Hz to smooth possible noises. In a second time, the cue was divided in a 10 second windows, to calculate the median frequency of each space (Fast



**Fig. 2.** Slope process from EMG signal. A: MVC signal; B: test signal; C: slope achievement of normalized signal.

Fourier Transform Spectrum Analysis). Subsequently, the raw signal was rectified and smoothed by a pass-band filter of 12Hz (Butterworth 4<sup>th</sup> order). Finally, the signal was normalized taking the MVC value as a reference point (100 % of force production). The figure 2 presents the slope process of signal.

### Statistical analyses

Data were submitted to the Shapiro-Wilk's test to verify the normality distribution by the Gaussian curve for all variables. Thereafter, data were presented as mean and standard deviation. Analysis of variance (ANOVA) one-way was applied for all comparisons followed by a multiple comparison post-hoc test (Scheffé) to compare the RPE slope and the muscular activity (MF and RMS). All data were processed using the statistical package PASW Statistics 18.0, and the level of statistical significance was set at 5 %. A parallel statistic was used (smallest worthwhile change) proposed by Hopkins et al.<sup>33</sup> to make a qualitative analysis of the main variable (total time). This analysis allows proposing possibilities of chance to classify the effect of the intervention to be trivial, beneficial or prejudicial. The chances existent in a test is usually classified in < 1 % almost sure that not; 1 % to 5 % very unlikely; 5 % to 25 % unlikely; 25 % to 75 % possible; 75 % to 95 % likely; 95 % to 99 % very likely; > 99 % almost sure. If the chance of beneficial effect and the decrease in performance were both higher than 5 %, the classification was considered undetermined.

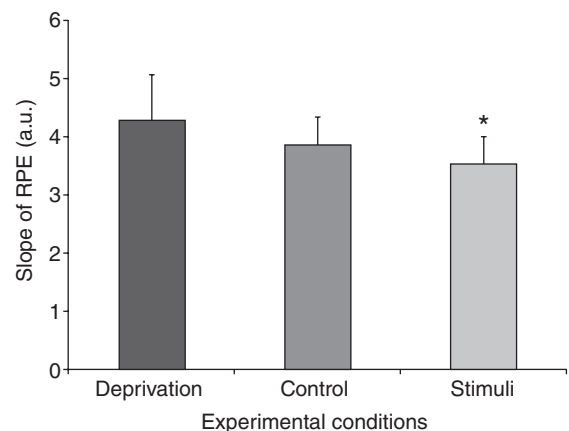
### RESULTS

The RPE values are shown in the figure 3. The RPE slope throughout the time presented higher outcomes for DP compared to SC ( $4.3 + 0.77$  a.u. vs  $3.53 + 0.46$  a.u.,  $p < 0.05$ ; respectively).

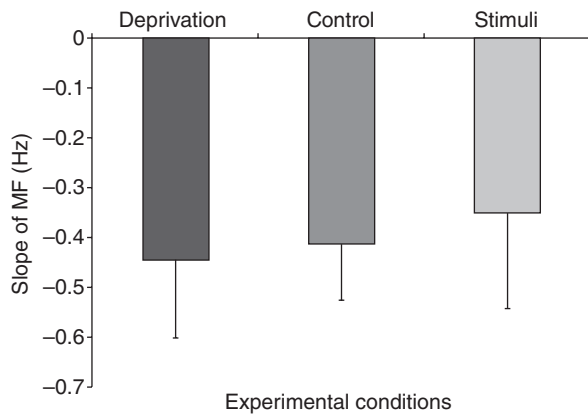
The figure 4 shows the EMG Slope of MF. No statistical differences were found between the following groups: DP ( $-0.44 + 0.15$  Hz), CO ( $-0.41 + 0.11$  Hz) and SC ( $-0.35 + 0.18$  Hz) ( $p > 0.05$ ).

The EMG slope of RMS is presented on figure 5. No statistical differences were found between the following groups: DP ( $-0.39 + 1.35$ ), CO ( $0.42 + 2.25$ ) and SC ( $0.52 + 1.45$ ) ( $p > 0.05$ ).

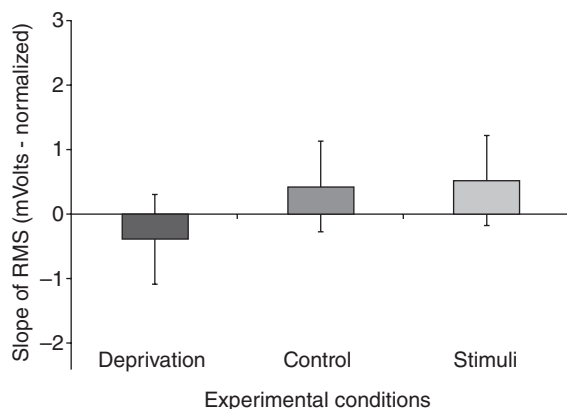
The total time analysis has also shown no significant differences (DP =  $101.6 + 21.27$ s; CO =  $107 + 19.51$  s; SC =  $119.6 + 23.41$ s,  $p > 0.05$ ; respectively). On the other hand, the figure 6 shows the SWC results for the



**Fig. 3.** RPE slope in arbitrary units (a.u.) for the three experimental conditions \*: differences between conditions stimuli vs deprivation ( $p < 0.05$ ).  $n = 10$ .



**Fig. 4.** Slope index of median frequency in Hz for the three experimental conditions ( $p > 0.05$ ).  $n = 10$ .



**Fig. 5.** RMS slope (mVolts normalized) for the three experimental conditions, ( $p > 0.05$ ).  $n = 10$ .

same dependent variable. It was found that there is 97% (97/3/0) of possibility to achieve benefits of external stimulus compared to DP and 92% (92/7/1) compared to CO. Moreover, the DP showed a disadvantage (59% - 4/37/59) compared to CO, which might be considered as prejudicial.

## DISCUSSION

The purpose of this study was to investigate the effects of music and video/sensory deprivation in an isometric muscular endurance task. This sensory strategy was capable to change the slope of RPE and the total time. The first outcome has been likely changed according to the feedback inducement, which presented higher values when the attentional focus was directed to physiological systems (DP).

Likewise, the opposite is apparently true. At the initial phases of exercise, the capacity from muscles to contract were higher and the capacity of brain to interpret other signals were also higher. Nonetheless, when the attentional focus was changed to sensory organs, influenced by music and video, a mechanism of interpretation competition began which decreased the RPE and extended the final point of the maximal exercise (SC).

Such differences were found by previous studies, usually know as load-dependent phenomenon, when Boutcher and Trenske<sup>2</sup>, evaluated 24 women and tested the use of music/deprivation on three different workloads on a cycle ergometer (18 - minute sessions), and verified that light and moderate intensities were probably affected by

music/deprivation. This study has shown fewer responses of RPE and affective measures within music application, however, physiological assessments as heart rate remained the same. On this case, heart rate represents a physiological measure as well as muscular activity in the present study.

Accordingly, the number of motor unities and the rate of fatigue represented through root mean square (time domain) and median frequency (frequency domain) did not change according to the experimental condition. This is important to note that the raw analysis of muscular activity may provide useful information, for instance, the contraction time and the muscular feedback were higher for SC compared to DP and CO. These performance differences using music and video were constantly tested by studies involving similar endurance tasks, which allows professionals and coaches using sensory techniques for decreasing perceived exertion and improve performance when necessary<sup>23</sup>. Crust (2004)<sup>3</sup> has tested a similar task with different times to exposure, who evaluated 27 male undergraduate students submitted to three experimental conditions: prior exposure (music or white noise played immediately before the task); half exposure (conditions initiated simultaneously with task commencement but terminated approximately half-way through the trial); and full exposure (conditions initiated simultaneously with trial commencement and continuing until the end). Therefore, very similar outcomes have been found, which identified music as a fascinating tool for increasing performance and decreasing body perceptions through parallel mechanism effects.

This study presents several limitations: The use of RPE with closed eyes may disrupt the correct application of the scale, even with previous training of subjects for answering by memory; secondly, the number of subjects and possible heterogeneity of physical fitness to accomplish the task might highlight high random effects; thirdly, there was no familiarization process with all procedures; fourthly, the selection of music/video followed a very simple method of asking, which involves personal features and no standardization related to the motivational qualities of music and video; finally, the constant application of RPE scale, which is capable to change the correct answer<sup>34</sup>.

In conclusion, the use of music and video/sensory deprivation was capable to cause positive effects for RPE and performance in an isometric muscular endurance task. Further studies have got to investigate these sensory modulations on sports and exercise domains, in an attempt to clarify the correct mechanisms behind this.

## Acknowledgments

The authors thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for graduate scholarships and financial support.

## Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

## References

1. Atkinson G, Wilson D, Eubank M. Effects of music on work-rate distribution during a cycling time trial. *Int J Sports Med.* 2004;25(8):611-5.
2. Boutcher SH, Trenske M. The effects of sensory deprivation and music on perceived exertion and affect during exercise. *J Sport Exerc Psychol.* 1990;12(2):167-76.
3. Crust L. Carry-over effects of music in an isometric muscular endurance task. *Percept Mot Skills.* 2004;98(3Pt1):985-91.

4. Eliakim M, Meckel Y, Nemet D, Eliakim A. The Effect of Music during Warm-Up on Consecutive Anaerobic Performance in Elite Adolescent Volleyball Players. *Int J Sports Med.* 2007;28(4):321-5.
5. Karageorghis C, Priest D. Music in the exercise domain : a review and synthesis ( Part I ). *Int Rev Sport Exerc Psychol.* 2012;5(1):44-66.
6. Karageorghis C, Priest D. Music in the exercise domain : a review and synthesis ( Part I ). *Int Rev Sport Exerc Psychol.* 2012;5(1):67-84.
7. Tate A, Gennings C, Hoffman R, Strittmatter A, Retchin S. Effects of Bone-Conducted Music on Swimming Performance. *J Strength Cond Res.* 2012;26(4):982-8.
8. Karageorghis CI, Terry P. The psychophysical effects of music in sport and exercise: a review. *J Sport Behav.* 1997;20:54-68.
9. Terry PC, Karageorghis CI, Saha AM, D'Auria S. Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. *J Sci Med Sport.* 2011;15(1):52-7.
10. Bigliassi M, Dantas JL, Carneiro JG, Smirmaul BPC, Altinari LR. Influence of music and its moments of application on performance and psychophysiological parameters during a 5 km time trial. *Rev Andal Med Deporte.* 2012; 5(3):83-90.
11. Brownley KA, McMurray RG, Hackney AC. Effects of music on physiological and affective responses to graded treadmill exercise in trained and untrained runners. *Int J Psychophysiol.* 1995;19(3):193-201.
12. Dyrland AK, Wininger SR. The effects of music preference and exercise intensity on psychological variables. *J Music Ther.* 2008;45(2):114-34.
13. Karageorghis CI, Mouzourides DA, Priest DL, Sasso TA, Morrish DJ, Walley CJ. Psychophysical and ergogenic effects of synchronous music during treadmill walking. *J Sport Exerc Psychol.* 2009;31(1):18-36.
14. Nakamura PM, Pereira G, Papini CB, Nakamura FY, Kokubun E. Effects of preferred and nonpreferred music on continuous cycling exercise performance. *Percept Mot Skills.* 2010;110(1):257-64.
15. Rejeski W. The perception of exertion: A social psychophysiological integration. *J Sport Psychol.* 1981;3(4):305-20.
16. Rejeski WJ. Perceived exertion: an active or passive process? *J Sport Exerc Psychol.* 1985;7(4):371-8.
17. Noakes TD. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2000;10(3):123-45.
18. St Clair Gibson A, Lambert EV, Rauch LHG, Tucker R, Baden DA, Foster C, et al. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Med.* 2006;36(8):705-22.
19. Hutchinson JC, Tenenbaum G. Attention focus during physical effort: The mediating role of task intensity. *Psychol Sport Exerc.* 2007;8(2):233-45.
20. Abbiss CR, Laursen PB. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Med.* 2005;35(10):865-98.
21. Baden DA, Warwick-Evans L, Lakomy J. Am I Nearly There ? The Effect of Anticipated Running Distance on Perceived Exertion and Attentional Focus. *J Sport Exerc Psychol.* 2004;26(2):215-31.
22. Chaffin ME, Berg K, Zuniga J, Hanumanthu S. Pacing Pattern in a 30-Minute Maximal Cycling Test. *J Strength Cond Res.* 2011;22(6):2011-7.
23. Barwood MJ, Weston NJV, Thelwell R, Page J. A motivational music and video intervention improves high-intensity exercise performance. *J Sports Sci & Med.* 2009;8(3):435-42.
24. Eliakim M, Bodner E, Meckel Y, Nemet D, Eliakim A. Effect of rhythm on the recovery from intense exercise. *J Strength Cond Res.* 2013;27(4):1019-24.
25. Lim H B, Atkinson G, Karageorghis CI, Eubank MR. Effects of differentiated music on cycling time trial. *Int J Sports Med.* 2009;30(6):435-42.
26. Szmedra L, Bacharach DW. Effect of music on perceived exertion, plasma lactate, norepinephrine and cardiovascular hemodynamics during treadmill running. *Int J Sports Med.* 1998;19(1):32-7.
27. Waterhouse J, Hudson P, Edwards B. Effects of music tempo upon submaximal cycling performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;20(4):662-9.
28. Yamamoto T, Ohkuwa T, Itoh H, Kitoh M, Terasawa J, Tsuda T, et al. Effects of pre-exercise listening to slow and fast rhythm music on supramaximal cycle performance and selected metabolic variables. *Arch Physiol Biochem.* 2003;111(3):211-4.
29. Yamasaki A, Booker A, Kapur V, Tilt A, Niess H, Lillemoe KD, et al. The impact of music on metabolism. *Nutrition.* 2012;28(11-12):1075-80.
30. Karageorghis CI, Terry PC, Lane AM, Bishop DT, Priest D-L. The BASES Expert Statement on use of music in exercise. *J Sport Sci.* 2012;30(9):37-41.
31. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
32. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kines.* 2000;10(5):361-74.
33. Hopkins WG, Hawley JA, Burke LM. Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(3):472-85.
34. Corbett J, Vance S, Lomax M, Barwood MJ. Measurement frequency influences the rating of perceived exertion during sub-maximal treadmill running. *Eur J Appl Physiol.* 2009;106(2):311-3.



Original

ARTÍCULO EN INGLÉS

## Dermatoglyphics: Correlation between software and traditional method in kineanthropometric application

R. J. Nodari-Júnior<sup>a</sup>, A. Heberle<sup>a</sup>, R. Ferreira-Emygdio<sup>b</sup> and M. Irany Knackfuss<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidade do Oeste de Santa Catarina. Joaçaba. Santa Catarina. Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Universidade Estácio de Sá. Rio de Janeiro. Brasil.

<sup>c</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal Rio Grande do Norte. Brasil.

### History of the article:

Received February 20, 2013

Accepted July 17, 2013

### Keywords:

Dermatoglyphics.  
Software validation.  
Kinanthropometric.

### Palabras clave:

Dermatografía.  
Software.  
Antropometría.

### Correspondence:

R. J. Nodari Júnior.  
Rua Rui Barbosa 411, apto 401.  
CEP: 89.610-000 Herval d'Oeste Santa Catarina.  
Brasil  
E-mail: rudynodari.junior@unoesc.edu.br

### ABSTRACT

**Objective.** To correlate the traditional method and a computerized system of dermatoglyphic analysis.

**Methods.** Sample of 15 individuals, with two investigators using two methods for each sample. The protocol by Cummins and Midlo was used with the following methods: computerized (M1) and traditional (M2). Pearson's correlation was used to observe the correlation between a computerized system and the traditional system. Student's paired t-test was used to evaluate the reproducibility of both methods, with the aim to compare the internal variations based on two measurements obtained by two investigators for the same observation.

**Results.** M1 had a greater quantitative capacity for identifying the number of lines. M1 was more efficient, with a higher level of positivity. There was no significant difference between the intra- (M1 and M2) and inter-investigator (investigator 1 versus investigator 2) observations, demonstrating the reproducibility and reliability capacity of M1. There were significant differences between the mean values of the squares of the inter-investigator differences (the amplitude of M2 was 4 times greater).

**Conclusion.** These results significantly correlate the computerized and traditional methods, which qualifies M1 as the instrument for the capture, structuration of the design and analysis of the digital fingerprints through a dermatoglyphic method using the digital fingerprint marker, which is the essential condition to acceptance and scientific recognition of new instruments.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

### RESUMEN

#### Dermatoglifos: correlación entre el método tradicional y el sistema informatizado para la aplicación en antropometría

**Objetivo.** Correlacionar el método tradicional y el sistema informatizado de análisis dermatográfico.

**Método.** Muestra de n = 15 individuos, siendo dos evaluadores vs dos métodos vs la muestra. Se utilizó el protocolo de Cummins y Midlo por los métodos: informatizados (M1) y tradicional (M2). Para observar la correlación entre los dos métodos, computarizado y tradicional, se utilizó la correlación de Pearson. Con el fin de evaluar la reproducibilidad de los dos métodos, se utilizó el test t de Student pareado para comparar las variaciones internas de los dos métodos, basado en las dos medidas obtenidas por los mismos dos evaluadores observados.

**Resultados.** Se observó que el M1 presenta una capacidad mayor de identificación cuantitativa del número de líneas. M1 es más eficiente, potencializando el nivel de positividad. No hubo diferencia significativa entre las observaciones de los evaluadores intra (M1 vs M2) e inter (evaluador 1 vs evaluador 2), demostrando la capacidad de reproducibilidad y confiabilidad de M1. En la comparación de las variaciones internas de los dos métodos, existen diferencias significativas entre los valores medios de los cuadrados de las diferencias interevaluadores, y M2 presenta una amplitud 4 veces mayor.

**Conclusión.** Los resultados sugieren que M1 es un instrumento eficaz en la captura, estructuración del diseño y análisis de las huellas digitales por el método dermatográfico, condición *sine qua non* para la aceptación y reconocimiento científico de los nuevos instrumentos.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

## INTRODUCTION

Dermatoglyphics is a growing research area<sup>1-6</sup> because fingerprints are recognized as dermal representations of genetic characteristics<sup>7</sup>, and thus, they are a genetic marker<sup>2,3,8,9</sup>. The observation of these markers represents a powerful tool for analyzing the recognition of dermatoglyphic patterns in different kinanthropometric characteristics<sup>10-17</sup>.

The dermatoglyphic analysis presented by Cummins and Midlo<sup>7</sup> should be performed to observe fingerprints as a genetic marker. However, the traditional method is time consuming, not very agile and depends on skilled individuals. According to reports from researchers, the expertise in quantitative interpretation is not different because finding specific indicators, such as cores, deltas and line counts, based on the collected print, is quite complex and requires extensive training and experience. Because the process of data collection, qualification and quantification is slow, studies have small samples.

The magnifying power of the magnifying glass is a limiting factor for image magnification of the image produced by the traditional method, i.e., the prints made by pressing the epidermal ridges on paper using ink. The lack of adequate definition of the printed image, the difficulty in finding and managing specific information on an individual when collecting numerous samples and the changes resulting from typing errors when transferring data to a spreadsheet raise doubts about the results, which may lead to an inaccurate assessment.

The feasibility of the computerized dermatoglyphic method<sup>7</sup> can effectively optimize the analysis process, allowing an increase in studies with numerous populations and, as a consequence, the expansion of the possible observations.

The present study aimed to correlate the traditional method and the computerized system of dermatoglyphic analysis.

## METHOD

### Participants

The non-probability sample consisted of 15 individuals. They were volunteers and police officers from the Bureau of Identification of the state of Pará Civil Police (Diretoria de Identificação da Polícia Civil do Estado do Pará) in Brazil. Seven women and eight men with an average age of  $39.8 \pm 5.4$  years old were intentionally chosen, and individuals with fingerprints characterized as anomalies by the dactyloscopy division of the Identification Board of the state of Pará Civil Police in Brazil were excluded from the sample. The project was approved by the Research Ethics Committee of the University of Western Santa Catarina (Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc), Joaçaba Campus, Brazil (Protocol number 067/2006) and was in accordance with the Helsinki Declaration and Resolution No. 196/96.

### Procedures

The dermatoglyphic protocol proposed by Cummins and Midlo<sup>7</sup> was chosen for the fingerprint analysis using two different methods, namely: a computerized method for the processing and analysis of fingerprints by the dermatoglyphic method (M1) and the traditional method for dermatoglyphic characteristics identification (M2). For M1, a Smiths Heilmann Biometrics LSCAN 100R scanner was used to capture the fingerprint images, with algorithms for noise reduction and image

enhancement and a software program for user interaction with the row count, design type determination, storing of images collected and statistical reporting. The image interpretation was performed by the VeriFinger SDK, which removes noise from the image, using pre-processing to improve it. Then, the *Leitor Dermatoglífico* (Dermatoglyphic Fingerprint Reader) software performed a treatment on the image. After all the images were collected, the user of the *Leitor Dermatoglífico* (Dermatoglyphic Fingerprint Reader) selected the images one by one to define the points (core and delta) and automatically trace Galton's Line so that the software, using specific algorithms, can make the intersection of the line drawn with the lines of the fingerprint, thus providing the number of lines in each finger and the design type of each fingerprint. The *Leitor Dermatoglífico* (Dermatoglyphic Fingerprint Reader) software was developed in the Object Pascal, Delphi 7 programming environment and Firebird database management system (DBMS), allowing for the security of the information collected and a reliable performance for the user. The actions occurred in the following order: LSCAN 100R scanning, image processing in VeriFinger SDK, image processing and production, and the creation and management of statistical reports by the *Leitor Dermatoglífico* (Dermatoglyphic Fingerprint Reader) software program.

For M2, the traditional materials and processes were used for the data collection, observation and transcription. A paper with an average density and roughness (A4 bond paper) and a pad to collect fingerprints (Impress, Model: 250, 2001) were used, and the pulp of the distal phalanx was covered with ink. After the collection, the investigator performed a qualitative identification of images and a quantitative identification of the lines by using a magnifying glass and recorded the results observed on the collection sheet. Then, the data were entered in a spreadsheet.

Both methods of data collection were performed by two investigators who were dactyloscopy experts and were also police officers of the Identification Bureau of the state of Pará Civil Police in Brazil and researchers in dermatoglyphics. These professionals were chosen to minimize the intra and inter-investigator errors and to qualify the collected and analyzed results.

The use of two investigators using two methods to record 15 observations resulted in a sample size of 30 for each intersection.

### Statistical analysis

For the statistical analysis, the data are presented as the mean and standard deviation. For the inferential analysis, the Kolmogorov-Smirnov test was initially used to verify the normality of the sample in the set of observations. When the normality of the sample was confirmed, a parametric statistical test and an analysis of variance (ANOVA) were performed, which were followed by Tukey's post-hoc test to identify the possible differences between the variables, as follows: left hand, total number of lines on finger 1 – thumb (mesql1); left hand, total number of lines on finger 2 – index finger (mesql2); left hand, total number of lines on finger 3 – middle finger (mesql3); left hand, total number of lines on finger 4 – ring finger (mesql4); left hand, total number of lines on finger 5 – little finger (mesql5); total number of lines on the left hand (sqtleft); right hand, total number of lines on finger 1 – thumb (mdsql1); right hand, total number of lines on finger 2 – index finger (mdsql2); right hand, total number of lines on finger 3 – middle finger (mdsql3); right hand, total number of lines on finger 4 – ring finger (mdsql4); right hand, total number of lines on finger 5 – little finger (mdsql5); total number of lines on the right hand (sqtright); total number of lines – both

hands (sqtl); and total deltas (d10). The non-parametric Wilcoxon test for paired samples was used for images of the following fingerprints because they did not show a normal distribution: Arch (A); Loop (L); Whorl (W); left hand pattern of finger 1 (met1), finger 2 (met2), finger 3, (met3), finger 4 (met4) and finger 5 (met5); and right hand pattern of finger 1 (mdt1), finger 2 (mdt2), finger 3 (mdt3), finger 4 (mdt4) and finger 5 (mdt5). To observe the correlation between the computerized and the traditional system, Pearson's correlation was used. Student's paired t-test was used to evaluate the reproducibility of both methods, with the aim to compare the internal variation based on the two measurements obtained by two investigators for the same observation. For this purpose, the squared difference was considered as the analytical value according to the following mathematical model:

$$\text{Squared difference}_{\text{Observed, } \& \text{Method}_i} = (\text{observer}_{1i} - \text{observer}_{2j})^2$$

A significance level of  $p < 0.05$  was adopted for rejecting the null hypothesis. The data were treated using the SPSS 14.0 software.

## RESULTS

The first observations of the statistical treatment used are shown in table 1. This table shows the descriptive values, mean and standard deviation of the experimental variables collected in the two possible segmentations, i.e., method and investigator.

Table 2 shows the test of the null hypotheses obtained in each of the comparative processes observed (intra-group and inter-group), according to each independent variable.

A factorial ANOVA test (method and investigator) with a significance level of  $p < 0.05$  was performed on the group of variables defined as parametric. Then, if the models were different, a one-way ANOVA test combined with Tukey's test was performed for the dependent variable that differed while always observing the paired variables. Additionally, Bartlett's test for homogeneity of variance was used to compare the variances of the segmented groups according to the dependent variables.

The differences regarding parametric variables, whose frequency distributions were not significantly different from a normal distribution, occurred according to the segmentation of the independent variable method (9 in 14). Thus, all differences expressed had mean values of M1 that were significantly higher than the mean values of M2. No significant differences were found in the final result of the factorial ANOVA for repeated measures (AB). This result indicates that the variances are compensatory relationships between the mean values.

The differences between the mean values according to the method indicate that  $M1 > M2$ , thus showing that M1 has a greater ability to quantitatively identify the number of lines when compared to M2. This result supports the hypothesis that M1 is more efficient than M2, which has been the method used until now, because M1 is an electronic magnifier that magnifies the image collected, increasing the visual acuity and, consequently, increasing the level of assertiveness in the process of counting the observed lines.

The absence of significant differences between the observations of the intra- (M1 versus M2) and inter-investigations (investigator 1 versus investigator 2) is an important finding of this treatment. This result adds reproducibility and reliability to M1. These data are displayed in the correlation matrix of the observations of the two discretionary variables, as shown in table 3.

**Table 1**  
Descriptive analysis of the experimental variables of the intra- and inter-investigator relationships

Variable	n	M1	M2	Investigator 1	Investigator 2
		Mean	Mean	Mean	Mean
mesql1	30	12,1 ± 7,8	10,9 ± 5,8	11,3 ± 6,7	11,6 ± 7,2
mesql2	30	13,8 ± 10,1	9,7 ± 6,1	11,7 ± 8,8	11,8 ± 8,3
mesql3	30	14,3 ± 5,8	11,2 ± 3,8	12,6 ± 5,6	12,9 ± 4,7
mesql4	30	15,2 ± 5,2	13,1 ± 4,5	13,6 ± 5,0	14,7 ± 4,8
mesql5	30	14,6 ± 4,8	12,3 ± 3,3	13,5 ± 4,8	13,5 ± 3,7
sqtle	30	69,3 ± 21,5	57,2 ± 17,6	61,9 ± 18,6	64,5 ± 22,4
mssql1	30	18,7 ± 11,3	12,3 ± 6,8	15,2 ± 9,5	15,8 ± 10,3
mssql2	30	15,0 ± 8,4	10,6 ± 6,2	12,5 ± 7,5	13,2 ± 7,8
mssql3	30	17,1 ± 5,1	11,8 ± 4,1	14,1 ± 5,4	14,7 ± 5,3
mssql4	30	18,9 ± 7,9	14,4 ± 4,4	16,2 ± 6,8	17,2 ± 6,7
mssql5	30	13,1 ± 6,9	11,9 ± 4,6	13,3 ± 5,4	11,8 ± 6,3
sqtl	30	152,1 ± 42,2	118,3 ± 35,6	133,2 ± 41,3	137,2 ± 43,9
d10	30	12,9 ± 3,9	13,1 ± 3,9	13,0 ± 3,9	12,9 ± 3,9
A	30	0,7 ± 1,1	0,6 ± 1,0	0,6 ± 1,0	0,7 ± 1,1
L	30	5,7 ± 2,8	5,8 ± 2,9	5,8 ± 2,9	5,7 ± 2,8
W	30	3,6 ± 3,2	3,6 ± 3,3	3,6 ± 3,3	3,6 ± 3,2
met1	30	1,3 ± 0,6	1,3 ± 0,6	1,3 ± 0,6	1,3 ± 0,6
met2	30	1,2 ± 0,8	1,2 ± 0,7	1,2 ± 0,7	1,2 ± 0,8
met3	30	1,3 ± 0,4	1,3 ± 0,4	1,3 ± 0,4	1,3 ± 0,4
met4	30	1,3 ± 0,5	1,3 ± 0,5	1,3 ± 0,5	1,3 ± 0,5
met5	30	1,2 ± 0,4	1,2 ± 0,4	1,2 ± 0,4	1,3 ± 0,4
mdt1	30	1,3 ± 0,7	1,3 ± 0,7	1,3 ± 0,7	1,3 ± 0,7
mdt2	30	1,4 ± 0,8	1,4 ± 0,8	1,4 ± 0,8	1,4 ± 0,8
mdt3	30	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3
mdt4	30	1,6 ± 0,5	1,6 ± 0,5	1,6 ± 0,5	1,6 ± 0,5
mdt5	30	1,1 ± 0,6	1,3 ± 0,5	1,3 ± 0,5	1,1 ± 0,6

mesql1: left hand, total number of lines on finger 1 – thumb; mesql2: left hand, total number of lines on finger 2 – index finger; mesql3: left hand, total number of lines on finger 3 – middle finger; mesql4: left hand, total number of lines on finger 4 – ring finger; mesql5: left hand, total number of lines on finger 5 – little finger; sqtle: total number of lines on the left hand; mssql1: right hand, total number of lines on finger 1 – thumb; mssql2: right hand, total number of lines on finger 2 – index finger; mssql3: right hand, total number of lines on finger 3 – middle finger; mssql4: right hand, total number of lines on finger 4 – ring finger; mssql5: right hand, total number of lines on finger 5 – little finger; sqtl: total number of lines on the right hand; sqtl: total number of lines – both hands; d10: total deltas; A: Arch; L: Loop; W: Whorl; met1: left hand pattern of finger 1; met2: finger 2; met3: finger 3; met4: finger 4; met5: finger 5; mdt1: right hand pattern of finger 1, mdt2: finger 2, mdt3: finger 3, mdt4: finger 4, mdt5: finger 5.

According to the correlation matrix of coefficients, there is a significant correlation between the respective means of the different methods and the different investigators.

Aiming to compare the internal variation of the two methods based on the two measures obtained by the two investigators for the same observation, the squared differences were considered to be the analytical values.

The squared differences were chosen to evaluate only the differences between the measurements obtained by the investigators according to

**Table 2**  
 Intra- and inter-group hypothesis tests

Variable	Method		Investigator versus method	
	A	B	Variable	A
mesql1	0,869	0,499	-	0,674
mesql2	0,951	0,063	-	0,761
mesql3	0,816	0,019 *	M1>M2	0,698
mesql4	0,373	0,107	-	0,834
mesql5	0,976	0,038 *	M1>M2	0,736
sqtle	0,611	0,022 *	M1>M2	0,723
mdsql1	0,808	0,012 *	M1>M2	0,850
mdsql2	0,718	0,027 *	M1>M2	0,904
mdsql3	0,603	<0,001 *	M1>M2	0,935
mdsql4	0,539	0,01 *	M1>M2	0,889
mdsql5	0,312	0,428	-	0,126
sqtl	0,805	<0,001 *	M1>M2	0,735
sqtl	0,692	0,002 *	M1>M2	0,712
d10	0,923	0,872	-	0,923

p<0,05; A = A1 (investigator 1) versus A2 (investigator 2); B = B1 (method 1) versus B2 (method 2); AB = A1B1 versus A1B2 versus A2B1 versus A2B2; mesql1: left hand, total number of lines on finger 1 – thumb; mesql2: left hand, total number of lines on finger 2 – index finger; mesql3: left hand, total number of lines on finger 3 – middle finger; mesql4: left hand, total number of lines on finger 4 – ring finger; mesql5: left hand, total number of lines on finger 5 – little finger; sqtle : total number of lines on the left hand; mdsq1: right hand, total number of lines on finger 1 – thumb; mdsq2: right hand, total number of lines on finger 2 – index finger; mdsq3: right hand, total number of lines on finger 3 – middle finger; mdsq4: right hand, total number of lines on finger 4 – ring finger; mdsq5: right hand, total number of lines on finger 5 – little finger; sqtl: total number of lines on the right hand; sqtl: total number of lines – both hands; d10: total deltas.

**Table 3**  
 Correlation matrix (method versus investigator)

Variável	M1	M2	A1	A2
	A1 versus A2	A1 versus A2	M1 versus M2	M1 versus M2
mesql1	0,966	0,956	0,670	0,700
mesql2	0,988	0,988	0,899	0,889
mesql3	0,917	0,966	0,797	0,853
mesql4	0,957	0,934	0,820	0,916
mesql5	0,798	0,921	0,726	0,786
sqtle	0,685	0,981	0,675	0,879
mdsql1	0,987	0,995	0,812	0,774
mdsql2	0,982	0,984	0,814	0,857
mdsql3	0,898	0,989	0,460	0,442
mdsql4	0,949	0,951	0,804	0,733
mdsql5	0,788	0,957	0,794	0,842
sqtl	0,918	0,996	0,798	0,725
sqtl	0,901	0,995	0,881	0,861

mesql1: left hand, total number of lines on finger 1 – thumb; mesql2: left hand, total number of lines on finger 2 – index finger; mesql3: left hand, total number of lines on finger 3 – middle finger; mesql4: left hand, total number of lines on finger 4 – ring finger; mesql5: left hand, total number of lines on finger 5 – little finger; sqtle : total number of lines on the left hand; mdsq1: right hand, total number of lines on finger 1 – thumb; mdsq2: right hand, total number of lines on finger 2 – index finger; mdsq3: right hand, total number of lines on finger 3 – middle finger; mdsq4: right hand, total number of lines on finger 4 – ring finger; mdsq5: right hand, total number of lines on finger 5 – little finger; sqtl: total number of lines on the right hand; sqtl: total number of lines – both hands.

**Table 4**  
 Paired t-test (comparison of the squared inter-investigator differences according to each method)

Variável	Teste t pareado	Compara	Razão M2/M1
mesql1	0,009 *	M1 < M2	14,4
mesql2	0,002 *	M1 < M2	24,3
mesql3	0,140	-	-
mesql4	0,032 *	M1 < M2	16,2
mesql5	0,360	-	-
sqtle	0,164	-	-
mdsql1	0,002 *	M1 < M2	24,5
mdsql2	0,001 *	M1 < M2	28,1
mdsql3	0,010 *	M1 < M2	6,4
mdsql4	0,006 *	M1 < M2	7,1
mdsql5	0,039 *	M1 < M2	4,5
sqtl	0,002 *	M1 < M2	13,3
sqtl	0,009 *	M1 < M2	10,0

p ≤ 0,05. mesql1: left hand, total number of lines on finger 1 – thumb; mesql2: left hand, total number of lines on finger 2 – index finger; mesql3: left hand, total number of lines on finger 3 – middle finger; mesql4: left hand, total number of lines on finger 4 – ring finger; mesql5: left hand, total number of lines on finger 5 – little finger; sqtle : total number of lines on the left hand; mdsq1: right hand, total number of lines on finger 1 – thumb; mdsq2: right hand, total number of lines on finger 2 – index finger; mdsq3: right hand, total number of lines on finger 3 – middle finger; mdsq4: right hand, total number of lines on finger 4 – ring finger; mdsq5: right hand, total number of lines on finger 5 – little finger; sqtl: total number of lines on the right hand; sqtl: total number of lines – both hands.

each method (j) for each observation (i). The results displayed in table 4 show that there are significant differences between the mean values of the inter-investigator squared differences in the two methods. Among the significant and clear differences, the M1 differences are significantly lower than the ones observed in M2. Therefore, M2 has an amplitude that is approximately 4 times (14.9 = 3.86 ~ 4 times) higher than that observed in M1. Thus, M1 has a greater convergence in the inter-investigator evaluations and, hence, greater reproducibility.

For the non-parametric variables, the Wilcoxon non-parametric test was applied using a significance level of p < 0.05, by taking into consideration the method and investigator. The results are shown in table 5.

Table 5 shows that for both discretionary variables, i.e., model and investigator, there are no significant differences between the distributions of the groups. This result suggests that the two methods have a parallelism and that their evaluations are superposed. Thus, they are not significantly different, except for the amplitudes of the differences, which were significantly greater in M2.

**DISCUSSION**

New technology is a real tool of great importance for the investigation and qualification of scientific research. Additionally, in this case, the new instruments contribute to the formulation of new concepts for the observations and anthropometric analyses.

When observing the process of anthropometric evaluations of individuals, the promotion of human health can be increased because this is one of the factors that lead to the desired accuracy in prescriptions and referrals of physical activity and, consequently, to the quality of life<sup>15</sup>.

In the proposed statistical observation, the correlation between the

**Table 5**  
Comparison of non-parametric variables based on the methods and investigators (non-parametric Wilcoxon test)

Variável	Método	Avaliador
A	0,589	0,589
L	0,839	0,730
W	0,964	0,988
met1	1,000	1,000
met2	0,886	0,886
met3	1,000	1,000
met4	1,000	1,000
met5	1,000	0,545
mdt1	0,833	0,833
mdt2	1,000	1,000
mdt3	1,000	1,000
mdt4	1,000	1,000
mdt5	0,264	0,264
met1_c	1,000	1,000
met2_c	0,698	0,698
met3_c	0,836	0,836
met4_c	1,000	1,000
met5_c	1,000	0,545
mdt1_c	0,849	0,849
mdt2_c	1,000	1,000
mdt3_c	1,000	1,000
mdt4_c	1,000	1,000
mdt5_c	0,605	0,605

A: Arch; L: Loop; W: Whorl; met1: left hand pattern of finger 1; met2: finger 2; met3: finger 3; met4: finger 4; met5: finger 5; mdt1: right hand pattern of finger 1; mdt2: finger 2, mdt3: finger 3; mdt4: finger 4; mdt5: finger 5; met1\_c: left hand pattern of finger 1, control; met2\_c: finger 2, control; met3\_c: finger 3, control; met4\_c: finger 4, control; met5\_c: finger 5, control; mdt1\_c: right hand pattern of finger 1, control; mdt2\_c: finger 2, control; mdt3\_c: finger 3, control; mdt4\_c: finger 4, control; mdt5\_c: finger 5, control.

methods is evident, which qualifies the computerized method as a valid instrument for dermatoglyphic research. In this case, the correlation is crucial for affirming the development of new technologies and applications for this method, which met the criteria of adequate knowledge, perceived applicability and scientific support.

Dermatoglyphics, which starts with an observation of the genetic potential, has the computerized method as a possible quantifying and qualifying tool for analyzing the marker, allowing for a technological evolution in the collection, processing, storage and mathematical treatment of the marker. The potential of statistical analysis of data that can be observed on fingerprints creates possibilities for pattern recognition for the different dermal representations, with the ability to process information intersections that are still unachievable by the traditional method.

The collection of fingerprints by the traditional method provides a unique method of storing images, i.e., the physical storage of sheets on files, which hinders the recovery of information on the data reported and their location. With the computerized method, all images and data collected are stored virtually, using 4.7 megabytes per individual. Retrieving the image or information depends exclusively on a programmable command, allowing access to data on individuals, groups or even

a combination of any of the registered items at any time.

In the present study, when observing the time spent by the experts for collecting fingerprints, determining the points (core and delta), counting lines, identifying images, recording data and transferring them to the spreadsheet, the following values were found (in minutes per individual):  $3.48 \pm 0.8$  for the computerized method and  $36.02 \pm 2.06$  for the traditional method. The average time spent by the investigators when performing the computerized method represented 9.6 % of the average time spent performing the traditional method. This could allow increased sample sizes in future studies because delays in the collection, description and analysis of data are one of the factors reported by researchers as a barrier to studies with large groups.

The qualitative and the quantitative intersection of information on genotypic characteristics resulting from the use of the computerized method will allow a mathematical treatment when searching for pattern recognition, which will enable the investigation of new characteristics implemented from the fingerprint marker. This process is directly linked to the identification of the complex possibilities of dermatoglyphics.

Scientific studies correlating the computerized systems of the dermatoglyphic method with the traditional method were not found in the known scientific literature. Similar computerized systems were developed in other countries for use in health care<sup>18,19</sup>. However, the authors did not correlate them with the traditional method proposed by Cummins and Midlo<sup>7</sup>, thus not allowing for a comparative analysis between other results.

In conclusion, the results show the computerized method (M1) is an effective tool for capturing, structuring the design of and analyzing the fingerprints by the dermatoglyphic<sup>6</sup> method, a *sine qua non* condition for the acceptance and recognition of new scientific instruments.

### Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

### RESUMO

**Objetivo.** Correlacionar o método tradicional e o sistema informatizado de análise dermatoglífica.

**Métodos.** Amostra de n = 15 indivíduos, sendo dois avaliadores versus dois métodos versus amostra. Utilizou-se o protocolo de Cummins e Midlo pelos métodos: informatizado (M1) e tradicional (M2). Para observar a correlação entre o sistema informatizado e o tradicional, utilizou-se a correlação de Pearson. Com o intuito de avaliar a reprodutibilidade dos dois métodos, utilizou-se o teste t de Student pareado, a fim de comparar as variações internas dos dois métodos, tendo como base as duas medidas derivadas dos dois avaliadores para um mesmo observado.

**Resultados.** Observou-se que o M1 apresenta uma capacidade maior de identificação quantitativa do número de linhas. M1 é mais eficiente, potencializando o nível de assertividade. Não houve diferença significativa entre as observações dos avaliadores intra (M1 versus M2) e inter (avaliador 1 versus avaliador 2), demonstrando a capacidade de reprodutibilidade e confiabilidade do M1. Na comparação das variações internas dos dois métodos, existem diferenças significativas entre os valores médios dos quadrados das diferenças interavaliadores, e M2 apresenta amplitude 4 vezes maior.

**Conclusões.** Os resultados sugerem o que M1 é um instrumento eficaz na captura, estruturação do desenho e a análise das impressões digitais pelo método dermatoglífico<sup>6</sup>, condição *sine qua non* para a aceitação e o reconhecimento científico de novos instrumentos.

### Palavras-chave:

Dermatoglyphia.  
Software.  
Antropometria.



## References

1. Abramova TF, Izaak SI, Kochetkova NI. Asymmetry of signs of finger dermatoglyphics, physical potential and physical qualities of a man. *Morfologia*. 2000;118(5):56-9.
2. Butova O, Lisova I. Correlations of various parameters of the human constitution. *Morfologia*. 2001;119(2):63-6.
3. Silva Dantas PM. Relationship between condition and genetic predisposition in Brazilian futsal. [Thesis]. Natal (RN): Universidade do Rio Grande do Norte; 2004.
4. Almeida M, Fernandes Filho J, Silva Dantas P. Relationship between dermatoglyphic indices with isokinetic assessment and ergospirometry. *Fit Perf J*. 2005;4(2):101-8.
5. Cabral SA, Barbosa FP, Cabral BG, Knackfuss MI, de Medeiros HJ, Fernandes Filho J. The Brazilian volleyball juvenile female team and its dermatoglyphic characteristics. *Acta Cir Bras*. 2005;20(1):22-6.
6. Carvalho E, Fernandes Filho J, Novaes J. Somatotypical profile, dermatoglyphic profile and profile of physical characteristics of the Brazil Women's Adult National Handball Team by game position. *Fit Perf J*. 2005;4(4):236-42.
7. Cummins H, Midlo C. Fingerprints, palms, and soles: An Introduction to Dermatoglyphics. New York: Dover Publication; 1961.
8. Beiguelman B. Human Cytogenetics. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1982.
9. Silva Dantas P, Fernandes Filho J. Futsal: identification of genetic, physical fitness and somatotypical profiles that characterize male athletes with high performance who are participants of adult futsal in Brazil. *Fit Perf J*. 2002;1(1):28-36.
10. Cheng YM. Comparison of the dermatoglyphic features of men's rapid-fire shooter and slow-fire shooter. *Journal of Shandong Physical Education Institute*. 2000;16(1):31-4.
11. Kovalchuk GI. Anthropogenic and psychological indexes of athletes sporting and technical performance. *Teor Prak Fiz Kult*. 2004;4:45-9.
12. Macedo MM, Fernandes Filho J. Study of the dermatoglyphic and somatotypical characteristics and the basic physical qualities in different stages of sexual maturation. *Fit Perf J*. 2003;2(6):315-20.
13. Nikitjuk BA. Adaptatsiya, konstitutsiya i motorika [Adaptation, constitution and motorics]. *Kineziologija*. 1988;20(1):1-6.
14. Assef M, Oliveira AS, Teixeira ES, Alonso L. Fingerprints as predictors of motor coordination in athletes of the Brazilian women's under-17 national soccer team. *Lecturas Educación Física y Deportes*. 2009;14(132).
15. Nahas MV. Physical activity, health and quality of life: concepts and suggestions for an active lifestyle. Londrina: Midiograf; 2006.
16. Borin JP, Padovani CR, Aragon FF, Gonçalves A. Dermatoglyphics in Sports Sciences: Understanding the distribution of quantitative indicators in non-athletes and athletes of basketball according to their performance. *Rev Andal Med Deporte*. 2012;5(3):99-104.
17. Del Vecchio FB, Gonçalves A. Dermatoglyphics as biological markers of sports performance. *Rev Andal Med Deporte*. 2011;4(1):38-46.
18. Nanakorn S, Poosankam P, Mongconthawornchai P. Perspective automated inkless fingerprinting imaging software for fingerprint research. *J Med Assoc Thai*. 2008;91(1):82-5.
19. Qiao Y, Li Z, Wang Q, Zeng Y, Liang K. Identification of palm print using dermatoglyphics analysis and detection system. *Med Eng Phys*. 2005;27(3):229-35.



Original

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

## Caracterização da condição física e fatores de risco cardiovascular de policiais militares rodoviários

J. V. D. C. Esteves<sup>a,b</sup>, M. L. Andrade<sup>a</sup>, L. Gealh<sup>a</sup>, L. V. Andreato<sup>a,c</sup> e S. M. Franzói de Moraes<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ciências Fisiológicas. Universidade Estadual de Maringá. Maringá-Paraná. Brasil.

<sup>b</sup>Instituto de Ciências Biomédicas. Universidade de São Paulo. São Paulo. Brasil.

<sup>c</sup>Escola de Educação Física e Esporte. Universidade de São Paulo. São Paulo. Brasil.

### Artigo história:

Recebido el 21 de agosto de 2012

Aceito el 23 de setembro de 2013

### Palabras clave:

Policia de carretera.

Aptitud fisica.

Composicion corporal.

Riesgo cardiovascular.

### Key words:

Highway police.

Physical fitness.

Body composition.

Cardiovascular risk.

### Correspondência:

S. M. Franzói de Moraes.

Departamento de Ciências Fisiológicas.

Laboratório de Fisiologia do Esforço.

Av: Colombo, 5790, bloco H-79, sala 109

CEP 87020-900 Maringá - PR.

E-mail: smfmoraes@uem.br

### RESUMEN

#### Caracterización de la condición física y factores del riesgo cardiovascular de la policía de carreteras

**Objetivo.** Evaluar los niveles de aptitud, composición corporal y de la presión arterial de la policía de carreteras en el estado de Paraná, Brasil.

**Método.** Se analizó a 52 oficiales del sexo masculino ( $38,3 \pm 6,3$  años, y  $89,6 \pm 18,4$  kg). Fueron realizadas diferentes mediciones para la obtención del índice de masa corporal (IMC); la circunferencia de cintura (CC); el índice cintura/cadera (ICC). La composición corporal se midió por medio del espesor del pliegue cutáneo; la potencia aeróbica se estimó indirectamente mediante una prueba de esfuerzo en una cinta ergométrica; la fuerza muscular de los miembros superiores se midió mediante el número de flexiones y la del abdomen por el número de abdominales y la presión arterial fue medida por auscultación.

**Resultados.** Los policías presentaban un IMC clasificado como obesidad leve ( $28,6 \pm 4,8$  kg/m<sup>2</sup>); la CC de alto riesgo ( $95,4 \pm 10,8$  cm); el ICC alto ( $0,92 \pm 0,05$ ); el porcentaje de grasa corporal por encima de los valores recomendados ( $23,6 \pm 4,3$  %); la potencia aeróbica buena ( $34,8 \pm 1,1$  ml/kg/min); la RM de los miembros superiores ( $21 \pm 8$  repeticiones) y del abdomen ( $28 \pm 8$  repeticiones) medias, y una proporción significativa (23 %) de los policías presentaron niveles de presión arterial alterada.

**Conclusión.** En base a estos resultados, fue posible verificar que aunque la policía ha mantenido buenos niveles de potencia aeróbica y fuerza muscular, presentaron exceso de peso e índices que indican alto riesgo cardiovascular.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

### ABSTRACT

#### Characterization of the physical condition and cardiovascular risk of highway police officers

**Objective.** The aim of this study was to assess the physical fitness, body composition and blood pressure of highway police officers in the state of Paraná, Brazil.

**Method.** The sample consisted of 52 male ( $38.3 \pm 6.3$  years old,  $89.6 \pm 18.4$  kg) where the following determinations were performed: body mass index (BMI); waist circumference (WC); waist/hip ratio (WHR); body composition (skinfold thickness); aerobic power (indirectly estimated in a treadmill test); muscle strength of the upper limbs was measured by the number of push-ups and abdominal strength by the number of crunches (ES) and blood pressure (measured by auscultatory method).

**Results.** The highway police officers had a BMI classified as mild obesity ( $28.6 \pm 4.8$  kg/m<sup>2</sup>), and a higher cardiovascular risk as determined by WC ( $95.4 \pm 10.8$  cm) and WHR ( $0.92 \pm 0.05$ ). The percentage of body fat was above the recommended values ( $23.6 \pm 4.3$  %) but the aerobic power was considered good ( $34.8 \pm 1.1$  ml/kg/min). Mean ES upper body ( $21 \pm 8$  repetitions) and abdomen ( $28 \pm 8$  repetitions) were qualified as fair but mean blood pressure was considered high in 23 % of the police officers.

**Conclusion.** Based on our results it was possible to conclude that although the police officers presented good levels of aerobic power and muscle strength, they are overweight and showed a higher cardiovascular risk.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

## INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) são responsáveis por elevadas taxas de morbidade e mortalidade em todo o mundo. Diversos são os fatores de risco conhecidos para as DCV, onde o excesso de peso, estilo de vida estressante e a inatividade física desempenham papel notório<sup>1</sup>. Assim, medidas visando a redução dos fatores de risco cardiovasculares modificáveis devem estar entre os principais objetivos na prevenção das DCV<sup>2</sup>, e, o exercício físico regular, acompanhado por avaliação física sistemática, tornam-se estratégias importantes a serem utilizadas.

Na última década, muitos foram os estudos conduzidos demonstrando os efeitos positivos da prática regular de exercício físico, especialmente para a saúde cardiovascular<sup>3,4</sup>. Ademais, sabe-se que altos níveis de aptidão física correlacionam-se negativamente com índices de mortalidade<sup>5</sup>. Assim, espera-se que algumas profissões apresentem melhores níveis de aptidão física do que outras, não apenas em relação à saúde individual, mas, sobretudo, em relação ao papel desempenhado na sociedade.

Dessa forma, os policiais rodoviários exercem uma função muito importante na sociedade, garantindo a segurança no trânsito, fiscalizando e combatendo o crime, fazendo trabalhos educacionais na tentativa de minimizar acidentes de trânsito, e espera-se que estejam sempre prontos e aptos para cumprirem com seus deveres e defender o poder público. Ao ingressarem na carreira militar, uma bateria de testes físicos (teste em barra fixa, teste de impulsão horizontal e teste de corrida de 12 minutos) é realizada para averiguar se os policiais apresentam uma boa aptidão física para exercerem sua profissão<sup>6</sup> e espera-se que esses níveis sejam mantidos com o passar dos anos.

Entretanto, alguns trabalhos apresentam resultados opostos a essa ideia. Exemplo disso foi o estudo realizado por Anton<sup>7</sup>, no qual se identificou o nível de aptidão física que se encontrava os policiais do estado de Santa Catarina, e mostrou-se que apenas 36 % dos policiais investigados estavam aptos a desempenharem policiamento ostensivo a pé, enquanto que 64 % do efetivo encontravam-se inaptos para o trabalho. No estudo de Velho<sup>8</sup>, também com policiais de Santa Catarina, constatou-se que os oficiais que apresentaram melhores índices de aptidão física foram aqueles que estavam em período de formação e que, à medida que o tempo passava, esses níveis de aptidão iam diminuindo. Além disso, em estudo conduzido por Ramey et al.<sup>9</sup>, foi verificado que em comparação com os pares civis na população geral, policiais possuíam até 1,7 vezes mais chances de desenvolver doenças cardiovasculares, além de apresentarem valores elevados de hipertensão arterial e hipercolesterolemia<sup>10-12</sup>.

No entanto, esses dados ainda são discutíveis diante do baixo número de estudos envolvendo oficiais militares, sobretudo, estudos recentes com policiais rodoviários brasileiros. Ademais, acreditamos que o conhecimento dessas informações, contribuirá sobremaneira para a criação de estratégias na prevenção e controle dos fatores de risco modificáveis para as DCV, especialmente para os militares brasileiros. Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar os níveis de condição física, composição corporal e pressão arterial de policiais rodoviários do estado do Paraná, Brasil.

## MÉTODO

### Amostra

A amostra foi composta por 52 oficiais do gênero masculino, de diferentes patentes da Polícia Rodoviária do Estado do Paraná, Brasil, na sua maioria

graduados (26 soldados, 18 cabos, 4 sargentos, 2 subtenentes), um oficial subalterno (2º tenente), um oficial intermediário (capitão) e não foi avaliado nenhum oficial superior. Os sujeitos possuíam entre 26 e 55 anos, sendo a média de idade obtida de  $38,3 \pm 6,3$  anos. Dentre os oficiais avaliados, encontravam-se aqueles que desempenhavam funções de cunho administrativo na sede da companhia e aqueles responsáveis pelos postos rodoviários da região. Como os policiais rodoviários possuíam uma jornada de trabalho bastante intensa (24h de trabalho por 48h de descanso) e trabalhavam em diferentes distritos da região, cada avaliado visitou o laboratório uma vez. Os sujeitos foram avaliados no Laboratório de Fisiologia do Esforço (LABFISE) da Universidade Estadual de Maringá.

Anteriormente às coletas, os sujeitos foram informados sobre os procedimentos que seriam submetidos e assinaram voluntariamente um termo de consentimento livre e esclarecido. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (COPEP) da Universidade Estadual de Maringá, parecer nº 175/2007.

### Antropometria

Os policiais tiveram sua massa corporal mensurada com utilização de balança mecânica (Fillizola®, mod. 31, Brasil) com precisão de 0,1 kg, e a estatura determinada em estadiômetro (Seca®, mod. 206, Brasil) com precisão de 0,1 cm, segundo protocolo de Lohman et al.<sup>13</sup>. A partir das medidas de massa corporal e estatura determinou-se o índice de massa corporal (IMC) por uso do quociente massa corporal/estatura<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>), sendo os indivíduos classificados de acordo com a Organização Mundial da Saúde<sup>14</sup>.

As medidas antropométricas de cintura (CC) e quadril (CQ) foram realizadas com fita métrica inextensível e não elástica (Seca®, mod. 201, Brasil) com precisão de 0,1 cm, seguindo padronização de Lohman et al.<sup>13</sup>. Para classificação da Relação Cintura/Quadril (RCQ) foram considerados os estratos estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde<sup>15</sup>.

A determinação da espessura das dobras cutâneas (peitoral, axilar média, tricipital, subescapular, abdominal, supra-iliaca e coxa-medial) foi realizada em forma de triplicata, sendo utilizado o valor médio, seguindo a padronização de Lohman et al.<sup>13</sup>. Para isto, utilizou-se plicômetro Harpenden (John Bull British Indicators®, Inglaterra) com pressão constante de 10 g/mm e precisão de 0,2 mm.

A partir da espessura das dobras cutâneas determinou-se a densidade corporal pela fórmula de Jackson e Pollock<sup>16</sup>. Determinada a densidade corporal utilizou-se a equação proposta por Siri<sup>17</sup> para estimar o percentual de gordura corporal dos policiais militares rodoviários.

### Aptidão aeróbia

Os oficiais tiveram sua aptidão aeróbia ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) determinada indiretamente em teste de esforço em esteira rolante (Inbrasport®, mod. *classic I*, Brasil) seguindo protocolo e equação propostas por Bruce et al.<sup>18</sup>, monitorado por eletrocardiógrafo (Micromed® mod. ErgoPC 13, Brasil). A partir dos valores de  $VO_{2m\acute{a}x}$  realizou-se a classificação da aptidão aeróbia utilizando valores de referência do *American Heart Association*<sup>19</sup>.

### Resistência muscular

A mensuração da resistência de força abdominal e de membros superiores foi obtida por realização dos testes de abdominal e flexão de braço, respectivamente<sup>20</sup>, sendo os indivíduos classificados de acordo com o *Canadian Standardized Test of Fitness*<sup>21</sup>.

## Pressão arterial

As mensurações de pressão arterial (PA) foram realizadas após repouso de pelo menos cinco minutos em posição supina, antes do início do teste de esforço ergométrico, pelo método auscultatório utilizando-se esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Unitec®, Brasil), seguindo os parâmetros estabelecidos pela V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial<sup>22</sup>.

## Análise estatística

Os dados obtidos foram tratados por meio de estatística descritiva pelo programa Excel® e apresentados em forma de média, desvio padrão (DP), intervalo de confiança de 95 % (IC 95 %) e frequência (%).

## RESULTADOS

Na tentativa de identificar os níveis de condição física, composição corporal e pressão arterial dos policiais militares rodoviários, foram realizadas mensurações específicas, e os resultados estão apresentados na tabela 1.

Os policiais rodoviários do presente estudo, apresentaram IMC classificado como obesidade leve<sup>14</sup>, risco elevado e alto para circunferência de cintura e RCQ, respectivamente<sup>15</sup>, percentual de gordura corporal acima dos valores recomendáveis<sup>23</sup>, potência aeróbia boa<sup>19</sup> e resistência muscular localizada (RML) de membros superiores e de abdome médias<sup>21</sup>.

Considerando os valores médios pressóricos apresentados na tabela 1, os oficiais militares seriam classificados como normotensos<sup>22</sup>. Todavia, quando analisados os valores individualmente, 77 % dos policiais foram considerados normotensos, enquanto uma parcela importante dos oficiais (23 %) foi classificada como hipertensa<sup>22</sup>.

Em relação à resistência muscular localizada (membros superiores e abdome), a expressão dos valores relativos e as diferentes classificações apresentadas pelos militares rodoviários, exibem um panorama mais elucidativo da variável, como podemos observar na figura 1.

De acordo com a figura 1, pode-se perceber que a maioria dos policiais evidenciou valores de resistência muscular de membros superiores

(~ 60 %) e RML de abdome (~ 50 %) acima da média ou excelente. Contudo, aproximadamente 30 % e 20 % dos policiais foram classificados como possuindo resistência muscular de abdome e de membros superiores abaixo da média ou fraca, respectivamente.

## DISCUSSÃO

A profissão de policial militar exige uma boa capacidade física e psicológica para desempenhar com qualidade sua função na sociedade. Prova disso é o fato de que para ingressarem na carreira militar, uma bateria de testes é realizada para averiguar se a condição física exigida à profissão apresenta-se adequada<sup>6</sup>. Contudo, pouco se sabe da evolução física após o ingresso na carreira militar, especialmente na polícia rodoviária. Desse modo, este estudo propôs avaliar alguns componentes da aptidão física (potência aeróbia, composição corporal e resistência muscular) e fatores considerados de risco cardiovascular (pressão arterial, circunferência de cintura e RCQ) de policiais militares rodoviários do estado do Paraná, Brasil.

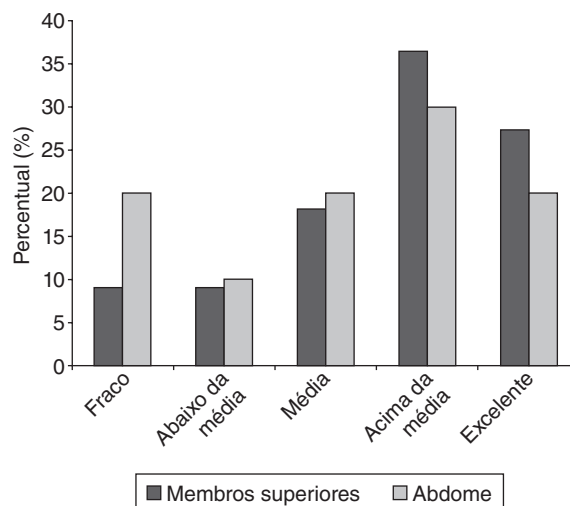
Uma maneira de avaliar os riscos do excesso de peso é por meio do IMC, o qual embora possua algumas limitações, demonstrou-se que valores elevados associam-se com diversas desordens metabólicas e com o risco relativo de mortalidade total<sup>24-26</sup>. No presente estudo, seguindo os critérios estabelecidos pela WHO<sup>14</sup>, os policiais rodoviários foram estratificados apresentando obesidade leve. Estes achados corroboram com estudo de Bezerra Filha<sup>27</sup>, no qual policiais militares do Estado da Paraíba, Brasil (n = 70), em sua maioria (53 %) foram classificados com o quadro de obesidade leve e 13 % com obesidade moderada. Reis-Junior<sup>28</sup>, em pesquisa envolvendo policiais militares de Goiás, Brasil (n = 70), observou-se que 52 % da amostra demonstrou obesidade leve e 8 % obesidade moderada. Calamita et al.<sup>29</sup>, avaliando o estado nutricional de policiais militares do estado de São Paulo, Brasil (n = 912), relataram que 50 % dos policiais reportaram obesidade leve e 18 % obesidade moderada. Resultados semelhantes foram descritos por Donadussi et al.<sup>30</sup>, onde 45 % dos policiais militares de Cascavel no estado do Paraná, Brasil (n = 183) apresentaram obesidade leve e 16 % obesidade moderada. Ramey et al.<sup>10</sup>, estudaram 334 policiais americanos e observaram que 47 % apresentaram obesidade leve e 32 % obesidade moderada. Indicando desse modo que

**Tabela 1**

Características antropométricas, de aptidão física e pressão arterial de policiais militares rodoviários do estado do Paraná - Brasil (n = 52)

Variável	Média	DP	IC 95 %
Massa corporal (kg)	89,6	18,4	84,6 - 94,6
Estatura (m)	1,77	0,06	1,75 - 1,79
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28,6	4,8	27,3 - 29,9
Circunferência de cintura (cm)	95,4	10,8	92,5 - 98,3
RCQ	0,92	0,05	0,91 - 0,93
% Gordura corporal	23,6	4,3	22,4 - 24,8
VO <sub>2máx</sub> (ml/kg/min)	34,8	1,1	34,5 - 35,1
Flexão de braço (repetições)	21	8	19 - 23
Abdominais (repetições)	28	8	26 - 30
PAS (mm Hg)	128,4	15,9	124,1 - 132,7
PAD (mm Hg)	86,7	12,2	83,4 - 90,0

DP: desvio-padrão; IC 95 %: intervalo de confiança 95 %; IMC: índice de massa corporal; RCQ: relação cintura/quadril; VO<sub>2máx</sub>: consumo máximo de oxigênio; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.



**Fig. 1.** Resistência muscular de membros superior e abdominal de policiais militares rodoviários do estado do Paraná, Brasil (n = 52).

o excesso de peso constitui um grave problema entre oficiais militares brasileiros e americanos, fazendo-se necessárias ações combativas.

Além do IMC, outro parâmetro utilizado para predição de risco cardiovascular e disfunções metabólicas é a CC<sup>31</sup>. Segundo a Organização Mundial da Saúde, valores de CC acima de 80 centímetros (cm) para mulheres e 94 cm para homens representam risco elevado para desenvolverem doenças associadas à obesidade<sup>15</sup>. Além disso, outro indicador bastante usado na literatura é a relação cintura/quadril (RCQ). Ambos os índices verificam a deposição de gordura na região abdominal (obesidade abdominal ou visceral), pois este tipo de obesidade é o fator de risco mais grave para doença cardiovascular e distúrbio na homeostase glicêmica<sup>32</sup>.

Neste estudo, considerando os valores médios, os policiais rodoviários foram classificados quanto à CC como apresentando risco elevado, extrapolando 1,4 cm o limite de corte. Considerando a estratificação de risco (baixo, moderado, alto e muito alto) e os valores de RCQ, os policiais rodoviários foram qualificados com risco alto<sup>15</sup>. Em ambos os estudos envolvendo policiais militares brasileiros, Frutuoso<sup>33</sup> em Minas Gerais (n = 15) e Bezerra Filha<sup>27</sup> no estado da Paraíba (n = 70), apresentaram classificação de risco moderado, diferentemente dos achados deste estudo.

Tratando-se de risco cardiovascular, o conhecimento da composição corporal é de suma importância, pois como exposto acima, o excesso de adiposidade está intimamente correlacionada com diversas enfermidades. Segundo Pitanga<sup>23</sup>, valores normais de gordura corporal para homens adultos variam entre 12 % e 18 %. Neste trabalho, os valores de adiposidade estão acima da normalidade, fato este merece atenção, pois quando associado a baixos níveis de atividade física, favorecem o surgimento de diversas doenças. Em estudo com policiais militares brasileiros do estado da Paraíba realizado por Bezerra Filha<sup>27</sup>, foi evidenciado que os valores de adiposidade também estavam acima da normalidade (22,7 %). Valores semelhantes foram reportados por Donadussi et al.<sup>30</sup>, onde, policiais militares paranaenses apresentaram 21 % de gordura corporal. Santos e Zamana<sup>34</sup> encontraram resultados similares com policiais militares do estado de São Paulo, Brasil, apresentando 20 % de gordura corporal. Em estudo realizado com policiais americanos (n = 30), verificou-se valores de 18,6 % de adiposidade<sup>35</sup>. Velho<sup>8</sup> reportou que apenas policiais militares com até três anos de formação possuíam percentual de gordura compatível com a normalidade. Estes dados, associados ao excesso de peso e adiposidade corporal, apresentam-se muito preocupantes para a saúde dos oficiais militares brasileiros.

Outro estabelecido fator de risco para DCV é a hipertensão arterial. Neste estudo, quando considerado os valores médios pressóricos (tabela 1), os policiais rodoviários foram classificados como normotensos. No entanto, quando analisados individualmente, 23 % dos oficiais foram classificados como hipertensos. Ressalta-se que foram adotados como valores normais de PA aqueles oficiais que durante a avaliação física estiveram com valores menores que 140 mm Hg para a PAS e até 89 mm Hg para a PAD, bem como valores alterados (hipertensos) aqueles indivíduos com valores de PAS maiores ou iguais a 140 mm Hg e mensurações maiores ou iguais a 90 mm Hg para a PAD, de acordo com a V Diretrizes Brasileira de Hipertensão Arterial<sup>22</sup>.

Calamita et al.<sup>29</sup> em pesquisa realizada no estado de São Paulo, Brasil (n = 912), mostraram que apenas 5 % dos policiais possuíam hipertensão arterial. Resultados semelhantes foram reportados por Obregón et al.<sup>36</sup> com a Guarda Nacional Venezuelana (n = 535) apresentando 7 % de hipertensos. Porém, esses trabalhos foram um pouco discrepantes do estudo de Grósz et al.<sup>37</sup> envolvendo pilotos militares Húngaros (n = 250), no qual 15 % apresentaram níveis pressóricos elevados e sustentados.

Valores superiores foram observados em policiais americanos, onde Ramey et al.<sup>10</sup> reportaram prevalência de 29 % entre os homens (n = 272) e 19 % de hipertensão entre as mulheres (n = 42). Já em pesquisa mais abrangente, realizada com policiais homens em nove estados americanos (n = 2818), uma prevalência média de 38 % foi observada<sup>12</sup>. No presente estudo, uma parcela significativa dos policiais apresentou valores pressóricos alterados, fato este que deve ser averiguado. Apesar de não investigado neste estudo, fatores de risco como sedentarismo, hábitos alimentares, rotina de trabalho estressante, dentre outros, podem ter contribuído para a elevação da PA.

Estudos como o de Fagard<sup>1</sup> já mostraram a importância de se ter uma vida mais ativa como forma de profilaxia para doenças cardiovasculares, em especial a hipertensão arterial. Segundo este autor<sup>1</sup>, indivíduos ativos apresentam risco aproximado 30 % menor de desenvolver hipertensão arterial do que indivíduos sedentários.

Além das medidas antropométricas, a estimativa da condição cardiorrespiratória é importante na avaliação cardiovascular, uma vez que valores baixos de  $VO_{2máx}$  estão correlacionados com mortalidade<sup>5,38</sup>. No presente estudo, os policiais militares rodoviários apresentaram bons valores de  $VO_{2máx}$ <sup>19</sup>. Resultados semelhantes foram observados no trabalho de Bezerra Filha<sup>27</sup>, onde policiais militares paraibanos apresentaram potência aeróbia de  $37,3 \pm 7$  ml/kg/min. No estudo de Gonçalves<sup>39</sup>, com policiais militares de Porto Velho, Brasil (n = 35) foi apontado potência aeróbia de  $40,1 \pm 8,9$  ml/kg/min, demonstrando superioridade em relação ao presente estudo. Resultados superiores também foram reportados no estudo de Boldori<sup>40</sup>, com bombeiros militares que apresentaram potência aeróbia de  $44,5 \pm 6,4$  ml/kg/min.

Outra variável analisada foi a resistência muscular localizada. Considerando os valores da tabela 1, a resistência muscular de membros superiores e de abdome dos policiais rodoviários foi classificada como média<sup>21</sup>.

Em estudo realizado por Boldori<sup>40</sup>, com bombeiros militares de Santa Catarina, Brasil, valores elevados de resistência muscular de abdome foram encontrados, com média de  $41 \pm 7$  repetições, bastante superior aos resultados encontrados neste estudo. No estudo de Bezerra Filha<sup>27</sup>, policiais do Estado da Paraíba, Brasil apresentaram na RML de abdome  $36 \pm 8$  repetições. Resultados muito superiores ( $62 \pm 14$  repetições) foram reportados por Gonçalves<sup>39</sup> em seu trabalho com policiais militares do município de Porto Velho, Brasil. O mesmo autor, em relação à resistência muscular de membros superiores, reportou valores de  $33 \pm 11$  repetições, bastante superior em comparação aos dados deste estudo.

Considerando a figura 1, observa-se que grande parte dos policiais rodoviários analisados foram classificados como acima da média ou excelente nos valores referentes à resistência muscular de membros superiores e abdome. Entretanto, vale ressaltar que espera-se que os policiais militares estejam acima da média populacional em relação aos níveis de condição física, uma vez que desempenham uma série de funções relevantes à sociedade, inclusive combatendo o crime e zelando pela segurança pública.

A falta de dados correspondentes aos níveis glicídicos e lipídicos plasmáticos, o tempo de atuação profissional, a avaliação do nível de estresse e de atividade física habitual, bem como, o acompanhamento longitudinal das mudanças ocorridas nos aspectos morfofuncionais dos policiais rodoviários, poderiam contribuir ainda mais para uma maior caracterização dos fatores de risco cardiovasculares dessa população, no entanto, apresentam-se como limitações da pesquisa.

Por fim, conclui-se que os policiais militares rodoviários do estado do Paraná – Brasil mostraram-se com níveis inadequados de condição fisi-

ca, apresentando excesso de peso e adiposidade corporais, e, uma parcela importante, exibiu níveis pressóricos elevados, sugerindo elevado risco cardiovascular. Dessa forma, sugere-se que programas de condicionamento e avaliação física sistemática sejam incentivados a essa parcela específica da população, a fim de que os mesmos mantenham e/ou melhorem sua condição física, semelhante aos níveis desejados ao ingresso na carreira militar.

## Agradecimentos

Os pesquisadores João Victor Del Conti Esteves, Maynara Lucca Andrade e Leonardo Vidal Andreato agradecem aos órgãos CNPQ e CAPES por bolsas de estudo.

## Conflito de interesses

Os autores declaram que no tienen ningún conflito de intereses.

## RESUMO

**Objetivo.** O objetivo do presente estudo foi verificar os níveis de condição, composição corporal e pressão arterial de policiais rodoviários do estado do Paraná - Brasil.

**Método.** Fizeram parte da amostra 52 oficiais do sexo masculino (idade: 38,3 ± 6,3 anos, massa corporal: 89,6 ± 18,4 kg) de diferentes patentes. Foram realizadas diversas mensurações para obtenção do índice de massa corporal (IMC), circunferência de cintura (CC), relação cintura/quadril (RCQ), composição corporal por meio da espessura de dobras cutâneas, potência aeróbia estimada indiretamente em teste de esforço ergométrico, resistência muscular localizada (RML) de membros superiores e abdominal e os níveis pressóricos foram aferidos por método auscultatório.

**Resultados.** Considerando as variáveis analisadas, os policiais rodoviários apresentaram IMC de 28,6 ± 4,8 kg/m<sup>2</sup>, risco cardiovascular elevado (95,4 ± 10,8 cm) para CC e alto (0,92 ± 0,05) para RCQ. O percentual de gordura corporal apresentou-se acima dos valores recomendáveis (23,6 ± 4,3 %) para saúde, a potência aeróbia estimada foi considerada boa (34,8 ± 1,1 ml/kg/min), a RML de membros superiores (21 ± 8 repetições) e foi obtida por realização dos testes de abdominal e flexão de braço, respectivamente (28 ± 8 repetições) foram classificadas como média e uma parcela importante dos oficiais (23 %) mostraram-se com níveis pressóricos elevados.

**Conclusão.** Os policiais militares rodoviários mostraram-se com níveis inadequados de condição física, apresentando excesso de peso e adiposidade corporais, e, uma parcela importante, exibiu níveis pressóricos elevados, sugerindo elevado risco cardiovascular.

### Palavras-chave:

Policiais rodoviários.  
Aptidão física.  
Composição corporal.  
Risco cardiovascular.

## Referências

1. Fagard RH. Physical activity, physical fitness and the incidence of hypertension. *Journal of Hypertension*. 2005;23:265-7.
2. Brotons C, Lobos JM, Royo-Bordonada MA, Maiques A, de Santiago A, Castellanos A, et al. Implementation of Spanish adaptation of the European guidelines on cardiovascular disease prevention in primary care. *BMC Family Practice*. 2013;14(1):36.
3. Kahn EB, Ramsey LT, Brownson RC, Heath GW, Howze EH, Powell KE, et al. The effectiveness of interventions to increase physical activity. A systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*. 2002;22:73-107.
4. Ketelhut RG, Franz IW, Scholze J. Regular Exercise as an Effective Approach in Antihypertensive Therapy. *Medicine and science in sports and exercise*. 2004;36:4-8.
5. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Dat D, Partington S, Atwood E. Exercise Capacity And Mortality Among Men Referred For Exercise Testing. The

- New England Journal of Medicine. 2002;346:793-801.
6. EDITAL.ORG. disponível em: <<http://www.edital.org/concurso-policia-rodoviaria-federal-reabre-inscricoes-para-provimento-de-340-vagas,451131>>. Acesso em 04/06/2010.
7. Anton A. Uma política de educação física e desporto. Monografia do Curso Superior de Polícia Militar, Centro de Ensino da Polícia Militar, Santa Catarina, 1984.
8. Velho MN. Análise da aptidão física dos policiais militares do Estado de Santa Catarina. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano, UFSM, 1994.
9. Ramey S, Downing N, Franke W. Milwaukee police department retirees: cardiovascular disease risk and morbidity among aging law enforcement officers. *AAOHN Journal*. 2009;57(11):448-53.
10. Ramey SL, Perkhounkova Y, Downing NR, Culp KR. Relationship of cardiovascular disease to stress and vital exhaustion in an urban, midwestern police department. *AAOHN J*. 2011;59(5):221-7.
11. Joseph PN, Violanti JM, Donahue R, Andrew ME, Trevisan M, Burchfiel CM, et al. Police work and subclinical atherosclerosis. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2009;51(6):700-7.
12. Ramey S. Cardiovascular disease risk factors and the perception of general health among male law enforcement officers: Encouraging behavioral change. *AAOHN Journal*. 2003;51(5):219-26.
13. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.
14. WHO. World Health Organization. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva, 1995.
15. WHO. World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Geneva, 1997.
16. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*. 1978;40(3):497-504.
17. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. En: Brozek J, Henschel A, editors. *Techniques for measuring body composition*. Washington: National Academy of Science; 1961. p. 223-44.
18. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal*. 1973;85(4):546-62.
19. Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da Composição Corporal Aplicada. São Paulo: Manole; 2000.
20. Pollock M, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 1993.
21. Canadian Standardized Test of Fitness (CSTF). Operations Manual. 3ª ed. Ottawa: Fitness and Amateur Sport, Canada; 1986.
22. Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC). V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2007;89(3):1-55.
23. Pitanga FJG. Testes, medidas e avaliação em educação física. 3ª ed. São Paulo: Phorte, 2004.
24. Janssen I. Influence of age on the relation between waist circumference and cardiometabolic risk markers. *Nutrition, Metabolism e Cardiovascular Diseases*. 2009;19(3):163-9.
25. Waaler HT. Hazard of obesity: the Norwegian experience. *Acta medica Scandinavica*. 1988;(723):17-21.
26. Meshkani R, Adeli K. Hepatic insulin resistance, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Clinical Biochemistry*. 2009;42(13-14):1331-46.
27. Bezerra Filha MJA. Níveis de aptidão física relacionados à saúde dos policiais militares que trabalham no serviço de rádio-patrolha do 5º Batalhão de João Pessoa. Monografia da Academia de Polícia Militar do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, 2004.
28. Reis-Junior J. Avaliação da Composição Corporal em Policiais Militares do 22º Batalhão da Polícia Militar do Estado de Goiás. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
29. Calamita Z, Silva-Filho CR, Capputti PF. Fatores de risco para doenças cardiovasculares no policial militar. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*. 2010;8(1):39-45.
30. Donadussi C, Oliveira AF, Fatel ECS, Dichi JB, Dichi I. Ingestão de lipídios na dieta e indicadores antropométricos de adiposidade em policiais militares. *Revista de Nutrição*. 2009;22(6):847-55.
31. Sarrafzadegan N, Kelishadi R, Siadat ZD, Esmailzadeh A, Solhpour A, Shirani S, et al. Obesity and cardiometabolic risk factors in a representative population of Iranian adolescents and adults in comparison to a Western population: the Isfahan Healthy Heart Programme. *Public health nutrition*. 2010;13(3):314-23.
32. Jensen MD. Role of Body Fat Distribution and the Metabolic Complications of Obesity. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2008;93(11):57-63.
33. Frutuoso H. Análise dos Riscos Coronarianos através do RCQ em policiais Militares da Cidade de Matipó - MG. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário de Caratinga, Caratinga, 2008.
34. Santos R, Zamana GT. Avaliação Física dos Policiais Militares do 34º BPM/I - Bragança Paulista. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade São Francisco, Bragança Paulista, 2008.
35. Adams J, Schneider J, Hubbard M, McCullough-Shock T, Cheng D, Simms K,

- et al. Measurement of functional capacity requirements of police officers to aid in development of an occupation-specific cardiac rehabilitation training program. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*. 2010;23(1):7-10.
36. Obregón O, Vecchionacce H, Brito S, Lavermicocca D. Perfil lipídico del comando regional 7 de la Guardiã Nacional. *Salus Militiae*. 1993;18(1/2):22-8.
37. Grósz A, Tóth E, Póter I. A 10-year follow-up of ischemic heart disease risk factors in military pilots. *Military Medicine*. 2007;172(2):214-9.
38. Wei M, Kampert JB, Barlow CR, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS, et al. Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight and obese man. *JAMA*. 1999;282(16):1547-53.
39. Gonçalves LGO. Aptidão Física Relacionada à Saúde de Policiais Militares do Município de Porto Velho - RO. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
40. Boldori R. Aptidão física e sua relação com a capacidade de trabalho dos bombeiros militares do Estado de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.



Original

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

## Atividade eletromiográfica dos músculos extensores do tronco durante exercícios de estabilização lumbar do método Pilates

G. A. Paz<sup>a</sup>, V. P. Lima<sup>b</sup>, H. Miranda<sup>a</sup>, C. G. de Oliveira<sup>a</sup> e E. H. M. Dantas<sup>b,c</sup>

<sup>a</sup>Escola de Educação Física e Desportos. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Brasil.

<sup>b</sup>Laboratório de Biociências da Motricidade Humana. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Brasil.

<sup>c</sup>Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Enfermagem e Biociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Brasil.

### Artigo história:

Recebido el 13 de setembro de 2012

Aceito el 1 de outubro de 2013

### Palabras clave:

Electromiografía.

Contracción isométrica.

Pilates.

### Key words:

Electromyography.

Isometric contraction.

Pilates.

### Correspondência:

G. Andrade Paz.

Escola de Educação Física e Desportos.

Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Av. Carlos Chagas Filho.

Cidade Universitária.

Rio de Janeiro, RJ. 21941-590, Brasil.

E-mail: gabriel.andrade.paz@gmail.com

### RESUMEN

#### Actividad electromiográfica de los músculos extensores del tronco durante la estabilización física del método Pilates

**Objetivo.** El propósito de este estudio fue valorar la electromiografía (EMG) de los músculos del tronco durante ejercicios de estabilidad del método Pilates.

**Método.** Los participantes fueron 15 estudiantes universitarios (20,9 ± 2,4 años, 162,7 ± 6,7 cm de altura; 61,7 ± 6,4 kg de peso y 13,2 ± 5,2 % de grasa corporal) con experiencia previa en Pilates. Los ejercicios de Pilates: *superman* (SU), *swimming* (SW), *breaststroke* (BS), *hip extension* (HE) y el *quadruped arm and lower extremity lift* (QA) se realizaron con esfuerzo isométrico máximo. Se registró la señal de EMG de *multifidus* (MD), *dorsal longissimus* (DL) e *iliocostalis* (IC). La normalización de la señal EMG se realizó mediante la contracción voluntaria máxima (% CVM). En el análisis estadístico se aplicó el test de Shapiro-Wilk seguido por ANOVA de una vía y de Bonferroni *post hoc* (p < 0,05).

**Resultados.** Los ejercicios del SU, SW, BS y HE mostraron mayores niveles de activación muscular (> 40 % CVM) para DL y IC, sin embargo, durante el control de calidad se observó una reducción significativa en la activación muscular para todos los músculos controlados en comparación con otros ejercicios.

**Conclusión.** Por lo tanto, los ejercicios anteriores se pueden realizar buscando mejorar la activación de los músculos del tronco y la estabilidad de la columna vertebral. Asimismo, los resultados encontrados en el estudio actual pueden ser una referencia para seleccionar los ejercicios durante los programas de entrenamiento para los músculos de la espalda lumbar.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

### ABSTRACT

#### Electromyographic activities of trunk muscles during stability exercises from Pilates method

**Objective.** The purpose of this study was to compare the electromyographic (EMG) activity of trunk muscles during stability exercises from Pilates method.

**Method.** Participants were 10 healthy undergraduate students (20.9 ± 2.4 years, 162.7 ± 6.7 cm in height; 61.7 ± 6.4 kg body weight and 13.2 ± 5.2 % body fat) with previous Pilates experience. The Pilates exercises: *superman* (SU), *swimming* (SW), *breaststroke* (BS), *hip extension* (HE) and *quadruped arm and lower extremity lift* (QA) were performed using maximum isometric effort. The EMG signal of *multifidus* (MD), *dorsal longissimus* (DL) and *iliocostalis* (IC) were recorded. The normalization of the EMG signal was performed using maximum voluntary contraction (% MVC). In statistics treatment, were applied the Shapiro-Wilk test followed by one-way ANOVA and Bonferroni *post hoc* (p < 0.05).

**Results.** The exercises SU, SW, BS, and HE showed higher levels of muscle activation (> 40 % MVC) for DL and IC, however, during the QA was observed a significant reduction on muscle activation for all monitored muscles compared to other exercises.

**Conclusion.** Therefore, the above exercises can be performed looking for improve the trunk muscle activation and spine stability, as well as the results found in the current study can be a reference to select exercises during training programs for low back muscles.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.



## INTRODUÇÃO

O método Pilates de treinamento foi criado por Joseph Pilates combinando movimentos e exercícios oriundos da dança, yoga e artes marciais visando à qualidade de vida<sup>1</sup>. Um dos principais conceitos do método é o *powerhouse*, que representa a ação integrada dos músculos da região lombo-pélvica<sup>2</sup>. O conceito de *powerhouse* enfatiza a ativação coordenada dos músculos extensores do tronco, que apresentam importante função estabilizadora da coluna vertebral durante exercícios que visam a prevenção e/ou tratamento de lesões na região lombar<sup>3,4</sup>.

Adicionalmente, os músculos extensores do tronco como, multifídio e eretores da espinha (íliocostal e longuíssimo do dorso) atuam como motores primários e estabilizadores na realização de diversos movimentos durante exercícios, levantamento de cargas e atividades de vida diária<sup>5</sup>. Entretanto, a redução ou ausência de estabilidade desse complexo muscular resulta em redução na produção de força e movimentos compensatórios<sup>3</sup>. Recentemente, alguns autores identificaram redução significativa na ativação dos músculos extensores do tronco em indivíduos com dor lombar comparado aos indivíduos saudáveis<sup>6,7</sup>. Quanto à análise do sinal eletromiográfico (EMG), Marras e Davis<sup>8</sup> verificaram relações lineares entre variações na amplitude do sinal EMG e aumento na força isométrica máxima. McGill<sup>3</sup> destaca que o aumento de 10% na ativação dos músculos extensores do tronco associa-se à melhora na estabilização e controle postural da região lombo-pélvica.

Entretanto, alguns autores observaram diferenças significativas na ativação muscular entre os músculos que compõem o complexo da região lombo-pélvica durante exercícios de estabilização<sup>7,9,10</sup>. Oliver et al.<sup>11</sup> observaram níveis elevados de ativação muscular por meio da análise do sinal EMG dos multifídios, quando comparado a outros músculos estabilizadores do tronco durante exercícios de estabilização em isometria para região lombo-pélvica. Escamilla et al.<sup>12</sup> encontraram valores relativamente baixos na ativação dos músculos extensores do tronco em diferentes exercícios isométricos usualmente aplicados no método Pilates.

Todavia, são escassos na literatura estudos que examinaram a ativação dos músculos extensores do tronco, em exercícios do método Pilates biomecanicamente similares. Ekstrom et al.<sup>13</sup> destacam que a análise da ativação muscular possibilita aperfeiçoar a prescrição de exercícios de estabilização, para reabilitação ou desempenho atlético de acordo com as necessidades individuais do paciente ou atleta. Dessa forma, evidências relacionadas aos níveis de ativação EMG dos músculos extensores do tronco, podem vir a auxiliar na prescrição e elaboração de programas de exercícios. Considerando, que usualmente esses programas têm como finalidade o fortalecimento e aperfeiçoamento na coordenação dos músculos extensores do tronco seja para reabilitação, prevenção de lesões ou treinamento desportivo.

Portanto, o propósito do presente estudo foi analisar a atividade muscular do multifídio, íliocostal e longuíssimo do dorso em exercícios de estabilização, característicos do método Pilates realizados por mulheres treinadas.

## MÉTODO

### Grupo estudado

Participaram do estudo 15 mulheres (20,9 ± 2,4 anos; estatura de 162,7 ± 6,7 cm; 61,7 ± 6,4 kg de massa corporal e 13,2 ± 5,2 de percentual de gordura corporal) selecionadas de forma intencional e por conveniência.

As participantes eram praticantes de Pilates há no mínimo seis meses e familiarizadas com os exercícios propostos. Foram excluídas do estudo, voluntárias com quadro algico na região lombar, assimetria postural ou histórico de lesões osteomioarticulares nos últimos seis meses. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, Brasil sobre o protocolo n° 10/2012. Todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. No presente estudo foram adotadas todas as recomendações sugeridas pela Declaração de Helsinki, bem como, respeitou-se a resolução 96/1996 do Conselho Nacional de Saúde<sup>14</sup>.

### Instrumentação e coleta de dados

Após o processo de seleção das participantes para o estudo, foram realizadas as seguintes etapas: coleta das variáveis antropométricas e de composição corporal através das seguintes medidas: estatura (cm) e massa corporal (kg) para cálculo do índice de massa corporal (IMC = peso/estatura<sup>2</sup>), por meio de uma balança digital, marca Filizola, modelo PL 180 (Brasil) com precisão de 0,01 Kg e um estadiômetro com precisão de 0,1 cm, marca Sanny, modelo ES 2020 (Brasil); as dobras cutâneas triptal, subescapular, axilar média, peitoral, abdominal, supra-iliaca e coxa foram aferidas com a utilização de um adipômetro científico com resolução de 1 mm da marca Lange (Suíça). Para avaliação do percentual de gordura, empregou-se o protocolo de sete dobras cutâneas<sup>15</sup>. Durante a sessão de registro, as voluntárias realizaram cinco exercícios isométricos convencionalmente prescritos com base no método Pilates de treinamento, os quais foram:

*Breaststroke (BS)*(fig. 1a): a posição inicial neste exercício foi em decúbito ventral no solo, com as escápulas em adução, ombros em rotação lateral, articulação radioulnar em supinação e cotovelos em extensão, preservando as curvaturas fisiológicas da coluna vertebral. Ao comando do avaliador, a voluntária realizou a extensão do tronco, mantendo os ombros em hiperextensão, retirando as mãos e o esterno do solo.

*Superman (SU)*(fig. 1b): a posição inicial neste exercício foi em decúbito ventral no solo, com a cintura escapular em rotação lateral, ombros em flexão de 180°, cotovelos em extensão e articulação radioulnar na posição neutra, preservando as curvaturas fisiológicas da coluna vertebral. Ao comando do avaliador, a voluntária realizou a extensão do tronco e hiperextensão do quadril, retirando o esterno e as mãos do solo, bem como, pés e joelhos fora do contato com solo.

*Swimming (SW)*(fig. 2a): a posição inicial neste exercício foi em decúbito ventral no solo, com a cintura escapular em rotação lateral, ombros em abdução de 120°, cotovelo em flexão a 90°, articulação radioulnar em pronação, preservando as curvaturas fisiológicas da coluna vertebral. Ao comando do avaliador, a voluntária realizou a extensão do tronco e hiperextensão do quadril afastando os membros superiores do solo e o esterno até a altura do manúbrio, bem como, pés e joelhos foram mantidos afastados do contato com solo.

*Hip extension (HE)*(fig. 2b): a posição inicial neste exercício foi em decúbito ventral no solo, com as escápulas em adução, hiperextensão, cotovelo em extensão, radioulnares em supinação, preservando as curvaturas fisiológicas da coluna vertebral (fig. 3). Ao comando do avaliador, a voluntária manteve a hiperextensão do quadril afastando os pés e joelhos fora do contato com o solo.

*Quadruped arm and lower extremity lift (QA)* (fig. 4): Neste exercício a voluntária foi posicionada em quadrupedia com quadril e Joelho esquerdo em flexão a 90°, mantendo as pernas e pés apoiado no solo, quadril e joelho direito em extensão, ombro direito em flexão a 90°, com cotovelo

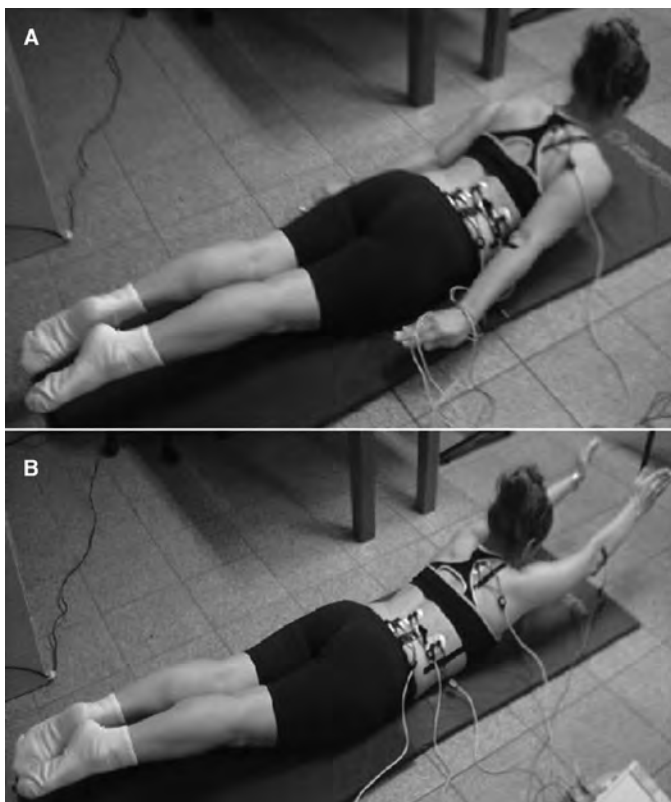


Fig. 1. Exercícios breaststroke (a) e superman (b).



Fig. 2. Exercícios swimming (a) e hip extension (b).

em extensão. Mantendo a mão apoiada no solo, ombro esquerdo em flexão a 180°, cotovelo em extensão, radioulnar em posição de pronação. A voluntária permaneceu na posição de dois apoios, preservando as curvaturas fisiológicas da coluna vertebral.

A sequência dos exercícios foi realizada através de entrada alternada. Cada exercício foi repetido três vezes, com duração de cinco segundos cada repetição, tempo previamente proposto para o registro do sinal EMG<sup>16</sup> e um período de dois minutos de intervalo foi adotado entre as contrações e cinco minutos entre cada exercício<sup>17</sup>. Os exercícios foram

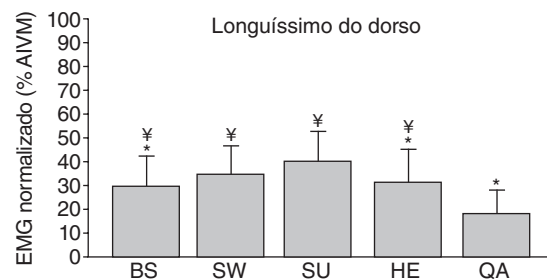


Fig. 3. Sinal EMG normalizado do longuíssimo do dorso. \*: diferença significativa para SU ( $p < 0,05$ ); ¥: diferença significativa para QA ( $p < 0,05$ ); BS: breaststroke; SW: swimming; SU: superman; HE: hip extension; QA: quadruped arm and lower extremity lift.



Fig. 4. Execução do exercício quadruped arm and lower extremity lift.

realizados com esforço isométrico máximo. O examinador esteve atento para evitar que as voluntárias realizassem qualquer movimento compensatório. A instrução da técnica dos exercícios e o comando verbal na realização dos exercícios foram padronizados e dados sempre pelo mesmo examinador com experiência prévia no método Pilates.

Os sinais EMG de superfícies foram captados utilizando um eletromiógrafo de 8 canais (EMGSystem do Brasil Ltda., São Paulo, Brasil), com ganho total de 1000, rejeição de modo comum de 110dB e filtro passa-banda de 8-500Hz, digitalizado para um computador através de uma placa de conversão A/D de 16 bits de resolução, e, na frequência de amostragem de 1000Hz. O sinal EMG foi captado através de eletrodos de superfície bipolares passivos de Ag/AgCl (Meditrace 100 - Kendall, Chicopee, MA) com área de captação de 1 cm e distância intereletrodos de 2 cm. Um eletrodo Ag/AgCl (Meditrace 100 - Kendall, Chicopee, MA) de referência retangular (33 x 31 mm) foi posicionado sobre a região da proeminência da sétima vértebra cervical (C7). Os sinais EMG foram capturados sempre do lado direito, e os eletrodos posicionados da seguinte maneira: músculo iliocostal (IC), na distância de 1 cm medial à linha traçada da espinha ilíaca pósterio superior até o ponto mais baixo da 12ª costela, no nível de L2; no músculo longuíssimo do dorso (LD), 2 cm lateralmente ao processo espinhoso de L1; nos multifídeos (MD), os eletrodos foram colocados no nível de L5, sobre uma linha traçada da extremidade caudal da espinha ilíaca ântero-superior até o inter-espaco entre L1 e L2<sup>18</sup>. Antes da colocação dos eletrodos, foram realizadas tricotomia, abrasão e posterior assepsia da pele com algodão embebido em álcool. O eletrodo de referência foi acoplado com gel condutor e tanto os eletrodos de registro quanto o de referência foram fixados por fita adesiva de acordo com as recomendações da Sociedade Internacional de Eletrofisiologia e Cinesioterapia<sup>19</sup>.

Antes da realização dos exercícios isométricos, contrações isométricas voluntárias máximas (CVM) contra resistência manual foram realizadas para obtenção dos valores de referência para normalizar o sinal EMG<sup>20,21</sup>. Para os músculos íliocostal, LD do dorso e MD, as participantes realizaram a extensão do tronco em decúbito ventral contra resistência manual do avaliador em prova de função muscular<sup>22</sup>. Três CVM foram realizadas com duração de 4 segundos e intervalos entre si de 2 minutos. O sinal EMG que apresentou maior valor dentre as três CVMs foi adotado como valor de referência para normalização do sinal EMG. Os exercícios foram realizados 10 minutos após a coleta das CVMs para evitar possível fadiga muscular, que poderia influenciar a captação do sinal EMG durante os exercícios<sup>10</sup>.

### Análise dos dados EMG

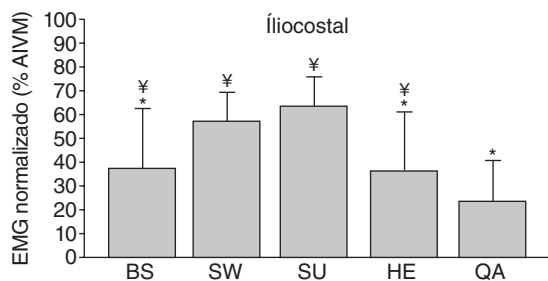
Inicialmente, o sinal EMG foi armazenado em um computador utilizando o *software* EMGLAB (EMG System do Brasil, São Paulo, Brasil) e analisado em rotinas no *software* Matlab 5.02c (Mathworks<sup>TM</sup>, Natick, USA). O sinal EMG bruto foi retificado em onda completa e tomada a média cada 0,01 s. Por fim o sinal obtido foi normalizado através da razão entre os valores do mesmo e o valor médio do sinal EMG obtido durante a CVM do respectivo músculo. Para efeitos de comparação, foi utilizado o valor médio de uma janela central de 3s do sinal normalizado.

### Análise estatística

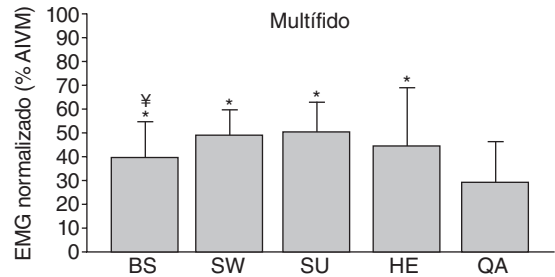
No tratamento estatístico foram aplicados o teste Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados e o teste de homocedasticidade (critério Bartlett). Todas as variáveis apresentaram distribuição normal e homocedasticidade. A comparação do nível de ativação dos músculos monitorados foi realizada a partir da ANOVA *one-way*, seguida pelo *post-hoc* de Bonferroni, caso fosse identificada diferença significativa entre os valores. O nível de significância utilizado em todos os procedimentos estatísticos foi de  $p < 0,05$ . O tratamento estatístico foi realizado no *software* SSPS versão 18.0 (Chicago, IL, USA).

## RESULTADOS

Na figura 5 podemos observar que a maior atividade muscular do LD ocorreu no exercício SU em comparação aos exercícios BS ( $p = 0,012$ ), HE ( $p = 0,005$ ) e QA ( $p = 0,003$ ), não havendo diferença significativa na ativação muscular entre o SU e SW. No exercício QA foi observada redução significativa na ativação do LD comparado os exercícios BS ( $p = 0,002$ ), SW ( $p = 0,012$ ), SU ( $p = 0,003$ ) e HE ( $p = 0,041$ ).



**Fig. 5.** Sinal eletromiográfico normalizado do íliocostal. \*: diferença significativa para SU ( $p < 0,05$ ); ¥: diferença significativa para QA ( $p < 0,05$ ); BS: *breaststroke*; SW: *swimming*; SU: *superman*; HE: *hip extension*; QA: *quadruped arm and lower extremity lift*.



**Fig. 6.** Sinal eletromiográfico normalizado do multifídeo. \*: diferença significativa para QA ( $p < 0,05$ ); BS: *breaststroke*; SW: *swimming*; SU: *superman*; HE: *hip extension*; QA: *quadruped arm and lower extremity lift*.

Quanto ao músculo IC (fig. 5), os resultados mostraram que a maior atividade ocorreu no exercício SU em comparação aos exercícios BS ( $p = 0,032$ ), HE ( $p = 0,012$ ) e QA ( $p < 0,003$ ), exceto para o exercício SW ( $p = 0,067$ ) no qual não se observou diferença significativa. No exercício QA, também foi observada redução significativa na ativação do IC comparado os exercícios BS ( $p = 0,001$ ), SW ( $p = 0,003$ ), SU ( $p = 0,002$ ) e HE ( $p = 0,041$ ).

Para o MD (fig. 6), os resultados mostraram redução significativa na ativação durante o exercício QA comparado os exercícios BS ( $p = 0,032$ ), SW ( $p = 0,003$ ), SU ( $p = 0,031$ ) e HE ( $p = 0,012$ ). Todavia, não foi observada diferença significativa na atividade do MD entre os exercícios BS, SW, SU e HE.

## DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi o aumento significativo na atividade muscular do LD e IC no exercício SU comparado aos demais exercícios. Também foi observada redução significativa na ativação muscular do LD, IC e MD no exercício QA comparado aos exercícios BS, SW, SU e HE, respectivamente. Tais achados corroboram com estudos prévios, que identificaram níveis elevados de atividade muscular dos extensores do tronco em exercícios de estabilização<sup>9,10,16,23</sup>. Destaca-se que os achados do presente estudo tornam-se relevantes, considerando que são escassas evidências relacionadas à atividade muscular durante exercícios de estabilização convencionalmente prescritos no método Pilates. Adicionalmente, a amostra foi composta por mulheres treinadas no método Pilates, tais condições diferem de estudos prévios que avaliaram a atividade muscular dos extensores do tronco, em indivíduos sem experiência prévia nos exercícios adotados<sup>7,9-11,13</sup>.

Em relação à atividade muscular dos eretores da coluna (LD e IC), foram observados níveis moderados de ativação muscular ( $> 40\%$  CVM) nos exercícios BS ( $29\% \pm 23,2\%$ ), SW ( $35,8\% \pm 22,7\%$ ), SU ( $39,5\% \pm 25,8\%$ ) e HE ( $28,6\% \pm 24,2\%$ ). Resultados semelhantes foram observados para o LD nos exercícios BS ( $35,3\% \pm 27,3\%$ ), SW ( $41,5\% \pm 21,7\%$ ), SU ( $62,4\% \pm 26,5\%$ ) e HE ( $32,1\% \pm 21,3\%$ ). Ainda sim, foram verificadas diferenças significativas na atividade muscular do LD e IC no exercício SU comparados aos exercícios BS, HE e QA. Considerando que o LD e IC, apresentam importante função estabilizadora nos movimentos combinados entre a cintura pélvica e a coluna lombar<sup>3,13</sup>, os níveis de atividade muscular observados no presente estudo podem ser relevantes durante a seleção de exercícios visando aperfeiçoar a estabilização da coluna<sup>24</sup>. Há de se considerar, que em estudos prévios indivíduos sem experiência prévia em exercícios de estabilização realizaram os protocolos, limitando a comparação com indivíduos treinados, considerando que ao longo do período de treinamento, ocorrem adaptações neurais significativas como: au-

mento do recrutamento de unidades motoras, frequência de ativação e coordenação intra e inter muscular de agonistas e antagonistas<sup>25</sup>.

Oliver et al.<sup>11</sup> também observaram níveis elevados de ativação muscular do MD no exercício SU, comparado a outros exercícios isométricos de estabilização como, a ponte de frente, ponte lateral e ponte supinada. Esse aumento na atividade muscular dos músculos extensores do tronco verificados durante o exercício SU pode estar associado ao aumento do braço da força externa, devido à flexão de ombros com cotovelos em extensão. O aumento do braço da força externa gera a necessidade de maior produção de torque da força interna dos extensores do tronco, com a finalidade de preservar a postura em isometria durante o exercício. Por outro lado, no exercício SW não foram observadas diferenças significativas na atividade muscular do LD e IC comparados ao exercício SU, que pode ser justificado por conta da posição similar entre os exercícios, exceto pelo movimento de extensão dos cotovelos no exercício SU, reduzindo dessa forma o braço de força externa durante o exercício SW<sup>26</sup>.

Em relação ao músculo MD, foram observados níveis moderados de atividade muscular (> 40 % CVM)<sup>27</sup> nos exercícios BS (37,6 % ± 17,4 %), SW (46,2 % ± 22,2%), SU (49,6 % ± 21,8 %) e HE (45,3 % ± 24,4 %), entretanto, não foi observada diferença significativa na atividade muscular entre os exercícios BS, SW, SU e HE. Há de se considerar, que nos exercícios supracitados o posicionamento da coluna lombar e cintura pélvica foram similares, portanto possivelmente esta condição pode estar associada aos níveis de ativação muscular observados para o MD entre os exercícios, considerando que o músculo MD atua como estabilizador do complexo lombo-pélvico<sup>3,26</sup>. Destaca-se que a ativação do MD que apresenta importante aplicação clínica<sup>12</sup>. Haja vista, que em estudo de Danneles et al.<sup>6</sup> foi observada redução significativa na ativação muscular do MD em um grupo de portadores de dor lombar comparado ao de indivíduos saudáveis. Nesse sentido, Cholewicki et al.<sup>28</sup> destacam que pequenos aumentos (aproximadamente 10 % CVM) na ativação do MD associaram-se a melhora significativa na estabilização da coluna. Considerando tal evidência, os exercícios de estabilização do método Pilates adotados no presente estudo possibilitam aumentar de forma progressiva a ativação muscular do MD.

Por outro lado, no exercício de QA foi observada redução significativa na atividade muscular do LD, IC e MD comparados aos demais exercícios. Esta redução na amplitude do sinal EMG no exercício QA pode estar associada com o aumento na ativação dos músculos extensores do quadril, como o glúteo máximo e bíceps femoral cabeça longa, considerando que estes músculos são motores primários no movimento de extensão do quadril e estabilizadores no movimento de bacia posterior. Ekstrom et al.<sup>13</sup>, relataram amplitudes de sinal EMG de 56 % ± 18 % da CVM para o glúteo máximo, enquanto, a ativação dos MDs foi 46 % ± 21 % da CVM e 36 % ± 18 % da CVM para o LD no membro ativo durante a extensão do quadril. Outros autores também registraram valores entre 20 % e 40 % CVM para os extensores do tronco no exercício de QA<sup>23</sup>. O exercício QA é frequentemente utilizado como um exercício para reabilitação da coluna vertebral, e este exercício quando realizado ativamente, sem cargas adicionais, produz ativação moderada dos músculos extensores do tronco, desta forma, este exercício parece ser mais eficiente para desenvolver a resistência muscular dos extensores do tronco.

Para McGill et al.<sup>29</sup>, a hiperextensão da coluna lombar muda a linha de ação do complexo muscular LD e IC, comprometendo a capacidade destes extensores lombares de suportarem as forças de cisalhamento atuando sobre a coluna vertebral em extensão, aumentando a suscetibilidade do disco a lesão. Adicionalmente, Patwardhan et al.<sup>4</sup> em estudos com modelos cadavéricos humanos, observaram que uma coluna lom-

bar íntegra, por ter a possibilidade de transmissão das forças compressivas através de linhas tangentes a curvatura vertebral, tem a capacidade de suportar forças compressivas de até 1200N, se mantendo dentro de limites fisiológicos de deslocamento intervertebral, sem lesões, tanto na posição de lordose neutra, quanto em flexão de até 25°. Portanto, os exercícios BS, HE, SU e SW parecem ser seguros para portadores de distúrbios na coluna lombar, haja vista, que durante os exercícios supracitados a curvatura da coluna vertebral permanece nos limites fisiológicos.

Entretanto, a análise EMG de superfície apresenta algumas limitações como, diferentes protocolos de referência para posicionamento de eletrodos, normalização e tratamento do sinal<sup>20</sup>. Tais variáveis limitam a reprodutibilidade dos protocolos aplicados em determinados estudos, bem como, a comparação entre os resultados de estudos distintos. Todavia, a análise EMG é ferramenta que possibilita análise não-invasivas respostas neurais durante exercícios<sup>18</sup>. Em estudos futuros existe uma ampla oportunidade para pesquisadores investigarem o comportamento da atividade muscular dos extensores do tronco durante um programa de treinamento envolvendo outros exercícios do método Pilates.

Em conclusão, durante os exercícios adotados no presente estudo a curvatura fisiológica da região lombar foi preservada, reduzindo potencialmente o risco de lesões devido a cargas mecânicas que podem atuar sobre esta região da coluna. Dentre os exercícios estudados, o SU e SW apresentaram maior nível de ativação muscular comparados ao BS, HE e QA.

Do ponto de vista prático, essas evidências podem ser utilizadas como referência para prescrever e selecionar exercícios de estabilização baseado no aumento progressivo da atividade muscular dos extensores do tronco. Todavia, ainda são escassas evidências relacionadas à atividade muscular durante exercícios do método Pilates, bem como, as possíveis adaptações crônicas relacionadas a aumento de força muscular e estabilização da coluna durante um período de treinamento.

## Agradecimentos

Dr. Humberto Miranda agradece a Fundação de Pesquisa e Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Gabriel Paz agradece ao Programa de Educação para o Trabalho e Saúde (PET-SAÚDE).

## Conflito de interesses

Os autores declaram que não tienen ningún conflito de interesses.

## RESUMO

**Objetivo.** Objetivo deste estudo foi comparar a atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos extensores do tronco durante exercícios de estabilização do método Pilates. **Método.** Dez alunos de graduação saudáveis participaram deste estudo (20,9 ± 2,4 anos; 162,7 ± 6,7 cm de altura; 61,7 ± 6,4 kg de peso corporal e 13,2 ± 5,2% de gordura corporal) com experiência prévia em Pilates. Os seguintes exercícios de Pilates foram realizados com o esforço isométrico: Superman (SU), natação (SW), peito (BS), extensão do quadril (HE) e apoio contralateral (QA). O sinal EMG de multifídeo (MD), longuíssimo dorsal (LD) e iliocostal (IC) foram registrados. A normalização do sinal EMG foi realizada por meio de contração voluntária máxima (% CVM). No tratamento estatístico foram aplicados o teste de Shapiro-Wilk, seguido pela análise de variância one-way para medidas repetidas e post hoc de Bonferroni ( $p < 0,05$ ).

**Resultados.** Os exercícios SU, SW, BS, e HE mostraram níveis mais elevados de ativação muscular (> 40% da CVM) para LD e IC, no entanto, durante o QA foi observada uma redução significativa na ativação muscular para todos os músculos monitorados em comparação com os demais exercícios.

**Conclusão.** Portanto, os exercícios supracitados podem ser realizados visando

aperfeiçoar a ativação dos músculos extensores do tronco e estabilidade da coluna, bem como, os resultados encontrados no presente estudo pode ser uma referência para seleção de exercícios durante os programas de treinamento para esse grupo muscular.

*Palavras-chave:*

Eletromiografia.  
Contração isométrica.  
Pilates.

## Referências

1. Rogers K, Gibson AL. Eight-week traditional MAT Pilates training-program effects on adult fitness characteristics. *Research Quarterly for Exercise and Sports*. 2009;80(3):569-74.
2. Cruz-Ferreira A, Fernandes J, Laranjo L, Bernardo LM, Silva AA. Systematic review of the effects of Pilates method of exercise in healthy people. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011;92(12):2071-81.
3. McGill SM. Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and Sports Sciences Reviews*. 2001;29(1):26-31.
4. Patwardhan AG, Havey RM, Carandang G, Simonds J, Voronov LI, Ghannayem AJ. Effect of compressive follower preload on the flexion-extension response of the human lumbar spine. *Journal of Orthopedic Research*. 2003;21(3):540-6.
5. Mori A. Electromyographic activity of selected trunk muscles during stabilization exercises using a gym ball. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*. 2004;44(1):57-64.
6. Danneels LA, Coorevits PL, Cools AM. Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and chronic low back pain. *European Spine Journal*. 2002;11(1):13-9.
7. Nuzzo JL, McCaulley GO, Cormie P, Cavill MJ. Trunk Muscle Activity During Stability Ball and Free Weight Exercises. *J Strength Cond Res*. 2008;22(1):95-102.
8. Marras WS, Davis KG. A non-MVC EMG normalization technique for the trunk musculature: Part 1. Method development *Journal of Electromyography Kinesiology*. 2001;11(1):1-9.
9. García-Vaquero MP, Moreside JM, Brontons-Gil E, Peco-González NJF. Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2012;22(3):398-406.
10. Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swiss ball. *Chiropractic and Osteopathy*. 2005;30(1):1-8.
11. Oliver GD, Stone AJ, Plummer H. Electromyographic examination of selected muscle activation during isometric core exercises. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2010;20(6):452-7.
12. Escamilla RF, Lewis C, Bell D, Bramblet G, Daffron J, Lambert S, et al. Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2010;40(5):265-76.
13. Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2007;37(12):754-62.
14. Saúde Cnd. Resolução nº 196/196: Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. 1996.
15. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*. 1978;40(1):497-504.
16. Queiroz BC, Cagliari MF, Amorim CF, Sacco IC. Muscles activation during four Pilates core stability exercises in quadruped position. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010;91(1):86-92.
17. Brown LE, Weir JP. ASEP Procedures Recommendation 1: Accurate Assessment of Muscular Strength and Power. *Journal of Exercise Physiology*. 2001;4(3):1-21.
18. Cram JR, Kasman GS. Introduction to Surface electromyography. ASPEM: Gaithersburg; 1998.
19. Merletti R. Standards for Reporting EMG Data. International Society of Electrophysiology and Kinesiology. 1999.
20. Kalmar JM, Cafarelli E. Central Excitability does not limit post fatigue voluntary activation of quadriceps femoris. *Journal of Applied Physiology*. 2006;100(1):1757-64.
21. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(3):687-708. Epub 2009/02/11.
22. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. *Muscles, Testing and Function With Posture and Pain*. 5 ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 2005.
23. Souza GM, Baker LL, Powers CM. Electromyographic activity of selected trunk muscles during dynamic spine stabilization exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(11):1551-7.
24. Pérez AC. Dolor abdominal transitorio vinculado al ejercicio: causas y soluciones. *Rev Andal Med Deporte*. 2010;4:29-37.
25. Folland JP, Williams AG. The Adaptations to Strength Training: Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. *Sports Medicine*. 2007;37(2):145-68.
26. Hamill J, Knutzen KM. *Biomechanical Basis of Human Movement*. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
27. DiGiovine N, Jobe F, Pink P, Perry J. An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 1992;1(1):15-25.
28. Cholewicki J, Juluru K, McGill SM. Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of Biomechanics*. 1999;32(1):13-7.
29. McGill SM, Hughson RL, Parks K. Changes in lumbar lordosis modify the role of the extensor muscles *Clinical Biomechanics*. 2000;15(10):777-80.



Original

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

## Estudo eletromiográfico do exercício supino executado em diferentes ângulos

G. Pinto da Silva<sup>a</sup>, Y. Almeida Costa Campos<sup>a</sup>, M. Pereira Guimarães<sup>a</sup>, A. Calil e Silva<sup>a,b</sup> e S. Fernandes da Silva<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Núcleo de Estudos do Movimento Humano. Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Lavras. Lavras. Minas Gerais. Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Federal de Itajubá. Campus Itabira. Minas Gerais. Brasil.

### Artigo história:

Recebido el 29 de setembro de 2012

Aceito el 12 de junho de 2013

### Palabras clave:

Ejercicio press de banca.

Electromiografía.

Biomecánica.

### Key words:

Bench press exercises.

Electromyography.

Biomechanics.

### Correspondência:

S. F. da Silva.

Universidade Federal de Lavras.

Departamento de Educação Física.

Laboratório de Estudos do Movimento Humano.

DEF - Campus Universitário.

37200-000 - Lavras.

Minas Gerais - Brasil 3037

E-mail: sandrofs@def.ufla.br

## RESUMEN

### Estudio electromiográfico del ejercicio press de banca en diferentes ángulos de ejecución

**Objetivo.** El objetivo del estudio fue evaluar el pico de fuerza máxima, y la activación electromiográfica (EMG) del músculo pectoral mayor porción clavicular (PMC), pectoral mayor porción esternocostal (PME) y deltoide anterior (DA) en 3 diferentes ángulos del ejercicio press de banca.

**Método.** Fueron seleccionados 11 sujetos del sexo masculino ( $23,7 \pm 3,2$  años;  $75,1 \pm 12,6$  kg;  $173,7$  cm;  $9,8 \pm 3,6$  %G), expertos en el entrenamiento de fuerza ( $2,8 \pm 1,5$  años;  $3,2 \pm 0,2$  días de la semana;  $70 \pm 8,9$  minutos por sesión). Los sujetos fueron sometidos a los tests de contracción voluntaria isométrica máxima (CVIM), en el ejercicio press de banca horizontal (PBH:  $90^\circ$ ), press de banca inclinado (PBI:  $45^\circ$ ) y press de banca declinado (PBD:  $-30^\circ$ ), siendo hechas las tres evaluaciones respetando 48 horas de intervalo entre las mismas.

**Resultados.** Después de las evaluaciones identificamos los siguientes resultados en la CVIM ( $162,65 \pm 18,63$  Kgf PBH,  $155,02 \pm 11,97$  Kgf PBI y  $163,90 \pm 15,77$  Kgf PBD), e identificamos que no hubo diferencias significativas entre los ejercicios. En la EMG registramos diferencias significativas en el músculo DA, en los ejercicios PBI y PBH, PBI y PBD.

**Conclusión.** Los resultados soportan que, las 2 porciones del músculo pectoral mayor son similarmente activadas en los diferentes ángulos del press de banca, en cuanto que el PBI conlleva una mayor activación del DA.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

## ABSTRACT

### Electromyographic study of bench press exercise at different angles of execution

**Objective.** The objective of this was to evaluate of the peak maximum strength, and EMG activation (EMG) in the muscles clavicular portion of pectoralis major (CPPM), sternal portion of pectoralis major (SPPM), and anterior deltoid (AD) in the 3 different angles of the bench press.

**Method.** They were selected 11 male subjects ( $23.7 \pm 3.2$  years,  $75.1 \pm 12.6$  kg,  $173.7$  cm,  $9.8 \pm 3.6$  % BF), experienced in strength training ( $2.8 \pm 1.5$  years,  $3.2 \pm 0.2$  days of the week,  $70 \pm 8.9$  minutes by session). The subjects were submitted to the tests of voluntary contraction maximum isometrics (CVIM), in the horizontal bench press (HBP:  $90^\circ$ ), in the inclined bench press (IBP:  $45^\circ$ ) and declined bench press (DBP:  $-30^\circ$ ), being the three evaluations carried out respecting 48 hours of break between the same.

**Results.** After the evaluations we identify the following results in the CVIM ( $162.65 \pm 18.63$  Kgf HPB,  $155.02 \pm 11.97$  Kgf IPB and  $163.90 \pm 15.77$  Kgf DPB) and we identify that do not statistically significant between exercises. When checking the differences recorded EMG to muscle the DA, in the exercises PBI and PBH, PBI and PBD.

**Conclusion.** The results support, that the 2 portions of the greater pectoral muscle similarly are activated in the different angles of the press of banking, and that the IBP causes a greater activation of DA.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

## INTRODUÇÃO

Programas de treinamento de força (TF) são utilizados para o desenvolvimento da força, potência, hipertrofia, e resistência muscular<sup>1</sup>, que podem refletir o estado de saúde, bem como prever o desempenho físico para inúmeras modalidades esportivas. O grau de aumento de qualquer uma dessas características é dependente das variáveis de treinamento, que incluem: o modo de exercício, intensidade, volume, frequência, velocidade de execução, e o descanso entre as séries<sup>1,2</sup>.

Dentre os exercícios existentes para prescrição do TF, destaca-se o supino, sendo um dos exercícios mais populares, no qual, é realizado para desenvolver a força na parte anterior e superior do tórax<sup>3-5</sup> e que pode ser executado em vários ângulos: horizontal (90° -SH), inclinado (45° -SI) e declinado (-30° -SD)<sup>6,7</sup>. Barnett et al.<sup>8</sup>, relatam que as duas porções do peitoral são ativadas de forma diferentes em função da largura e da inclinação da execução do exercício supino.

Diferentemente Clemons e Aaron<sup>9</sup> não identificaram diferenças nas porções do peitoral maior em quatro tipos de pegada, e sim uma maior ativação do tríceps, independente da largura dos braços. Já Glass e Armstrong<sup>10</sup>, concluem que existe maior participação do peitoral no exercício de supino declinado em comparação ao inclinado, sendo que esta diferença ocorre exclusivamente em função de uma maior atividade elétrica da porção esternocostal na variação declinado. Curiosamente as pesquisas apontam que o exercício supino com uma pegada mais fechada apresenta uma maior ativação do tríceps, enquanto que a execução no banco inclinado favorece uma maior ativação da porção clavicular do peitoral maior em detrimento da porção esternocostal<sup>11</sup>, o que reflete nas dúvidas geradas pelas atuais pesquisas.

Além da prescrição dos programas de TF, tão importante quanto é a predição da carga de treino através de um protocolo validado, pois, esta é fundamental para o sucesso do treinamento<sup>2</sup>. A avaliação da força máxima estática ou isométrica ocorre através da utilização de dinamômetros, tensiômetros de cabo e células de carga<sup>12,13</sup>. A principal vantagem desse tipo de teste é que, com os equipamentos próprios, ele é relativamente rápido e de fácil execução, ao testar grandes grupos de indivíduos, com aparente segurança para a maioria das populações, além de possuir baixo custo operacional<sup>14</sup>. Entretanto, para maior fidedignidade faz-se necessário à utilização correta dos protocolos de avaliação, como também a familiarização dos "testados"<sup>15,16</sup>.

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar e comparar a ativação eletromiográfica dos músculos peitoral maior porção clavicular (PMC), peitoral maior porção esternocostal (PME) e deltoide anterior (DA), assim como, a maior força adquirida em contração voluntária isométrica máxima (CVIM), nos 3 ângulos do exercício supino SH (90°), SI (45°) e SD (-30°).

## MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa descritiva transversal, que foi realizada em uma academia na cidade de Perdões, Minas Gerais, onde os indivíduos receberam informações sobre os procedimentos da coleta, assim como sua importância.

### Amostra

Foi composta por 11 indivíduos do sexo masculino com 23,7 ± 3,2 anos; 75,1 ± 12,6 kg; 173,7 cm; 9,8 ± 3,6 %G, experientes em treinamento de força (2,8 ± 1,5 anos; 3,2 ± 0,2 dias por semana; 70 ± 8,9 minutos por

sessão). Antes de iniciarmos as coletas, todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa, de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, referente a pesquisas envolvendo seres humanos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro Universitário do Sul de Minas/UNIS - Minas Gerais, protocolo 0068/2010.

## Procedimentos

### Composição corporal

Para caracterização da amostra, foram obtidos dados de estatura e massa corporal, utilizando a balança com estadiômetro da marca Welmy®, as dobras cutâneas foram coletadas através do adipômetro da marca Lange®, sendo a gordura corporal (%) estimada pelo software Physical Test 5.1®, através do protocolo de 3 dobras cutâneas<sup>17</sup>.

### Estudo eletromiográfico

Foi utilizado para a coleta dos dados o eletromiógrafo Miotool 400 (Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda, POA, Brasil®), com 4 canais de entrada, 14 bits de resolução e uma taxa de aquisição por cada canal de 2.000 amostras/s, com um sensor de SDS-500 com ganho máximo de 1000 vezes. Os eletrodos usados foram da marca 3M® do modelo 2223BR, com uma superfície de captação de AgCl, com 1 cm de diâmetro, na forma de discos. Os eletrodos foram afixados no corpo dos avaliados de acordo com os pontos propostos<sup>18</sup>, respeitando uma distância de 2 cm, e paralelos às fibras musculares, foi avaliada a baixa impedância da pele (< 2kΩ). Os procedimentos para evitar possíveis interferências no sinal EMG foram seguidos antes da colocação dos eletrodos, especialmente tricotomia da pele e limpeza do local com algodão umedecido em álcool. Todos os canais do eletromiógrafo foram devidamente calibrados antes da coleta.

### CVIM

A fixação célula de carga na barra foi realizada através de uma corrente e três mosquetões. Nos três ângulos dos supinos a corrente foi ajustada de acordo com o tamanho do braço do indivíduo, deixando-o sempre a 90° da articulação do cotovelo. Primeiramente cada indivíduo familiarizava-se com a forma de execução (estático), e em seguida realizava 5 segundos de força isométrica máxima, para que se pudesse obter o valor de sua força em Kilograma força (Kgf), onde os indivíduos foram instruídos a continuar realizando a máxima força após a tensão da corrente (fig. 1 e fig. 2). Foi realizada a aleatorização dos movimentos, aonde foi realizado um sorteio para determinar qual exercício seria realizado primeiro, o número 1 foi o SH, o número 2 o SI e o número 3 o SD, os sujeitos que iniciaram com o número 1 (SH), na 2ª avaliação fizeram o exercício SI e na 3ª SD. Os que iniciaram com o SI (2), a sequência foi a seguinte: SI, SD e SH, e por último os sujeitos que iniciaram com o SD (3), obedeceram a seguinte sequência: SD, SH e SI. Entre cada avaliação foi respeitado um intervalo de 48 horas para evitar a fadiga muscular e uma possível interferência no sinal eletromiográfico.

### Análise dos dados

Os sinais eletromiográficos do pico de CIVM coletados em cada exercício foram filtrados utilizando-se um filtro Butterworth de 5ª ordem do tipo passa-banda com uma frequência de corte de 20 - 500 Hz; para remover prováveis picos do sinal. Após a filtragem dos sinais, foram realizados os recortes desprezando o 1 primeiro e o 2 último segundo da CIVM de cada exercício, e assim determinar o valor médio das ativações. A ampli-



Fig.1. Corrente presa na barra por mosquetões.



Fig.2. Célula de carga presa ao mosquetão e corrente.

tude do sinal eletromiográfico foi calculado no envoltório RMS (*Root Mean Square*). O software Miograph 2.0 Alpha 9 Build 5 foi utilizado para a análise e posteriormente para o processamento dos dados.

#### Análise estatística

Análise estatística com comparação de médias e desvio padrão. Para verificar a distribuição da amostra foi utilizado o teste de Shapiro Wilk. Na análise da CVIM e das ativações dos grupos musculares entre os diferentes ângulos do exercício de supino adotou-se o teste anova Two-Way para medidas repetidas. Para identificar o comportamento entre as ativações musculares dentro de cada exercício foi adotado o teste T para amostras dependentes, para verificar o tamanho do efeito da amostra foi adotado o teste D de Cohen. Para comprovação estatística  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Nossos resultados são expressos em média e desvio padrão. Após a coleta dos dados os resultados foram (médias e SD): SH  $162,65 \pm 18,63$  Kgf; SI  $155,02 \pm 11,97$  Kgf; SD  $163,90 \pm 15,77$  Kgf. ( $F(2,27) = 0,937$ ,  $p = 0,404$ ). Com esses valores constatamos que, não houve diferença significativa entre os testes de (CVIM), entre os exercícios de SH e SI; SH e SD e SI e SD (fig. 3).

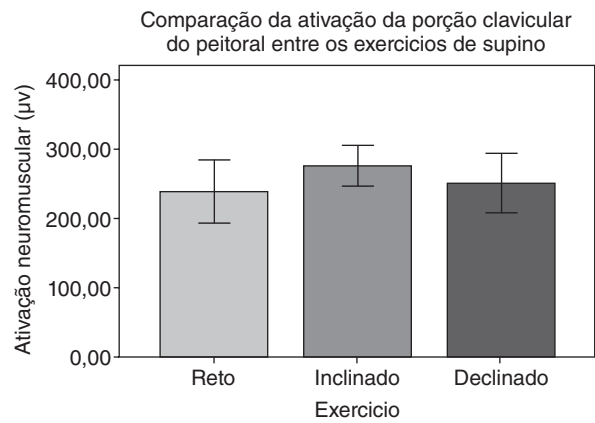


Fig.3. Comparação da EMG no PMC (médias e SD) nos diferentes ângulos do exercício supino.

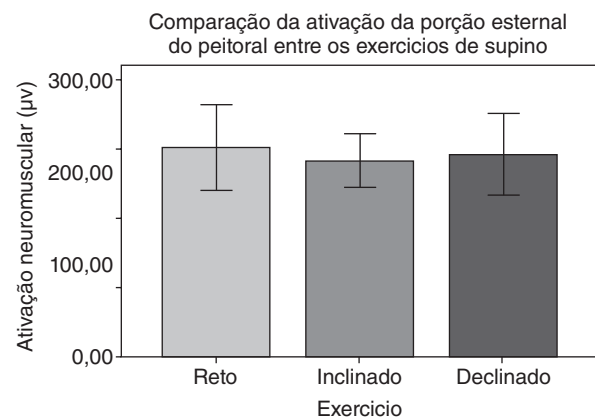


Fig.4. Comparação da EMG no PME (médias e SD) nos diferentes ângulos do exercício supino.

Ao verificarmos a EMG entre os diferentes ângulos do exercício supino não encontramos diferenças significativas nas porções PMC ( $F(2,27) = 1,1746$ ,  $p = 0,324$ ) e PME ( $F(2,27) = 0,146$ ,  $p = 0,864$ ) (fig. 4).

O mesmo não pode ser observado no DA em que houve diferença significativa entre o SI e SH, e o SI e SD ( $F(2,27) = 6,244$ ,  $p = 0,006$ ) (fig. 5).

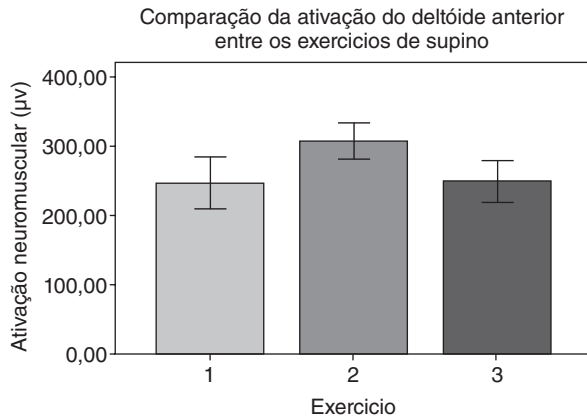
## DISCUSSÃO

O primeiro ponto para discussão refere-se à escolha do teste isométrico para investigar nosso objetivo. A importância e as vantagens de se avaliar a força através da contração voluntária isométrica máxima (CVIM), como um método relativamente rápido e de fácil execução ao testar grandes grupos, e com aparente segurança para a maioria das populações<sup>14-19</sup>.

Após analisarmos os dados verificamos que, os valores obtidos na CVIM, no SH e SD foram próximos, porém, o SI apresentou um valor um pouco abaixo (5 %), vale ressaltar que não houve diferença estatisticamente significativa entre as cargas obtidas nos 3 ângulos de execução do exercício supino.

Na pesquisa realizada por Spinnet et al.<sup>20</sup> avaliando a carga em diferentes ângulos do supino, revelaram não existir diferença significativa, quando a carga foi estimada através da equação de 8RM. Em um primeiro momento, esse estudo não corrobora com a nossa pesquisa, pela forma de como foi analisado seus resultados, pois, utilizaram equações para estimar a carga. As possíveis diferenças encontradas em relação a





**Fig.5.** Comparação da EMG no DA (medias e SD) nos diferentes ângulos do exercício supino.

\*  $p < 0,05$ - diferença significativa entre o SI e SH; \*\*  $p < 0,05$ - diferença significativa entre o SI e SD.

nosso estudo podem ser derivadas dos procedimentos metodológicos adotados, pois, como afirmam Brown e Weir<sup>14</sup>, a CVIM é o teste mais eficiente para se estimar a força máxima.

Analisando a eletroestimulação da porção clavicular e esternocostal do músculo peitoral nos três diferentes ângulos (SH, SI e SD), nota-se um pequeno aumento na ativação da porção clavicular no SI, e na porção esternocostal no SH. Em ambas as comparações não houve diferença estatisticamente significativa. Ao investigar ângulos articulares, a literatura propõe que diferenças entre o ângulo articular utilizado para a execução do teste isométrico, pode afetar o comprimento muscular, a ativação muscular e conseqüentemente a produção de força muscular<sup>21</sup>. Assim em nosso estudo identificamos uma “maior ativação” da porção clavicular no exercício supino inclinado e “maior ativação” da porção esternocostal no exercício supino horizontal. Isso corrobora com o estudo de Marchetti et al.<sup>22</sup>, que mostra uma “máxima ação” destas mesmas porções nos respectivos exercícios.

Em um estudo recente sobre o exercício supino, os autores analisaram a atividade mioelétrica do peitoral maior (porções clavicular e esternocostal) em 4 diferentes ângulos de inclinação do banco ( $0^\circ$ ,  $28^\circ$ ,  $44^\circ$  e  $56^\circ$ ), utilizando 70 % de 1RM para cada ângulo<sup>6</sup>. Os achados revelaram que a ativação da parte clavicular do peitoral foi significativamente maior em  $44^\circ$  e  $56^\circ$  quando comparada a  $0^\circ$  e em  $44^\circ$  comparada a  $28^\circ$ . Já a ativação da parte esternocostal foi significativamente maior em  $0^\circ$  quando comparada a  $28^\circ$ , em  $0^\circ$  comparada com  $44^\circ$ , em  $0^\circ$  comparada com  $56^\circ$ , e em  $44^\circ$  comparada com  $56^\circ$ . Sendo assim, o estudo conclui que para uma melhor ativação das diferentes fibras do peitoral, é necessário realizar o exercício supino na horizontal ( $0^\circ$ ) e inclinado ( $\sim 44^\circ$ ).

Na análise da eletroestimulação do músculo deltoide anterior, houve diferença significativa ( $< 0,05$ ) no supino inclinado quando comparado ao supino reto e supino declinado. Nos estudos<sup>6-8</sup> observou-se uma relação entre grau de inclinação e ativação de deltoide anterior. Nesses estudos que teve por objetivo observar a ativação mioelétrica em relação ao grau de inclinação do banco, constatou-se que há uma maior ativação de deltoide quando é aumentado o grau de inclinação. Apesar da diferença metodológica no tipo de contração (isométrica x isotônica) comparado ao presente estudo, os resultados encontrados foram similares, corroborando assim uma maior ativação de deltoide com o aumento da angulação do banco.

Convém esclarecer que o estudo apresentou algumas limitações em relação à análise do sinal EMG, pois, o estudo através do valor RMS pode

ser afetado pela longitude das porções do músculo peitoral durante as posições avaliadas, mas vale ressaltar que os ângulos articulares utilizados para avaliação da CVIM e do sinal EMG foram referenciados para que essa limitação não influenciasse diretamente nos resultados.

Concluimos em nosso estudo que, na análise eletromiográfica da CVIM do músculo peitoral maior, não apresentou diferença significativa entre porção esternocostal e clavicular, quando comparados os 3 diferentes ângulos do supino. Sugerindo assim as três angulações para obtenção de um maior desempenho nas porções da musculatura peitoral maior e uma maior utilização do SI visando ênfases na musculatura deltoide anterior.

### Conflito de interesses

Os autores declaram que não tienen ningún conflito de intereses.

### RESUMO

**Objetivo.** O objetivo do estudo foi comparar o pico de força máxima, e a ativação eletromiográfica (EMG) do músculo do peitoral maior porção clavicular (PMC), peitoral maior porção esternocostal (PME) e deltoide anterior (DA) em 3 diferentes ângulos do exercício supino.

**Método.** Foram selecionados 11 indivíduos do sexo masculino ( $23,7 \pm 3,2$  anos;  $75,1 \pm 12,6$  kg;  $173,7$  cm;  $9,8 \pm 3,6$  %G), experientes em treinamento resistido ( $2,8 \pm 1,5$  anos;  $3,2 \pm 0,2$  dias por semana;  $70 \pm 8,9$  minutos por sessão). Os sujeitos foram submetidos aos testes de contração voluntária isométrica máxima (CVIM), no supino horizontal (SH:  $90^\circ$ ), supino inclinado (SI:  $45^\circ$ ) e supino declinado (SD:  $-30^\circ$ ), sendo as três coletas realizadas respeitando 48 horas de intervalo entre as mesmas.

**Resultados.** Após a coleta encontramos os seguintes resultados na CVIM ( $162,65 \pm 18,63$  Kgf SH,  $155,02 \pm 11,97$  Kgf SI e  $163,90 \pm 15,77$  Kgf SD) e constatamos que, não existem diferenças estatisticamente significantes entre os exercícios. Ao verificar a EMG registramos diferenças para a musculatura do DA, nos exercícios de SI e SH, SI e SD.

**Conclusão.** Os resultados suportam que, os diferentes ângulos do supino ativam a musculatura do peitoral maior em suas 2 porções, e que o SI provoca uma maior ativação do DA.

### Palavras-chave:

Exercício supino.  
Eletromiografia.  
Biomecânica.

### Referências

- Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006;20:400-3.
- American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine Science Sports Exercise*. 2009;41:687-708.
- Tillaar RVD, Ettema G. The “sticking period” in a maximum bench press. *Journal of Sports Sciences*. 2010;28 (5):529-35.
- Schick EE, Coburn EL, Judelson DA, Khamoui AV, Tran TT, Uribe BP. A comparison of muscle activation between a smith machine and free weight bench press. *Journal of strength and conditioning research*. 2010;24(3):779-84.
- Welsch EA, Bird M, Mayhew L. Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lifts. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005;19(2):449-52.
- Trebs AA, Brandenburg JP, Pitney WA. An electromyography analysis of 3 Muscles surrounding the shoulder joint during the performance of a chest press exercise at several angles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010;24(7):1925-30.
- Rocha Júnior VA, Gentil P, Oliveira E, Do Carmo J. Comparação entre a atividade EMG do peitoral maior, deltoide anterior e tríceps braquial durante os exercícios supino reto e crucifixo. *Revista Brasileira Medicina Esporte*. 2007;13(1):51-4.
- Barnett C, Kippers V, Turner P. Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of Five shoulder muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1995;9(4):222-7.

9. Clemons J, Aaron C. Effect of grip width on the myoelectric activity of the prime movers in the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1997;11:82-7.
10. Glass SC, Armstrong T. Electromyographical activity of the pectoralis muscle during incline and decline bench presses. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1997;11(3):163-7.
11. Lehman GJ. The influence of grip width and forearm pronation / supination on upper-body myoelectric activity during the flat bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005;19(3):587-91.
12. Cotterman ML, Darby LA, Skelly WA. Comparison of muscle force production using the Smith machine and free weights for bench press and squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005;19:169-76.
13. Delgado C, Filho JF, Barbosa FP, Oliveira HB. Utilização do esfigmomanômetro na avaliação da força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em militares. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2004;10(5):362-6.
14. Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendations I: accurate assessment of muscle strength and power. *Journal of Exercise Physiology online*. 2001;4(3):1-21.
15. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Caldeira LFS, Nakamura FY, Papst RR, et al. Influencia do processo de familiarizacao para avaliacao da forza muscular em testes de 1-RM. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2005;11(1):34-8.
16. Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Toia D, Selig S. The reability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009;12(2):310-6.
17. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*. 1978;40:497-504.
18. Merletti R. Standards for Reporting EMG Data. *Journal Electromyography Kinesiology*. 1999;9(1):3-4.
19. Jaric S. Muscle Strength Testing - Use of Normalization for Body Size. *Sports Medicine*. 2002;32(10):615-31.
20. Spinnet J, Simão R, Salles BF. Influência da ordem de execução dos grupos musculares no número de repetições em uma sessão de treinamento de força para peitorais e tríceps. *Revista brasileira de ciência e movimento*. 2009;17(1):1-19.
21. Kubo K, Tsunoda N, Kanehisa H, Fukunaga T. Activation of agonist and antagonist muscles at different joint angles during maximal isometric efforts. *European Journal of applied physiology*. 2004;91(2-3):349-52.
22. Marchetti PH, Arruda CC, Segamarchi LF, Soares EG, Ito DT, Da Luz Júnior DA, et al. Exercício supino: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos. *Brazilian journal of sports and exercise research*. 2010;1(2):135-42.



Revisión

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

## Efeitos do treinamento intervalado em variáveis fisiológicas e na performance de ciclistas competitivos

V. P. Costa, R. D. de Lucas, K. M. Souza e L. G. A. Guglielmo

Laboratório de Esforço Físico. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil.

### Artigo história:

Recebido el 5 de agosto de 2012

Aceito el 23 de setembro de 2013

### Palabras clave:

Entrenamiento de intervalos.

Entrenamiento.

Desempeño.

### Keywords:

Interval training.

Training.

Performance.

### Correspondencia:

V. Pereira Costa

Laboratório de Esforço Físico.

Universidade Federal de Santa Catarina.

Campus Universitário Trindade.

Florianópolis, Brasil.

CEP: 88040-900

E-mail: costavp2@yahoo.com.br

### RESUMEN

#### Efectos del entrenamiento de intervalos en las variables fisiológicas y el rendimiento en ciclistas competitivos

**Objetivo.** En la presente investigación hemos planteado como objetivo analizar los efectos de diferentes métodos de entrenamiento de intervalos (EI) en los parámetros de la capacidad fisiológica y el desempeño de los ciclistas de competición.

**Método.** La clasificación de los métodos de EI es: a) sub-máxima (EISub), b) máxima (EI<sub>max</sub>), y c) supra-máxima (EISup). La estrategia de búsqueda incluyó los términos siguientes: entrenamiento de intervalos, entrenamiento de intervalos en el ciclismo, entrenamiento de intervalo de alta intensidad, entrenamiento de intervalo de alta intensidad en el ciclismo y sprint. Para este fin, se realizó una búsqueda entre julio de 2011 y febrero de 2012 en las bases de datos: PubMed y Google Scholar SPORTDiscus.

**Resultados.** Entre las diferentes metodologías de EI en ciclistas de competición, todos los métodos fueron suficientes para demostrar mejoras de la potencia aeróbica máxima (P<sub>max</sub>), el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2max</sub>), los umbrales fisiológicos, tiempo hasta el agotamiento (T<sub>lim</sub>) y la prueba de 40 km de contrareloj de ciclismo (CR40km).

**Conclusión.** Los tres métodos de EI mostraron que es necesario 6-8 sesiones de entrenamiento durante un período de 4-6 semanas para que los ciclistas entrenados mejoraron las variables fisiológicas y de rendimiento.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

### ABSTRACT

#### Effects of interval training on physiological variables and performance in competitive cyclists

**Objective.** The aim of this study was to analyze the effects of different methods of interval training (IT) on physiological variables and performance in competitive cyclists.

**Method.** The classification of the IT methods were: a) sub-maximal (IT<sub>sub</sub>), b) high (IT<sub>max</sub>) and c) supra-maximum (IT<sub>sup</sub>). The search strategy included the following terms: interval training, interval training on cycling, high intensity interval training, high intensity interval training in cycling and sprint. We choose for the followed databases: PubMed, Google Scholar and SPORTDiscus. For this purpose, a search were in a period between July 2011 and February 2012.

**Results.** The different methods of IT increased maximal aerobic power (P<sub>max</sub>), maximum oxygen consumption (VO<sub>2max</sub>), physiological thresholds, time to exhaustion (T<sub>lim</sub>) and 40-km cycling time trial (CR40km) in competitive cyclists.

**Conclusion.** Therefore, the three methods of IT showed that 6-8 sessions of training during 4-6 weeks is necessary to improve physiological variables and cycling performance in competitive cyclists

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

## INTRODUÇÃO

O objetivo principal do treinamento físico é proporcionar ao atleta adaptações fisiológicas e metabólicas que aumentem o seu nível de *performance*<sup>1</sup>. A manipulação da intensidade e da duração dos estímulos de exercício juntamente com o modo e a duração dos intervalos de recuperação altera as participações relativas dos sistemas energéticos nas contrações musculares<sup>2</sup>. Em resposta ao treinamento, as adaptações ocorrem em nível central e periférico, melhorando o funcionamento na dinâmica cardiovascular, do padrão de recrutamento neural, nos aspectos bioenergéticos e no equilíbrio ácido-básico muscular<sup>3-5</sup>. A magnitude destas adaptações é variável e parece depender do volume, da intensidade e da frequência de treinamento<sup>5-9</sup>.

Em indivíduos não treinados os efeitos decorrentes do treinamento já são bem destacados<sup>4</sup>, sendo que os métodos de treinamento que auxiliam na melhora do desempenho esportivo nestas pessoas, podem não necessariamente serem efetivos para atletas de alto nível<sup>5</sup>. De fato, em atletas altamente treinados, o aumento no volume de treinamento parece não aumentar a *performance* de *endurance* ou variáveis fisiológicas associadas ao sistema aeróbio, como o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max), limiar anaeróbio (LAN), economia de movimento (EM) e enzimas oxidativas<sup>3,5,7</sup>.

Entretanto, apesar do treinamento de longa duração, também chamado de método contínuo, ser importante para melhorar as variáveis fisiológicas associadas ao metabolismo aeróbio e a *performance*, o treinamento intervalado (TI), realizado com a repetição de estímulos curtos (ex. *sprints*) ou mais prolongados (ex. no LAN, ou acima) de alta intensidade separados por um período ativo ou passivo de recuperação<sup>5,8</sup> parece ser fundamental para manter as adaptações fisiológicas e conseguir ganhos na *performance* aeróbia em atletas já treinados<sup>5,8</sup>.

O principal objetivo do TI é estressar repetidamente os sistemas fisiológicos do atleta conduzindo a um maior desgaste se comparado ao treinamento de carga contínua<sup>5,8,9</sup>. Sendo assim, as diversas combinações possíveis entre a intensidade, a duração e o número de repetições dos estímulos, assim como o tipo (ativa ou passiva) e a duração da recuperação entre os estímulos, possibilita o envolvimento dos diferentes sistemas energéticos, sendo que a manipulação destes fatores varia de acordo com os objetivos e a periodização de um treinamento. Devido a variedade de tipos de TI propostos na literatura<sup>5,7-9</sup>, com aplicação à ciclistas treinados<sup>10</sup>, entende-se que seja importante conduzir uma revisão bibliográfica a fim de detectar e discutir os seus potenciais adaptativos. Com este tipo de abordagem pode-se melhorar o conhecimento científico a cerca do TI, especialmente para treinadores e atletas da modalidade em questão, assim como para futuras pesquisas conduzidas com ciclistas bem treinados.

Desta forma, a presente revisão bibliográfica teve como objetivo analisar os efeitos de diferentes métodos de TI, sobre variáveis fisiológicas, assim como sobre o desempenho de ciclistas competitivos.

## MÉTODO

Para este artigo de revisão, foi realizado um levantamento bibliográfico por meio das seguintes bases de dados: PubMed, SPORTDiscus e Google Scholar. Para tal foram utilizadas palavras-chaves e termos de referência na língua inglesa, tais como: *interval training*, *interval training in cycling*, *high intensity interval training*, *high intensity interval training in cycling* e *sprint training*. A busca foi realizada no período compreendido entre ju-

ho de 2011 e fevereiro de 2012, sem estabelecer limites de data de publicação. Além disso, as referências bibliográficas dos estudos identificados pela pesquisa eletrônica foram revisadas para detectar estudos adicionais.

### Crítérios de exclusão

artigos com foco de pesquisa sobre TI em modalidades diferentes do ciclismo foram excluídos da revisão. Também foram excluídos artigos realizadas em cicloergômetro, tendo como amostra sujeitos ativos, obesos, mulheres, idosos, ciclistas recreacionais ou que apresentassem características de praticantes não competitivos do esporte ciclismo.

### Crítérios de inclusão

estudos que buscassem responder os objetivos da presente revisão foram incluídos, neste sentido, foram separados e analisados somente artigos publicados em revistas indexadas envolvendo modelos de TI em ciclistas competitivos. De forma geral, estes atletas possuíam experiência mínima de dois anos de competição, VO<sub>2</sub>max acima de 55 ml.kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> e Pmax acima de 300 watts. Excepcionalmente, foram acrescentados alguns artigos sobre TI realizados em sujeitos ativos para contextualizar o treinamento intervalado supra-máximo. As pesquisas foram limitadas a estudos publicados apenas em língua inglesa entre os anos de 1980 e 2012.

### Crítérios de classificação do treinamento intervalado

billat et al.<sup>8,9</sup> em extensa revisão sobre as diferentes combinações sobre o TI em corredores, classificam este tipo de treinamento como aeróbio e anaeróbio. Já em ciclistas e outros atletas de modalidades individuais, o TI tem sido classificado em três tipos que são: submáximo, máximo, e supramáximo; onde o termo máximo se refere à intensidade correspondente ao VO<sub>2</sub>max<sup>10</sup>. Sendo assim, no presente estudo os modelos de TI foram classificados de acordo com a proposta de Paton & Hopkins<sup>10</sup>: a) submáximo (T<sub>sub</sub>); b) máximo (T<sub>max</sub>); e c) supramáximo (T<sub>sup</sub>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Treinamento intervalado submáximo

O T<sub>sub</sub> consiste na composição de estímulos realizados em intensidade próxima ao LAN (ou máxima fase estável de lactato), ou seja entre 80 e 85 % da Pmax. A duração dos estímulos normalmente varia entre 3 - 12 min. combinados com curtos períodos de recuperação (30 - 120 s.)<sup>11-16</sup>.

O T<sub>sub</sub> com estas características tem como principais objetivos o aumento da capacidade aeróbia e conseqüentemente da *performance* em competições de *endurance* (ex: provas "contra-relógio" com distâncias entre 15 e 40 km)<sup>5</sup>. No entanto, além do aumento na capacidade aeróbia, este tipo de TI tem demonstrado também aumentar significativamente a Pmax<sup>11-16</sup> e o VO<sub>2</sub>max<sup>16</sup> em ciclistas bem treinados.

Uma característica importante do T<sub>sub</sub> é a recuperação entre os estímulos, que apresenta normalmente uma duração inferior ao tempo de esforço (tabela 1). Um período de recuperação curto entre os estímulos pode reduzir a participação da glicólise anaeróbia e, como consequência, aumentar a participação aeróbia<sup>17</sup>. Desta forma, a utilização do T<sub>sub</sub> para atletas de *endurance* busca predominantemente adaptações refe-

**Tabela 1**

Resumo dos estudos que verificaram os efeitos do Tsub em ciclistas competitivos

Referência	Repetições	Intensidade	Duração	Recuperação	Semanas	Sessões de Tsub	Resultados
Lindsay FH, et al. <sup>11</sup>	6 - 8	80 %	5 min.	60 s.	4	6	↑Pmax, ↑Tlim, ↑CR40km
Weston AR, et al. <sup>14</sup>	6 - 8	80 %	5 min.	60 s.	4	6	↑Pmax, ↑Tlim, ↑CR40km, ↑β, ↔: HK, PFK, CS, 3HCoA
Westgarth-Taylor C, et al. <sup>13</sup>	6 - 9	80 %	5 min.	60 s.	6	12	↑Pmax, ↑CR40km, ↓CHOox
Hawley JA, et al. <sup>12</sup>	6 - 9	80 %	5 min.	60 s.	7	6 - 12	↑Pmax, ↑CR40km
Stepito NK, et al. <sup>15</sup>	8	85 %	4 min.	90 s.	3	6	↑Pmax, ↑CR40km
Stepito NK, et al. <sup>15</sup>	4	80 %	8 min.	60 s.	3	6	↔
Swart J, et al. <sup>16</sup>	8	80 %	4 min.	90 s.	4	8	↑Pmax, ↑CR40km,
Hoopker J, et al. <sup>18</sup>	Sessão 1: 3 - 5	OBLA + 5 bpm	4 min.	4 min.	6	12	↑EM
	Sessão 2: 3 - 5	Máxima	40/30/20/10 s.	3 min/30/20/10 s.		-	

Pmax: potência aeróbia máxima; Tlim: tempo de exaustão; CR: contra-relógio; β: capacidade de tamponamento muscular; HK: atividade da enzima hexoquinase; PFK: atividade da enzima fosfofrutoquinase; CS: atividade da enzima citrato sintase; 3HCoA: atividade da enzima 3-hidroxi-CoA desidrogenase; CHOox: oxidação dos carboidratos; EM: economia de movimento; % Percentagem em relação a Pmax; Tsub: Treinamento Intervalado Sub-máximo; OBLA: Onset of Blood Lactate Accumulation; ↑: melhora significativa; ↓: diminuição significativa; ↔: inalterado.

rentes ao metabolismo oxidativo, mais especificamente sobre os diferentes índices fisiológicos relativos à capacidade aeróbia (e.g. MLSS e PC) e também à potência aeróbia (ex: VO<sub>2</sub>max). Entretanto, é importante ressaltar que a magnitude de aumento destas variáveis e da performance parece depender diretamente da intensidade e da duração dos estímulos juntamente com a duração dos intervalos de recuperação<sup>7</sup>.

Na tabela 1 pode-se verificar diferentes pesquisas sobre os efeitos do Tsub em ciclistas competitivos. Em um dos estudos pioneiros realizados com ciclistas bem treinados, Lindsay et al.<sup>11</sup> verificaram aumentos significativos na Pmax e na performance após um modelo de Tsub, com 8 ciclistas bem treinados. O treinamento foi conduzido durante 4 semanas (total de 6 sessões), sendo que cada sessão foi composta por 6 - 8 repetições de 5 min. a 80 % Pmax com períodos de 1 min. de recuperação. Após o período de treinamento, houve melhora significativa da Pmax (4,3 %; p < 0,01), da performance no contra-relógio de 40 km (CR40km) (3,6 %; p < 0,0001) e no tempo de exaustão (Tlim) a 150 % Pmax (19,8 %; p < 0,01). Interessantemente, o aumento no Tlim a 150 % Pmax foi evidente logo após duas semanas de treinamento. Assim, constatou-se que poucas sessões de Tsub foram suficientes para melhorar significativamente o desempenho destes ciclistas<sup>11</sup>. No entanto, é importante ressaltar que o estudo foi conduzido no final do período da preparação básica da temporada, onde naturalmente espera-se que os atletas tenham uma maior capacidade de melhora no desempenho se comparado ao período específico ou competitivo.

Em um outro estudo realizado com ciclistas competitivos, o mesmo grupo de autores verificaram que o programa de Tsub descrito acima proporcionou adaptações metabólicas e fisiológicas significativas, além de também aumentar a performance destes atletas<sup>14</sup>. Foi verificado que após as 4 semanas de treinamento os ciclistas apresentaram aumentos significativos na Pmax (3,5 %), na performance do CR40km (2,2 %) e no Tlim a 150 % Pmax (22 %). Além disso, houve um aumento na capacidade de tamponamento muscular com apenas 3 semanas de treinamento (p < 0,05), sendo que este aumento apresentou uma alta correlação com o tempo no CR40km (r = -0,82; p < 0,05), mostrando uma possível relação causal entre estas variáveis. Por outro lado, não foram verificadas alterações significativas na atividade das enzimas glicolíticas hexoquinase (HK) e fosfofrutoquinase (PFK), e na atividade das enzimas oxidativas citrato sintase (CS) e 3-hidroxi-CoA desidrogenase (3HCoA). Sendo as-

sim, os autores sugeriram que o aumento no desempenho aeróbio após um programa de Tsub pode estar relacionado com a capacidade do músculo em tamponar íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) sem modificar a atividade enzimática de ambos os sistemas energéticos glicolítico e oxidativo<sup>14</sup>.

Com um programa de Tsub bem semelhante ao realizado nos estudos anteriores<sup>11,14</sup>, distinguindo apenas no volume de treinamento (12 sessões de 6 - 9 repetições de 5 min a 80 % Pmax com períodos de 1 min. de recuperação durante 6 semanas), Westgarth-Taylor et al.<sup>13</sup> encontraram alterações similares nos parâmetros fisiológicos e na performance de 8 ciclistas competitivos. Após o período de intervenção, os ciclistas aumentaram significativamente a Pmax (4,9 %; p < 0,01) e a performance no CR40km (2,5 %; p < 0,05). Além disso, foi observada uma diminuição significativa na taxa de oxidação dos carboidratos, concentração de lactato plasmático e ventilação pulmonar para a mesma intensidade absoluta de exercício (60 %, 70 % e 80 % Pmax- pré-intervenção). Por outro lado, houve um aumento na taxa de oxidação dos lipídios para as mesmas intensidades absolutas. Entretanto, quando os ciclistas se exercitaram nas mesmas intensidades relativas estas variáveis não foram alteradas<sup>13</sup>.

Em um estudo envolvendo diferentes tipos de TI, Stepto et al.<sup>15</sup> testaram os efeitos de 6 sessões de TI (totalizando 3 semanas) na performance de 20 ciclistas treinados. Dentre os 5 tipos de TI utilizados neste estudo, dois destes podem ser classificados como Tsub e estão representados na tabela 1. No Tsub composto por 8 estímulos de 4 min. realizados a 85 % Pmax com 1,5 min. de recuperação, os autores encontraram aumentos significativos da Pmax (~ 3,5 %) e da performance do CR40 km (~ 2,8 %). Por outro lado, o Tsub constituído de 4 estímulos de 8 min. a 80 % Pmax com 1 min de recuperação foi insuficiente em promover aumentos significativos nestes parâmetros. Os diferentes resultados encontrados entre os dois tipos de Tsub podem estar associados um pouco mais com a intensidade e do que volume empregado em cada programa específico de treinamento<sup>15</sup>.

Após esta sequência de estudos de Tsub realizados em ciclistas treinados, apenas uma década adiante foi localizado outro estudo experimental. Swart et al.<sup>16</sup> compararam os efeitos de 2 programas de Tsub sobre as respostas fisiológicas aeróbias máximas (VO<sub>2</sub>max e Pmax) e sobre a performance de CR40km, em ciclistas treinados divididos em dois grupos. A intensidade das repetições foram controladas por crité-

rios diferentes em cada grupo, sendo um controlado pela potência e outro pela frequência cardíaca (FC). Assim, o período experimental de 4 semanas (totalizando 8 sessões), foi desenhado a fim de atender a 80 % Pmax (grupo 1) ou para FC correspondente a 80 % Pmax (grupo 2). Em ambos os programas, os ciclistas desempenhavam por sessão 8 estímulos de 4 min. com 1,5 min. de recuperação. O principal achado foi que ambos os modelos de controle da intensidade promoveram melhora similares na Pmax e no CR40km. No entanto, foi encontrado um aumento significativo no valor de VO<sub>2</sub>max apenas para o grupo monitorado pela FC. Sendo assim, os autores, ressaltam o uso de ambas as formas de controle do treinamento sendo enfatizado a utilização dos monitores de FC para a prescrição e controle do Tsub em ciclistas treinados<sup>16</sup>.

Recentemente, Hopker et al<sup>18</sup> verificaram a influência do TI e do volume de treinamento na eficiência mecânica de ciclistas competitivos. Este estudo, apresenta um característica diferenciada dos demais no sentido de que o TI foi realizado em duas sessões de treino diferentes por semana, ou seja, Tsub e TImax, ao longo de seis semanas. Além disso, os autores acrescentaram que TI foi adicionado ao treinamento já realizado pelos ciclistas, ou seja, os atletas realizavam o treino prescrito pelos treinadores com duas sessões extras de TI. A primeira sessão consistiu de 3 - 5 a estímulos de 4 min. de duração realizados na intensidade da FC correspondente ao o início da lactato acumulação (OBLA Onset of Blood Lactate Accumulation) + 5 bpm e separados por uma pausa de 4 min. A segunda sessão de treino consistia de duas etapas: 1) 3 - 5 sprints máximos de 40 s. separados por 3 min. de pausa; 2) sprints máximos de 30, 20 e 10 s. separados por pausas com a mesma duração. Os resultados indicaram significantes ganhos de eficiência bruta (1,6 ± 1,4 %) após seis semanas de TI. Esses resultados parecem ser únicos até o presente momento visto que os estudos que indicam melhora na eficiência mecânica em ciclistas foram realizados através de acompanhamento longitudinal bastante extenso ou com a adição do treinamento de força<sup>19</sup>, mas não sobre efeitos do TI<sup>20</sup>. Apesar de demonstrar melhora na eficiência mecânica, se torna difícil discriminar qual o tipo de TI seria mais efetivo (Tsub ou TImax) pois ambos tipos de treino foram empregados no programa de treinamento<sup>18</sup>. No entanto, o modelo de TI misto que foi empregado se destacada devido a situações reais do ciclismo sendo que nas diversas modalidades a potência produzida é variável sendo os estímulos com característica mista<sup>18</sup>.

Foram localizados sete estudos na literatura sobre os efeitos do Tsub sobre as adaptações fisiológicas, metabólicas e desempenho de

ciclistas competitivos. Nestes estudos, a grande maioria destaca os benefícios de poucas sessões de Tsub em atletas já treinados apesar de apenas o estudo mais recente de Swart et al<sup>16</sup> ter inserido um grupo controle no desenho experimental. De forma geral, dentre os resultados alcançados os ciclistas aumentaram significativamente a participação de enzimas glicolíticas e oxidativas, diminuíram a oxidação de carboidratos e aumentaram de lipídeos, melhoraram a capacidade de tamponamento muscular, Pmax, Tlim, CR40km; e em apenas um estudo o VO<sub>2</sub>max. Portanto, parece que estímulos com a duração de aproximadamente 5 min. realizados na intensidade próxima a 80 % Pmax com razão esforço/pausa de 5:1, durante um período de 3 a 6 semanas (6 - 12 sessões), promovem aumentos significativos nos indicadores de desempenho em ciclistas treinados e em eventos com duração aproximada de 1h (40 km).

### Treinamento intervalado máximo

TImax tradicionalmente envolve estímulos baseado em qualquer esforço físico maior do que 1 minuto até 3 minutos de duração. Esses intervalos são geralmente conduzidos em intensidades variando entre 90 - 105 % Pmax com períodos de recuperação similar ou maior que o intervalo. O principal objetivo do TImax é o desenvolvimento da Pmax<sup>8</sup>.

Apenas quatro estudos foram encontrados sobre os efeitos do TImax em ciclistas treinados (tabela 2). Stepto et al<sup>15</sup> não encontraram melhora no desempenho de ciclistas treinados após seis sessões de treinamento ao longo de três semanas. Neste estudo dois grupos experimentais podem ser classificados como TImax, em ambos os atletas realizaram 12 estímulos de 1 e 2 min. de duração, na intensidade correspondente a 90 e 100 % Pmax; e com período de recuperação de 3 e 4 min respectivamente. A grande diferença do TImax proposto pelos autores em comparação com os estudos prévios realizados com indivíduos não treinados, está na relação esforço/pausa que foi mais longa para os ciclistas treinados. Neste sentido, assim como discutido no Tsub, especula-se que um período de recuperação mais reduzido possa resultar em maior stress no sistema oxidativo permitindo assim aumento na performance aeróbia como verificado em indivíduos não treinados.

Laursen et al.<sup>21</sup> verificaram os efeitos da adição de 4 sessões de TImax no programa de treinamento em ciclistas treinados. Neste estudo, o treinamento físico foi composto por 20 estímulos de 1 min. de duração rea-

**Tabela 2**

Estudos sobre efeitos do TImax em ciclistas treinados

Referência	Repetições	Intensidade	Duração	Repouso	Semanas	Sessões de TImax	Resultados
Stepto NK, et al. <sup>15</sup>	12	90 %	2 min.	3 min.	3	6	↔
Stepto NK, et al. <sup>15</sup>	12	100 %	1 min.	4 min.	3	6	↔
Laursen PB, et al. <sup>21</sup>	20	100 %	1 min.	2 min.	2	4	↑Pmax, ↑LV, ↑Tlim
Laursen PB, et al. <sup>22</sup>	8	100 %	60 % Tlim	120 % Tlim	4	8	↑Pmax, ↑CR40km, ↑VO <sub>2</sub> pico
Laursen PB, et al. <sup>22</sup>	8	100 %	60 % Tlim	65 % FCmax	4	8	↑Pmax, ↑CR40km, ↑VO <sub>2</sub> pico
Laursen PB, et al. <sup>23</sup>	8	100 %	60 % Tlim	120 % Tlim	4	8	↑Pmax, ↑CR40km, ↑VO <sub>2</sub> pico, ↑LV, ↑CAN
Laursen PB, et al. <sup>23</sup>	8	100 %	60 % Tlim	65 % FCmax	4	8	↑Pmax, ↑CR40km, ↑VO <sub>2</sub> pico, ↑LV, ↑CAN

Pmax: potência aeróbia máxima; Tlim: tempo de exaustão; CR: contra-relógio; LV: limiar ventilatório; VO<sub>2</sub>pico: consumo de oxigênio de pico; CAN: capacidade de trabalho anaeróbio; % Percentagem em relação a Pmax; TImax: treinamento intervalado máximo; FCmax: frequência cardíaca máxima; ↑: melhora significativa; ↔ : inalterado.

lizados na Pmax separados por pausas de 2 min. ao longo de apenas duas semanas. Após o treinamento, os ciclistas aumentaram significativamente a Pmax (4,3 %), LV1 (22 %) e LV2 (15 %), sem aumentos significativos no VO<sub>2</sub>max. Em outro estudo, Laursen et al.<sup>22</sup> verificaram os efeitos do TImax nos índices fisiológicos e no desempenho de ciclistas treinados após 4 semanas de treinamento. Dois grupos experimentais foram classificados como TImax, em ambos os ciclistas realizaram esforços na intensidade da Pmax durante um período de tempo correspondente a 60 % Tlim na Pmax, sendo que a principal diferença entre os grupos foram as pausas para a recuperação (120 % Tlim e 65 % frequência cardíaca máxima (FCmax)

, respectivamente). Dentre os resultados alcançados, os autores destacaram que ambos os tipos TImax aumentaram significativamente a Pmax (4,7 - 6,2 %) e o VO<sub>2</sub>pico (5,4 - 8,1 %), e diminuíram o tempo no CR4km (5,1 - 5,8 %), sendo que os maiores aumentos foram encontrados após pausas com duração controlada pela recuperação da FC.

Após alguns anos, Laursen et al.<sup>23</sup> publicaram outro artigo verificando a influência do TI nas adaptações de ciclistas treinados. Dois grupos de ciclistas realizaram o TImax: ambos realizaram esforços na intensidade da Pmax durante um período de tempo de 60 % Tlim na Pmax, sendo que a principal diferença dos treinos foram as pausas para a recuperação (120 % Tlim e 65 % FCmax). Os resultados indicam que após 4 semanas de TImax os ciclistas treinados aumentaram significativamente o LV1, LV2 e a capacidade de trabalho anaeróbia (CAN)<sup>23</sup>.

Dentre os estudos sobre os efeitos do TImax encontrados em ciclistas treinados, três foram dos mesmos autores. Interessantemente, que apenas os estudos deste grupo de pesquisadores encontraram resultados significativos e similares após TImax. Por outro lado, Stepto et al.<sup>15</sup> não encontraram resultados significativos nos índices fisiológicos e no desempenho de ciclistas treinados após TImax. É importante ressaltar que a inclusão de grupo controle o monitoramento do treinamento realizado fora da intervenção e a ampliação do número de sujeitos, limitam as inferências referente ao estudo de Stepto et al.<sup>15</sup>. Apesar disso, existe um indicativo que após poucas sessões de TImax, ciclistas treinados apresentaram aumento significativo na Pmax, VO<sub>2</sub> pico, LV1, LV2, CAN, e performance no CR40km. Neste sentido, parece que programas de TImax com a relação esforço pausa 1:2 estão associados com indicativos de ganhos de adaptação e desempenho em ciclistas treinados. Assim, acredita-se que novos estudos são necessários para continuar na investigação da configuração ideal do TImax para atletas e acrescentar medidas sobre alterações metabólicas, enzimáticas e neuromusculares.

### Treinamento intervalado supramáximo

TIsup é comumente realizado com estímulos que envolva qualquer esforço físico com a duração de até no máximo 1 min. Esses intervalos são geralmente executados na intensidade máxima possível ou acima de 100% Pmax com períodos de recuperação similar ou maior que o intervalo. Por muitos anos se pensava que o principal objetivo do TIsup seria o desenvolvimento da potência e capacidade anaeróbia desde que as pausas de recuperação sejam longas, no entanto, programas de TIsup separados por pausas curtas também objetivam o desenvolvimento do componente aeróbio<sup>24,25</sup>.

Tradicionalmente o TIsup vem sendo utilizado como método de treinamento para o desenvolvimento do componente anaeróbio sendo justificado em parte pelo princípio da especificidade. No entanto, tem sido crescente as investigações sobre a influência do TIsup nas variáveis aeróbias, sendo que alguns estudos encontraram aumentos no VO<sub>2</sub>max e atividade da CS após TIsup em sujeitos não treinados<sup>26</sup>.

Recentemente, Burgomaster et al.<sup>27</sup> apresentaram um proposta de TIsup que sugere uma nova forma de pensar sobre a especificidade e a adaptação ao treinamento. Neste sentido, o TIsup parece ser um método que induz a uma série de benefícios ao organismo, benefícios estes normalmente atribuídos ao treinamento aeróbio de baixa intensidade. Assim, Burgomaster et al.<sup>27</sup> verificaram que após 3 sessões de TIsup ao longo de 6 semanas induzem adaptações fisiológicas similares ao treinamento contínuo de baixa intensidade em sujeitos não treinados. O treinamento foi composto por 4 - 6 sprints máximos de 30 s. separados por um período de 4 - 5 min. de recuperação passiva. Os resultados acrescentam que após um curto período de TIsup, houve aumento dos marcadores do metabolismo de carboidratos intramuscular, oxidação de lipídeos e biogênese mitocondrial. Estas adaptações foram similares ao treinamento aeróbio submáximo com 40 - 60 min. de duração. Esses resultados se tornam muito interessantes devido ao fato que o volume do grupo que realizou o TIsup foi aproximadamente 90 % menor que o grupo do treinamento aeróbio (~ 225 vs. ~ 2250 kj.semana<sup>-1</sup>) resultando em um tempo total acumulado de aproximadamente 1,5 vs. 4,5 h. semana<sup>-1</sup>. Previamente a este estudo os autores utilizaram este mesmo programa de treino durante um período mais curto (14 dias) e verificaram ganhos de performance em eventos curtos (~ 2 min.) e longos (~ 55 - 60 min.) mais uma vez em indivíduos não treinados<sup>28</sup>. Coletivamente, estes resultados são atraentes no sentido que poucas e curtas sessões de TIsup no ciclismo estacionário são suficientes para promover ganhos de adaptações orgânicas e desempenho em sujeitos não treinados, de-

**Tabela 3**

Estudos sobre efeitos do TIsup em ciclistas treinados

Referência	Repetições	Intensidade	Duração	Repouso	Semanas	Sessões de TIsup	Resultados
Stepto NK, et al. <sup>15</sup>	12	175%	30 s	4.5 min	3	6	↑CR40km, ↑Tlim
Laursen PB, et al. <sup>22</sup>	12	175%	30 s	4.5 min	4	8	↑Pmax, ↑ CR40km
Creer AR, et al. <sup>30</sup>	4-10	all-out	30 s	4 min	4	8	↑RMS, ↓MF, ↑VO <sub>2</sub> max, ↑PP, ↑PM ↑[La]
Laursen PB, et al. <sup>23</sup>	12	175%	30 s	4.5 min	4	8	Pmax, CR40km, LV, CAN
Paton C e Hopkins WG <sup>31</sup>	3 x 5 + treinamento de força	all-out	30 s	30 s	4-5	12	↑Pmax, ↑PM1km, ↑PM4km, ↑[La], ↑ Economia
Lunn WR, et al. <sup>32</sup>	2-10	all-out	20 s	3 min	10	20	↑PP, ↑PM, ↑PP.kg <sup>-1</sup> , ↑PM.kg <sup>-1</sup>

Pmax: potência aeróbia máxima; Tlim: tempo de exaustão; RMS: raiz quadrada da média; MF: mediana da frequência; CR: contra-relógio; LV: limiar ventilatório; CAN: capacidade de trabalho anaeróbio; [La] curva lactato-potência; PP: pico de potência; PM: potência média; VO<sub>2</sub>max: consumo máximo de oxigênio; % Percentagem em relação a Pmax; TIsup: treinamento intervalado supra-máximo; ↑: melhora significativa; ↓: diminuição significativa

monstrando que esses ganhos não seriam restritos apenas ao treinamento contínuo aeróbio de longa duração e baixa intensidade<sup>29</sup>.

Conforme observado na tabela 3, novamente poucos estudos foram encontrados sobre os efeitos do TIsup em ciclistas treinados. Stepto et al<sup>15</sup> verificaram que os ciclistas aumentaram substancialmente o desempenho de curta (Tlim: ~ 5 %) e longa duração (CR40km: ~ 2 %) após 3 semanas de TIsup, no entanto, não foram encontrados aumentos na Pmax. O treinamento foi composto por 12 esforços de 30 s a 175 % Pmax separados por 4,5 min. de recuperação. Laursen et al<sup>22</sup> utilizaram o mesmo modelo de treinamento do estudo de Stepto et al<sup>15</sup> em ciclistas treinados, no entanto, ajustaram a carga de treinamento na metade do programa e aumentaram o volume de treino em uma semana. Os autores encontraram que após o período do treinamento os indicadores de potência aeróbia aumentaram significativamente (Pmax: 3 % e VO<sub>2</sub>pico: 3 %), assim como o desempenho no CR40km (4,3 %). Além disso, em outro estudo mais recente utilizando o mesmo modelo de treinamento<sup>23</sup>, os autores encontraram aumentos no LV1 (17 %), LV2 (9 %) e CAn (75 %). Neste estudo, Laursen et al<sup>23</sup> acrescentam que após o TIsup os ciclistas não apresentaram alterações no volume plasmático, hematócrito e hemoglobina. Normalmente essas variáveis são utilizadas como indicadores de adaptações relacionadas a oferta de oxigênio durante o exercício, neste caso parece que os aumentos no desempenho no contra-relógio de curta e longa duração estão associados principalmente à adaptações periféricas. Ao analisarmos coletivamente os resultados destes estudos, percebemos que existem indicativos que o TIsup pode aumentar a potência e capacidade aeróbia, capacidade anaeróbia e a performance de curta e longa duração em ciclistas já treinados.

As adaptações metabólicas e neurais foram investigadas após a utilização do TIsup em ciclistas treinados<sup>30</sup>. Neste estudo, os ciclistas realizaram 2 sessões de TIsup ao longo de 4 semanas. Os estímulos foram progressivos ao longo do treinamento sendo realizados de 4 a 10 sprints de 30 s. por sessão, em intensidade *all-out* e com intervalo de recuperação de 4 min. Interessantemente este foi o único estudo encontrado que analisou as alterações neuromusculares em ciclistas treinados após treinamento. Os resultados indicam que houve aumento significativo da atividade eletromiográfica após a treinamento. Além disso, os ciclistas realizaram sucessivos sprints de 30 s. e foram encontrados aumentos significativos na média das concentrações plasmáticas de lactato ( $18,2 \pm 2,4$  e  $19,4 \pm 3,1$  mmol.l<sup>-1</sup>), pico de potência (PP) (6 %) e potência média (PM) (6 %). Em adição, houve aumento significativo no VO<sub>2</sub>max ( $4,0 \pm 0,4$  e  $4,2 \pm 0,4$  l.min<sup>-1</sup>) após teste incremental, no entanto, sem alterações nos limiares ventilatórios após o treinamento. Sendo assim, percebe-se que após 4 semanas de TIsup em ciclistas já treinados, são suficientes para promover alterações no padrão neuromuscular e indicadores de potência aeróbia e anaeróbia<sup>30</sup>.

Paton e Hopkins<sup>31</sup> incorporaram 8 sessões de treinamento de força explosiva combinado com TIsup no programa de treinamento semanal de ciclistas para verificar os efeitos nas respostas fisiológicas e o desempenho dos atletas. Basicamente o treinamento era combinado com 3 séries de 20 saltos unilaterais (utilizando uma caixa de 40 cm de altura) combinados com 5 sprints máximos de 30 s. com pausa passiva de 30 s. Os autores encontraram melhora significativa na Pmax (7 %), na potência média no CR de 1 km (9 %), na potência média no CR de 4 km (8 %), no perfil da curva potência-lactato (6 %), e na economia de pedalada (3 %). Os aumentos na Pmax e nas medidas de desempenho de curta duração são significativamente superiores aos observados nos estudos anteriores sobre os efeitos do TIsup em ciclistas treinados. Além disso, este foi o

primeiro estudo que verificou ganhos na economia em ciclistas treinados após TIsup visto que o estudo de Hopker et al.<sup>18</sup> foi publicado anos depois. No entanto, devido a natureza do programa de treinamento e do desenho experimental, não fica claro se os aumentos verificados são provenientes do TIsup, do treinamento de força ou da combinação dos métodos.

Em estudo recente, Lunn et al.<sup>32</sup> investigaram os efeitos do TIsup e da redução do peso corporal nas variáveis anaeróbias em ciclistas experientes. O grupo de ciclistas realizou o TIsup em uma frequência de 2 sessões por semana durante um período de 10 semanas. Os estímulos tinham a duração de 20 s. realizados em intensidade *all-out* com intervalo de descanso de 3 min. Diferentemente dos outros estudos, os estímulos foram progressivamente aumentados sendo que a primeira semana foram apenas 2 sprints por sessão e na última 10 sprints em cada sessão. Os resultados indicam que após o TIsup os participantes aumentaram significativamente o PP (10,7 %) e a PM (9,1 %) e também em valores relativos à massa corporal (10,2 %; 6,2 %)<sup>32</sup>.

Assim, os efeitos do TIsup nos índices fisiológicos e no desempenho de ciclistas treinados ainda apresentam alguns resultados que necessitam de maiores investigações. Dentre os estudos investigados existe a carência de grupo experimental controle, ampliação do número de sujeitos e controle do treinamento paralelo que esta sendo realizado pelos atletas. De forma geral, os estudos até o presente momento indicam que poucas semanas de treinamento intervalado realizado em intensidade acima do VO<sub>2</sub>max e com intervalo de pausas longos, promovem alterações na performance de curta e longa duração, Pmax, limiares ventilatórios, indicadores anaeróbios e alterações no recrutamento de unidades motoras em ciclistas já treinados.

Em conclusão, na tentativa de aperfeiçoar a preparação física para o esporte de alto rendimento, atletas e treinadores, procuram discriminar as variáveis mais importantes para determinação das cargas de treinamento e sua associação com o desempenho esportivo. Apesar da evolução no ciclismo competitivo, ainda existe uma lacuna relativa sobre a influência de diferentes modelos de treinamento nas adaptações fisiológicas e no desempenho destes atletas. Compreender o treinamento pode colaborar para a determinação de referências a serem alcançadas pelos atletas e/ou elaboração de objetivos realistas em médio/longo prazo, de acordo com os modelos do treinamento desportivo contemporâneo.

Assim, dentre os diferentes modelos de TI apresentados, percebe-se que todos os métodos demonstram resultados significativos em ganhos nos índices fisiológicos e no desempenho de curta e longa duração em ciclistas já treinados. Sendo assim, o TI nas suas três classificações aqui apresentadas, realizado entre 6 - 8 sessões de treino ao longo de 4 - 6 semanas consecutivas, é um método de treinamento esportivo específico que promove aumento das variáveis fisiológicas e metabólicas, bem como o desempenho em ciclistas já treinados.

## Conflito de interesses

Os autores declaram que no tienen ningún conflito de intereses.

## RESUMO

**Objetivo.** O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos de diferentes métodos de treinamento intervalado (TI) nos parâmetros fisiológicos e no desempenho de ciclistas competitivos.

**Método.** A classificação dos métodos de TI foram: a) sub-máximo (TIsup), b) máximo (TI<sub>max</sub>) e c) supra-máximo (TIsup). A estratégia de busca incluiu os



seguintes termos: treinamento intervalado, treinamento intervalado em ciclistas, treinamento intervalado de alta intensidade, treinamento intervalado de alta intensidade em ciclistas e sprint. Foram consultadas as seguintes bases de dados: PubMed, Google Scholar e SPORTDiscus. Para isso, foi realizada uma pesquisa entre julho de 2011 e fevereiro de 2012.

**Resultados.** Dentre as diferentes metodologias de TI em ciclistas competitivos, todos os métodos foram suficientes para demonstrar melhorias na potência aeróbica máxima (Pmax), consumo máximo de oxigênio (VO2max), limiares fisiológicos, tempo de exaustão (Tlim) e contra-relógio de 40 km no ciclismo (CR40km) em ciclistas competitivos.

**Conclusão.** Portanto, os três métodos de TI demonstraram que são necessárias de 6-8 sessões de treino durante um período de 4-6 semanas para se obter ganhos nas variáveis fisiológicas e na performance em ciclistas competitivos.

---

*Palavras-chave:*

Treinamento intervalado.

Treinamento.

Desempenho.

## Referências

- Borresen J, Lambert MI. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Med.* 2009;39(9):779-95.
- Holloszy JO, Coyle EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol.* 1984;56(4):831-8.
- Hawley JA, Stepto N. Adaptations to training in endurance cyclists: implications for performance. *Sports Med.* 2001;31(7):511-20.
- Jones AM, Carter HC. The effects of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Med.* 2000;29(6):373-86.
- Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training optimizing training programs and maximizing performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med.* 2002;32(1):53-73.
- Kubukeli ZN, Noakes TD, Dennis SC. Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Med.* 2002;32(8):489-509.
- Laursen PB. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20(S2):1-10.
- Billat VL. Interval training for performance: a scientific and empirical practice special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Med.* 2001;31(1):13-31.
- Billat VL. Interval training for performance: a scientific and empirical practice special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: aerobic interval training. *Sports Med.* 2001;31(2):75-90.
- Paton C, Hopkins WG. Effects of high-intensity training on performance and physiology of endurance athletes. *Sports Science.* 2004;8:25-40.
- Lindsay FH, Hawley JA, Myburgh KH, Schomer HH, Noakes TD, Dennis SC. Improved athletic performance in highly trained cyclists after interval training. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(11):1427-34.
- Hawley JA, Myburgh KH, Noakes TD, Dennis SC. Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. *J Sports Sci.* 1997;15(3):325-33.
- Westgarth-Taylor C, Hawley JA, Rickard S, Myburgh KH, Noakes TD, Dennis SC. Metabolic and performance adaptations to interval training in endurance trained cyclists. *Eur J Appl Physiol.* 1997;75(4):298-304.
- Weston AR, Myburgh KH, Lindsay FH, Dennis SC, Noakes TD, Hawley JA. Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity training by well-trained cyclists. *Eur J Appl Physiol.* 1997;75(1):7-13.
- Stepto NK, Hawley JA, Dennis SC, Hopkins WG. Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(5):736-41.
- Swart J, Lamberts RP, Derman W, Lambert MI. Effects of high-intensity training by heart rate or power in well-trained cyclists. *J Strength Cond Res.* 2009;23(2):619-25.
- Gaitanos GC, Williams C, Boobis LH, Brooks S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol.* 1993;75(2):712-9.
- Hopker J, Coleman D, Passfield L, Wiles J. The effect of training volume and intensity on competitive cyclists' efficiency. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010;35(1):17-22.
- Sunde A, Storen O, Bjerkaas M, Larsen MH, Hoff J, Helgerud J. Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *J Strength Cond Res.* 2010;24(8):2157-6.
- Santalla A, Naranjo J, Terrados N. Muscle efficiency improves over time in world-class cyclists. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(5):1096-101.
- Laursen PB, Blanchard MA, Jenkins DG. Acute high-intensity interval training improves Tvent and peak power output in highly trained males. *Can J Appl Physiol.* 2002;27(4):336-48.
- Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(11):1801-7.
- Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. Influence of high-intensity interval training on adaptations in well-trained cyclists. *J Strength Cond Res.* 2005;19(3):527-33.
- Gibala MJ, Little JP, Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol.* 2006;575(Pt 3):901-11.
- Gibala MJ, McGee SL. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc Sport Sci Rev.* 2008;36(2):58-63.
- Jacobs I, Esbjornsson M, Sylven C, Holm I, Jansson E. Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. *Med Sci Sports Exerc.* 1987;19(4):368-74.
- Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, MacDonald MJ, McGee SL, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol.* 2008;586(1):151-60.
- Gibala MJ, Little JP, Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol.* 2006;575(Pt 3):901-11.
- Hawley JA. Specificity of training adaptation: time for a rethink? *J Physiol.* 2008;586(1):1-2.
- Creer AR, Ricard MD, Conlee RK, Hoyt GL, Parcell AC. Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *Int J Sports Med.* 2004;25(2):92-8.
- Paton C, Hopkins WG. Combining explosive and high-resistance training improves performance in competitive cyclists. *J Strength Cond Res.* 2005;19(4):826-30.
- Lunn WR, Finn JA, Axtell, RS. Effects of sprint interval training and body weight reduction on power to weight ratio in experienced cyclists. *J Strength Cond Res.* 2009;23(4):1217-24.



Caso clínico

## Preexcitación ventricular: dificultad en el tratamiento de un caso de Wolff-Parkinson-White en un deportista

A. Cis-Spoturno<sup>a</sup>, L. Valenzuela-Candelario<sup>b</sup>, M. López-Zea y J. de D. Beas-Jiménez<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Centro Médico Deportivo. Almería. España

<sup>b</sup>Centro Andaluz de Medicina del Deporte. Almería. España

<sup>c</sup>Centro Andaluz de Medicina del Deporte. Sevilla. España

*Historia del artículo:*

Recibido el 14 octubre de 2013

Aceptado el 3 de febrero de 2014

*Palabras clave:*

Síndrome Wolff-Parkinson-White.

Niños.

Medicina del Deporte.

Diagnóstico.

Ablación.

*Key words:*

Wolff-Parkinson-White Syndrome.

Sport Medicine.

Children.

Diagnosis.

Electrical catheter ablation.

### RESUMEN

El síndrome de Wolff-Parkinson White (WPW) puede detectarse en poblaciones de deportistas asintomáticos al realizar un electrocardiograma (ECG) o presentarse con episodios de palpitaciones secundarios a arritmias. Presentamos el caso de un jugador de baloncesto, con examen previo normal, a quien se detecta patrón de preexcitación, esporádicamente sintomático, en una evaluación médico-deportiva. Realizados los estudios correspondientes, se indicó tratamiento con ablación. En su evolución posterior al procedimiento, el paciente aún mantiene síntomas y en el trazado electrocardiográfico reaparece la vía accesorio. El objetivo de este trabajo es analizar el diagnóstico, tratamiento y control adecuados de esta patología en un deportista adolescente.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte

### ABSTRACT

#### **Ventricular preexcitación: difficulty in treatment of a case of Wolff-Parkinson-White in an athlete**

The Wolff-Parkinson White syndrome (WPW) can be detected in asymptomatic athletes when we perform an electrocardiogram (ECG) or may be submitted with episodes of palpitations secondary to arrhythmias. We report the case of a basketball player with previous normal examination, whom pre-excitation pattern is detected, in a sport medical evaluation. The patient is occasionally symptomatic. After appropriate studies, the ablation treatment was indicated. In its evolution after the procedure, the patient still has symptoms and in the electrocardiogram the accessory pathway reappears. The aim of this paper is to analyze the diagnosis, adequate treatment and follow of this disease in an adolescent athlete.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

*Correspondencia:*

A. Cristina Cis Spoturno.

Centro Médico Deportivo.

Federico García Lorca 50.

04006 Almería. España.

Correo electrónico: cmedicodeportivo@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Los síndromes de preexcitación ventricular, se producen por la persistencia de unas fibras de origen embrionario que no se han reabsorbido y conectan las aurículas con los ventrículos alrededor de los anillos tricuspídeo y mitral. Estas vías pueden tener capacidad de conducir estímulos eléctricos anticipados a los conducidos por el sistema normal de conducción eléctrica: nodo aurículo-ventricular (NAV). Mayoritariamente conducen en sentido bidireccional, pudiendo dar lugar a patrones de preexcitación en el electrocardiograma (ECG) y/o a taquicardias supra-ventriculares (TSV), lo cual constituye el llamado síndrome de Wolf Parkinson White (WPW)<sup>1</sup>.

Esta patología puede diagnosticarse al estudiar a un paciente con palpitaciones o eventos causados por arritmias supra-ventriculares, raramente fibrilación auricular (FA) o muerte súbita secundaria a fibrilación ventricular (FV). Actualmente se ha incrementado su detección en individuos asintomáticos, con el uso del ECG en exámenes médicos rutinarios: laborales, previo a cirugías o práctica deportiva<sup>2</sup>.

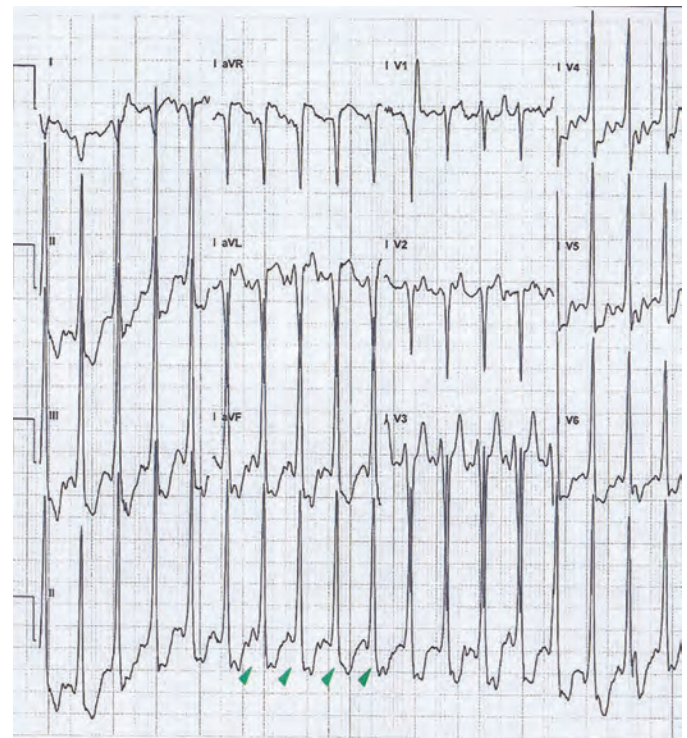
El objetivo de este trabajo es reflexionar sobre la complejidad del diagnóstico, tratamiento y control adecuados a propósito de un caso de WPW en un deportista adolescente.

## CASO CLÍNICO

Se trata de un adolescente de 16 años, jugador de baloncesto de competición desde los 5 años, que acudió al Centro Andaluz de Medicina del Deporte (CAMD) de Almería, para realizar un examen médico solicitado por su Federación. En la anamnesis refiere episodios de palpitaciones, cortos y autolimitados, durante el reposo y el esfuerzo. En el ECG de reposo se detectó un intervalo entre ondas P y R (intervalo PR) muy corto con onda delta, compatible con preexcitación (fig. 1A) por lo que fue derivado para valoración cardiológica.

Destacan entre sus antecedentes personales una evaluación previa a los 9 años, en un paciente asintomático, con un ECG normal (fig. 1B) y la referencia de un tío paterno, afectado con una arritmia recientemente ablacionado.

Un nuevo ECG de reposo confirmó un ritmo sinusal preexcitado, compatible con vía anteroseptal derecha y se descartó cardiopatía es-

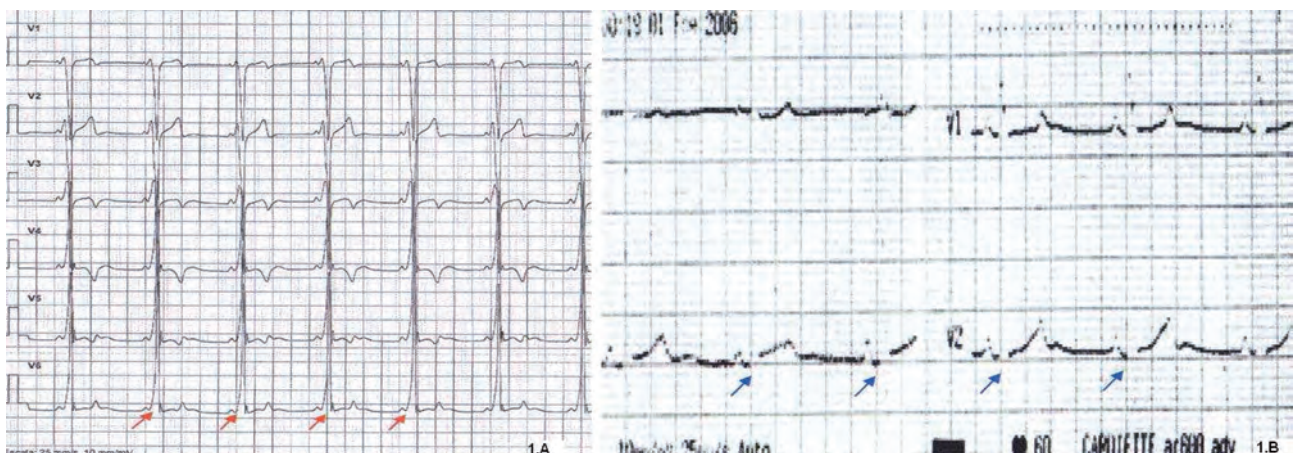


**Fig. 2.** Electrocardiograma de 12 derivaciones de esfuerzo (diciembre de 2012), que muestra la persistencia de onda delta y un intervalo PR corto en las máximas frecuencias cardíacas de la prueba. (triángulos verdes).

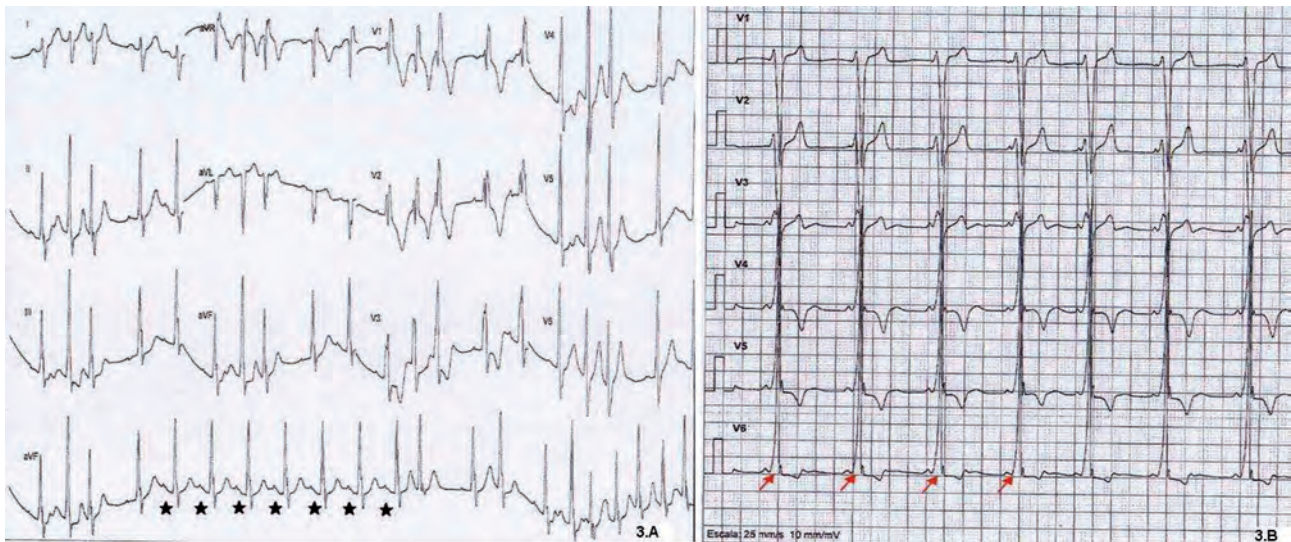
tructural mediante ecocardiografía. En el holter de ritmo de 24 horas, mantuvo preexcitación permanente y sin arritmias. La prueba de esfuerzo en cinta, con protocolo de Bruce fue concluyente y libre de arritmias, manteniendo el WPW a frecuencias cardíacas máximas (fig. 2).

Considerando los datos previos y su condición de deportista de competición, fue enviado para estudio electrofisiológico (EEF) y ablación de vía anómala.

El procedimiento fue realizado con dos electrocatéteres: uno para diagnóstico con registro del His y otro para mapeo y ablación en región septal perihisiana. En ritmo sinusal se indujo taquicardia ortodrómica y se aplicó radiofrecuencia (RF) sobre la vía accesoria aurículo-ventricular



**Fig. 1.** A. Sección de registro del electrocardiograma en reposo realizado en el examen médico en el Centro Andaluz de Medicina del Deporte (noviembre de 2012), que muestra la presencia de un intervalo PR corto y de onda delta. (flechas rojas). B. Sección de registro del electrocardiograma de reposo del mismo paciente realizado a los 9 años de edad (enero de 2006), que muestra un intervalo PR normal y ausencia de onda delta (flechas azules).



**Fig. 3.** A. Sección de registro del electrocardiograma del estudio electrofisiológico (marzo de 2013). Las estrellas negras marcan varios latidos consecutivos conducidos con intervalo PR normal y sin onda delta después de la aplicación de la radiofrecuencia. B. Sección de registro del electrocardiograma de reposo de control realizado en el Centro Andaluz de Medicina del Deporte (julio de 2013), tras 4 meses de la ablación, que muestra la reaparición de la onda delta, con un intervalo PR corto y bloqueo de rama derecha (flechas rojas).

(AV) de conducción bidireccional. Se interrumpe la taquicardia y la preexcitación (fig. 3A), finalizando el procedimiento. Quedó con bloqueo de rama derecha (BRD), de probable origen traumático. No hay descripción de período refractario efectivo de la vía anómala.

En el primer control posterior, el paciente refiere la misma clínica anterior a la ablación y su manejo para interrumpir las taquicardias. El ECG basal (fig. 3B) y el holter de 24 horas, mantienen el patrón sinusal con WPW, sin documentarse taquicardias.

Se ha planteado a los padres realizar nueva consulta al especialista en electrofisiología para ofrecerle las mejores opciones de tratamiento en relación a la práctica deportiva.

## DISCUSIÓN

Entre los síndromes de preexcitación el de WPW es el más frecuente<sup>3</sup>. Se caracteriza por la presencia de una onda delta en el ECG, un intervalo PR corto y síntomas ocasionados por episodios de TSV y/o FA<sup>4</sup>. El caso de nuestro atleta se ajusta a las mencionadas características, por el trazado electrocardiográfico, las palpitations referidas (probables TSV no documentadas) y posterior confirmación de taquicardia desencadenada en EEF.

La prevalencia del síndrome en la población general es de 1-3/1.000 individuos, con una incidencia familiar de 5,5/1.000 individuos<sup>2</sup>. En muchos pacientes por lo demás asintomáticos, suele hallarse al realizar un ECG con motivo de un examen médico. En sus reconocimientos médicos deportivos Boraita et al. describen una incidencia del 0,29% sobre 2.730 jóvenes deportistas<sup>5</sup>, Manonelles et al. un 0,18% en 5.466 niños de nivel escolar aragoneses de 7-16 años<sup>3</sup> y Gómez Puerto et al. refieren una cifra del 0,25% en 1.200 atletas andaluces evaluados<sup>6</sup>.

La manifestación del síndrome es menor en niños de 6 a 13 años (0,07%) que en aquellos de 14 a 15 años (0,17%)<sup>7</sup>. Nuestro deportista fue evaluado previamente a los 9 años, sin presentar preexcitación en el ECG, por lo que su síndrome de WPW era intermitente. Munger et al. describen una situación similar en un 22% de pacientes con ECG inicial negativo, interpretando que la variabilidad de expresión de la vía acce-

soria está ocasionada por un tono autonómico variable o períodos refractarios variables de la vía<sup>8</sup>.

La aparición de síntomas puede variar dependiendo de las propiedades eléctricas y la localización de la vía anómala<sup>2</sup>. Un 65% de adolescentes y un 40% de adultos mayores de 30 años con hallazgo casual de PR corto y onda delta, no tienen síntomas clínicos. Estas circunstancias han llevado al uso de términos como WPW asintomático<sup>1-3</sup>.

El comportamiento evolutivo del WPW puede llevar a situaciones diferentes como su desaparición total o, por el contrario, el inicio de síntomas compatibles con arritmias. En el examen actual, con 16 años, nuestro paciente refirió cuadros de palpitations, de reciente aparición. Algunos estudios, con seguimiento a largo plazo, describen la evolución clínica de estos pacientes. Cain et al. mencionan un 35% de niños menores de 3 meses y un 6% de mayores de esa edad con desaparición espontánea. En sentido opuesto refieren un 11% de pacientes previamente asintomáticos con más de un episodio de arritmia en su evolución<sup>9</sup>, similar al 12% que describen Santinelli et al.<sup>10</sup>. La incidencia de TSV en jóvenes adultos es del 10% y se incrementa en un 30% con la edad, mientras que un 20-30% de portadores pueden padecer FA<sup>4</sup>.

Todas las características peculiares arriba mencionadas de este síndrome en cuanto a su incidencia real, la historia natural y su sintomatología refuerzan la necesidad de los controles médicos con ECG periódicos para evaluaciones deportivas<sup>3,5-6</sup>.

El tratamiento de ablación por RF es el indicado para este tipo de casos con una tasa general de éxitos del 91-95%<sup>2,5</sup>. El procedimiento no está exento de complicaciones. Entre las eléctricas pueden ser leves como el BRD (0,5%), presente en nuestro caso o tan graves como el bloqueo AV, el cual aunque raro (0,7%) es el más serio<sup>2</sup>. Las dificultades técnicas, una vez realizado el mapeo exacto, se relacionan con la prudencia en la aplicación de RF en la región del nodo AV, para evitar el bloqueo<sup>11</sup>. Esto puede condicionar la eficacia del tratamiento. En algunos casos aconsejan la crioablación como mejor opción para estas vías<sup>12</sup>.

El procedimiento realizado a nuestro deportista, mostró inicialmente una desaparición del WPW, con recaída posterior. Se han descrito recurrencias similares según localización de vías en el 24,2%; 16,7%; 14,3%; 13% y 5% para vías en pared libre del ventrículo derecho, medioseptales,

anteroseptales derechas, posteroseptales y pared libre del ventrículo izquierdo respectivamente<sup>2</sup>.

El manejo del caso descrito, en un deportista de competición, se considera correcto al aplicarse los métodos de estudio y tratamiento sugeridos en varios estamentos para esta población expuesta a riesgos<sup>5,12,13</sup>. El mayor de ellos es la muerte súbita, con cifras del 1% en largas series de atletas con WPW<sup>2</sup>. Este evento junto al síncope, es más frecuente en deportistas sintomáticos, con onda delta intermitente o permanente y puede aparecer durante o después de un ejercicio<sup>5</sup>.

El dilema de nuestro caso surge respecto a la mejor conducta a indicar al paciente en relación a la práctica deportiva, ante la persistencia sintomática y en el ECG del WPW. Se podría considerar el uso de medicación. Siendo más agresivos plantearíamos nuevo EEF documentando los períodos refractarios y la posible aparición de otra vía accesoria. Pappone et al. concluyen que las características intrínsecas electrofisiológicas de la vía anómala, como la presencia de un período refractario efectivo de conducción anterógrado corto y la inducción de eventos de FA durante el estudio electrofisiológico, pueden predecir el riesgo de vida de estos pacientes<sup>14</sup>.

Con estos datos del EEF podría o no plantearse reiterar una nueva ablación. Al respecto Sacher et al. analizaron en 89 pacientes remitidos para nuevas ablaciones, las causas de los fallos previos y la posterior resolución lograda en un 91% de ellos. Atribuyen la proximidad al NAV en las vías parahisianas (similar a nuestro atleta) y medioseptales, como causa del fracaso previo en 11 de estos pacientes, para evitar el riesgo de bloqueo cardíaco. En 5/11 fue inefectivo el nuevo procedimiento: 2 por riesgo de bloqueo AV y 3 recaídas inmediatas en el primer mes tras la ablación<sup>15</sup>.

En conclusión, el síndrome de WPW tiene un comportamiento evolutivo variable, lo cual dificulta en algunos casos su diagnóstico y refuerza la necesidad de la periodicidad de los controles médicos con ECG en poblaciones especiales como los atletas de competición. Los tratamientos del mismo en deportistas son complejos y no exentos de dificultades técnicas y efectos secundarios. Requieren el cumplimiento de los protocolos establecidos, con participación conjunta de padres, pacientes y el equipo médico responsable.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

### RESUMO

A Síndrome de Wolff-Parkinson White (WPW) pode ser detectada em populações de esportistas assintomáticos ao realizar um eletrocardiograma (ECG) ou quando apresentam episódios de taquicardia ou arritmias. Este estudo descreveu o caso de um jogador de basquete com exame prévio normal, no qual detectou-se padrão de pré-excitação, esporadicamente sintomático, em uma avaliação médica esportiva. Após a revisão de literatura de estudos relevantes foi indicado tratamento com ablação. Em sua avaliação posterior ao tratamento,

o paciente ainda manteve sintomas e traços eletrocardiográficos reaparecendo a via acessória. O objetivo deste trabalho foi analisar o diagnóstico, tratamento e controle adequado nesta doença em um atleta adolescente.

### Palavras-chave:

Síndrome Wolff-Parkinson-White  
Crianças  
Medicina do Esporte  
Diagnóstico, Ablação

### Bibliografía

1. Almendral J, Castellanos E, Ortiz M. Taquicardias paroxísticas supraventriculares y síndromes de preexcitación. Rev Esp Cardiol. 2012;65(5):456-69.
2. Cohen M, Triedman J, Cannon B, Davis A, Drago F, Janousek J, et al. PACES/HRS Expert Consensus Statement on the Management of the Asymptomatic Young Patient with a Wolff-Parkinson-White (WPW, Ventricular Preexcitation) Electrocardiographic Pattern. Heart Rhythm. 2012;9:1006-24.
3. Manonelles P, Luengo E, Álvarez Medina J, Larma A, Boraita A, Giménez Salillas L. Prevalencia del síndrome de Wolff Parkinson White en deporte escolar. Arch Med Dep. 2006;23(113):185-94.
4. Goudevenos JA, Katsouras CS, Graekas G, Argiri O, Giogiakas V, Sideris DA. Ventricular pre-excitation in the general population: a study on the mode of presentation and clinical course. Heart. 2000;83(1):29-34.
5. Boraita Pérez A, Lamiel Alcaide R, Rabadan Ruiz M. Las arritmias del deportista. Tratamiento. En: Cardiología del deporte. Barcelona: Nexus médica editores, 2005;159-83.
6. Gómez Puerto J, Viana Montaner B, Rivilla M, Romo E, Da Silva Grigoletto. Hallazgos electrocardiográficos más frecuentes en deportistas de la provincia de Córdoba. Rev Andal Med Deporte. 2011;4(3):101-8.
7. Jung Jung H, Young Ju H, Chul Hyun M, Bum Lee S, Hyang Kim Y. Wolff-Parkinson-White syndrome in young people, from childhood to young adulthood: relationships between age and clinical and electrophysiological findings. Korean J Pediatr. 2011;54(12):507-11.
8. Munger TM, Packer DL, Hammill SC, Feldman BJ, Bailey KR, Ballard DJ, et al. A Population Study of the Natural History of Wolff-Parkinson-White Syndrome in Olmsted Count, Minnesota, 1953-1989. Circulation. 1993;87:866-73.
9. Cain N, Irving C, Webber S, Beerman L, Arora G. Natural History of Wolff-Parkinson-White Syndrome Diagnosed in Childhood. Am J Cardiol 2013; 112(7):961-5.
10. Santinelli V, Radinovic A, Manguso F, Vicedomini G, Gulletta S, Paglino G, et al. The Natural History of Asymptomatic Ventricular Pre-Excitation A Long-Term Prospective Follow-Up Study of 184 Asymptomatic Children. J Am Coll Cardiol. 2009;53:275-80.
11. Adao L, Araújo C, Sá AP, Silva P, Oliveira M, Gonçalves H. Importância da posição anatómica da via acessória na eficácia e na segurança da ablação por radiofrequência. Rev Port Cardiol. 2011;30(1):35-46.
12. Macedo PG, Patel SM, Bisco SE, Asirvatham S. The Chennai Pediatric Electrophysiology Symposium (TCPES 2010). Septal Accessory Pathway: Anatomy, Causes for Difficulty, and an Approach to Ablation. Indian Pacing and Electrophysiology Journal. 2010;10(7):292-309.
13. Pelliccia A, Zipes DP, Maron BJ. Bethesda Conference #36 and the European Society of Cardiology Consensus Recommendations revisited: a comparison of U.S. and European criteria for eligibility and disqualification of competitive athletes with cardiovascular abnormalities. J Am Coll Cardiol. 2008;52:1990-6.
14. Pappone C, Vicedomini G, Manguso F, Baldi M, Pappone A, Petretta A, et al. Risk of Malignant Arrhythmias in Initially Symptomatic Patients With Wolff-Parkinson-White Syndrome Results of a Prospective Long-Term Electrophysiological Follow-Up Study. Circulation. 2012;125:661-8.
15. Sacher F, Wright M, Tedrow UB, O'Neill MD, Jais P, Hocini M, et al. Wolff-Parkinson-White ablation after a prior failure: a 7-year multicentre experience. Europace. 2010;12: 835-41.

# Publication Guidelines of the Revista Andaluza de Medicina del Deporte



Updated in March 2014

## GENERAL CONSIDERATIONS

The Revista Andaluza de Medicina del Deporte (ISSN: 1888-7546) is the official publication of the Andalusian Center of Sports Medicine (Centro Andaluz de Medicina del Deporte) (an affiliate of the Council for Culture, Education and Sport in the Autonomous Community of Andalusia) and the complete text is distributed at no cost. It is published quarterly. Those original works exclusively sent to the Journal related with Sports Medicine and Sciences will be considered for publication. All the original contribution will be evaluated anonymously (double blind) by external expert reviewers named by the Editor. The manuscripts should be written following the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors available at <http://www.icmje.org/faq.pdf>

## SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

The manuscripts should be submitted electronically through the *Elsevier Editorial System* (EES) at the address <http://ees.elsevier.com/ramd>, which contains the information needed for their submission. This resource makes it possible to follow the status of the manuscript through the web page. The manuscript should be accompanied by a cover letter written in the section of **Enter Comments** of the EES.

## COVER LETTER

Every manuscript must be accompanied by a cover letter that will be included in the **Attach Files** section of the EES, in which, in addition to the title of the work, the following should be indicated: 1) The section of the journal where the author wants to publish the work. 2) Statement that the work is original and is not being evaluated by any other scientific journal. 3) Explanation, in one paragraph at most, about the original contribution and importance of the work in the area of the journal. 4) Statement that the authors have taken into consideration the "Ethical Responsibilities" included in these guidelines. 5) Declaration of any grant (technical or economical) from an institution. 6) Statement by the signing authors that they fulfill the requirements of authorship (declaring the degree of participation is optional) in accordance with that stated in the section "Authorship" of these guidelines and in accordance with that which the authors have declared in the EES. 7) If part of the article has been published previously in another journal (redundant or duplicated publication), the details should be stated herein and the author should declare that he/she has obtained the necessary permissions from the corresponding editor. 8) The statement at this point by each one of the authors of the existence or not of conflict of interests and the confirmation of their declaration in the section of **Additional Information** of the EES.

## OBLIGATIONS OF THE AUTHOR

### 1. Ethical responsibilities

**Protection of persons and animals.** When experiments conducted in human beings are described, it must be indicated if the procedures followed are in accordance with the ethical guidelines of the committee responsible for human experimentation (institutional or regional) and with the World Medical Association and the Declaration of Helsinki available at: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>.

**Confidentiality.** The author must assure that the requirement of having informed all the patients enrolled in the study has been met and that their written informed consent to participate in it has been obtained.

**Privacy.** Furthermore, the author is responsible for assuring the right to privacy of the patients, protecting their identity both in the writing of the article and in the images.

### 2. Funding

The authors must declare the origin of any economic help received, acknowledging if the research has received financing from the *US National Institutes of Health* or if any of the authors belong to the *Howard Hughes Medical Institute*.

### 3. Authorship

In the list of authors, only those persons who have intellectually contributed to the development of the work and who have significantly participated in its design and development should be listed.

### 4. Conflict of interests

Conflict of interest exists when the author had/has a financial or personal relation that could have biased or influenced their work inadequately.

### 5. Obtaining of permissions

The authors are responsible for obtaining the pertinent permissions to partially reproduce material (text, tables or figures) from other publications.

### 6. Redundant or duplication publication

The journal does not accept previously published material and will not consider manuscripts for publication that are simultaneously submitted to other journals or redundant or duplicated publications.

### 7. Charge for extra pages

The complete version of the guidelines available at: <http://www.elsevier.es/ficheros/NormOrga/284normas.pdf> <http://z1.elsevier.es/es/revista/revista-andaluza-medicina-del-deporte-284/normas-publicacion> includes the indications for the preparation of the different types of articles. The authors must accept the payment agreement for the layout pages that exceed the maximum number per section. Please, consult these guidelines before sending an article.

## PUBLISHING PROCESS

The author, starting from the day when a registry number is assigned, which will be received together with the acknowledgement of receipt of the article, can consult its status within the EES and will be able to know the resolution given in no more than six months.

If accepted, the author responsible for the correspondence will receive a galley proof of the article. The proof should be reviewed and any possible errors marked, returning the corrected proofs to the journal editors in no more than 48 hours. If these proofs are not received within the period established, the Editorial Board will not take responsibility for any error or omission that may be published. In this editing stage of the manuscript, the corrections introduced should be minimum (erratas). The editorial board reserves the right to accept or not accept the corrections made by the authors in the printed proof.

## TRANSFER OF COPYRIGHT

**1. Guarantees and assignment of intellectual property rights.** The author guarantees that the works submitted to Elsevier España, S.L. for publication in this Journal or in any product derived from it are original, unpublished and of his/her authorship. Furthermore, the author guarantees, under his/her responsibility, that he/she holds all the rights of exploitation on the works. The author also guarantees that the works submitted to Elsevier España, S.L. do not breach the rules of protection of personal data.

**2. Assignment of exploitation rights.** The authors exclusively transfers all the exploitation rights derived from the works that are accepted for publication in the Journal, for all the exploitation modalities for a worldwide territorial scope and for the entire legal duration of the rights foreseen in the currently in force Intellectual Property Law Consolidated Text to the Centro Andaluz de Medicina del Deporte (Andalusian Center for Sports Medicine) with power to transfer to third parties.

Consequently, the author cannot totally or partially publish or disseminate the works that are selected for their publication in the Journal, or authorize their publication to third parties, without the specific prior compulsory approval, granted in writing, from the Centro Andaluz de Medicina del Deporte.

## EDITORIAL POLICY

The judgments and opinions expressed in the articles and communications published in the journal are exclusively those of the author(s). The editorial team and Elsevier España decline any responsibility regarding the material published.

The Direction of the RAMD does not take responsibility in regards to the concepts, opinions or statements held by the authors of their works. The authors should consult a current issue of the journal in case any modification is made in the publication rules.

Te sientes bien. Te diviertes.

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

**¿Por qué no te animas a practicarlo?**



Deporte  
de por  
vida

andalucía,



Andalucía



**JUNTA DE ANDALUCÍA**

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA 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 40 623

e-mail  
[ramd.ccd@juntadeandalucia.es](mailto:ramd.ccd@juntadeandalucia.es)