

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 11 Número. 2

Junio 2018



Originales

Perfil antropométrico de jugadoras de balonmano femenino de élite

Descripción de la composición corporal, fuerza muscular y actividad física en pacientes con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis en una unidad renal en Bogotá, Colombia

Impact of ACE I/D gene polymorphism on blood pressure, heart rate variability and nitric oxide responses to the aerobic exercise in hypertensive elderly

Improvement of physical performance, hormonal profile, recovery-stress balance and increase of muscle damage in a specific futsal pre-season planning

The influence of a protocol of aquatic exercises in postural control of obese elderly

Shoulder injuries in rugby: Report of its incidence and severity in a group of Portuguese male players during a season

Respostas psicobiológicas agudas do treinamento resistido com diferentes níveis de interação social

Relação da força muscular com o desempenho no levantamento olímpico em praticantes de CrossFit®

Efeito do alongamento unilateral no desempenho de força contralateral

RAMD

ISSN: 1888-7546



Incluida en:



Reconocida por:



Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte

Editor

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

Coeditor

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

Coordinación Editorial

Covadonga López López
ramd.ctd@juntadeandalucia.es

Comité Editorial

José Ramón Alvero Cruz
(Universidad de Málaga, España)

Eloy Cárdenas Estrada
(Universidad de Monterrey, México)

José Alberto Duarte
(Universidade do Porto, Portugal)

Luís Estriga
(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)

David Jiménez Pavón
(Universidad de Cádiz, España)

Guillermo López Lluch
(Universidad Pablo de Olavide, España)

Emilio López Vidriero
(International Sports Medicine Clinic, España)

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

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

José Naranjo Orellana
(Universidad Pablo Olavide, España)

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

Fátima Olea Serrano
(Universidad de Granada, España)

Juan Ribas Serna
(Universidad de Sevilla, España)

Jesús Rodríguez Huertas
(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)

Luis Carrasco Páez
(Universidad de Sevilla, España)

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

José Castro Piñero
(Universidad de Cádiz, España)

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

Adela Cristina Cis Spoturno
(Centro Médico Almería, España)

Madalena Costa
(Harvard Medical School, Boston, USA)

Magdalena Cuenca García
(Universidad de Cádiz, España)

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

Moisés de Hoyo Lora
(Universidad de Sevilla, España)

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

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

Miguel del Valle Soto
(Universidad de Oviedo, España)

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

Juan Marcelo Fernández
(Hospital Reina Sofía, España)

Tomás Fernández Jaén
(Clínica CEMTRO, España)

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

Juan José González Badillo
(Universidad Pablo de Olavide, 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)

Carla Mandail
(Universidad Lisboa, Portugal)

Carlos Lago Peñas
(Universidad de Vigo, España)

Fernando Martín
(Universidad de Valencia, España)

Antonio Martínez Amat
(Universidad Jaén, España)

Italo Monetti
(Club Atlético Peñarol, Uruguay)

Alexandre Moreira
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Elisa Muñoz Gomariz
(Hospital Universitario Reina Sofía, España)

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

Manuel Rosety Plaza
(Universidad de Cádiz, 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)



ELSEVIER

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

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

Publicación trimestral (4 números al año).

© 2018 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Correo electrónico:
ramd.ctd@juntadeandalucia.es

Impreso en España

Depósito legal: SE-2821-08
ISSN: 1888-7546

Publicada en Sevilla (España)



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

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 11 Número 2

Junio 2018

Sumario

Originales

- 47 Perfil antropométrico de jugadoras de balonmano femenino de élite
A.B. Ramos-Angulo, I. Medina-Porqueres, A. Ortiz-Bish, Y. Ruiz-Martinez, L. Medina-Jimenez y J. Elena-Gamboa
- 52 Descripción de la composición corporal, fuerza muscular y actividad física en pacientes con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis en una unidad renal en Bogotá, Colombia
A. Hernández, K. Monguí y Y. Rojas
- 57 Impact of ACE I/D gene polymorphism on blood pressure, heart rate variability and nitric oxide responses to the aerobic exercise in hypertensive elderly
S.R. Moreira, O.T. Nóbrega, H.A.P. Santana, M Sales, P.T.V. Farinatti y H.G. Simões
- 63 Improvement of physical performance, hormonal profile, recovery-stress balance and increase of muscle damage in a specific futsal pre-season planning
F.C. de A. Nogueira, V.H. de Freitas, R.A. Nogueira, B. Miloski, F.Z. Werneck y M.G. Bara-Filho
- 69 The influence of a protocol of aquatic exercises in postural control of obese elderly
I.S. Avelar, V. Soares, R.C. Barbosa, S.R. Andrade, M.S. Silva y M.F. Vieira
- 75 Shoulder injuries in rugby: Report of its incidence and severity in a group of Portuguese male players during a season
E. Cruz-Ferreira y A. Cruz-Ferreira
- 79 Respostas psicobiológicas agudas do treinamento resistido com diferentes níveis de interação social
C.V.L.S. Teixeira, S.E. Ferreira, A.L. Evangelista, M.E. da Silva-Grigoletto y R.J. Gomes
- 84 Relação da força muscular com o desempenho no levantamento olímpico em praticantes de CrossFit®
R.A. Tibana, D.L. de Farias, D.C. Nascimento, M.E. Da Silva-Grigoletto y J. Prestes
- 89 Efeito do alongamento unilateral no desempenho de força contralateral
S. Barbosa-Netto, L.G. Veloso, O.S. d'acelino-e-Porto y M.B. de Almeida

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 11 Number 2

June 2018

Contents

Original articles

- 47 Anthropometric profile of elite female handball players
A.B. Ramos-Angulo, I. Medina-Porqueres, A. Ortiz-Bish, Y. Ruiz-Martinez, L. Medina-Jimenez and J. Elena-Gamboa
- 52 Determination of body composition, muscle strength and physical activity in patients with chronic renal failure on hemodialysis in a renal unit in Bogota, Colombia
A. Hernández, K. Monguí and Y. Rojas
- 57 Impact of ACE I/D gene polymorphism on blood pressure, heart rate variability and nitric oxide responses to the aerobic exercise in hypertensive elderly
S.R. Moreira, O.T. Nóbrega, H.A.P. Santana, M.M. Sales, P.T.V. Farinatti and H.G. Simões
- 63 Improvement of physical performance, hormonal profile, recovery-stress balance and increase of muscle damage in a specific futsal pre-season planning
F.C. de A. Nogueira, V.H. de Freitas, R.A. Nogueira, B. Miloski, F.Z. Werneck and M.G. Bara-Filho
- 69 The influence of a protocol of aquatic exercises in postural control of obese elderly
I.S. Avelar, V. Soares, R.C. Barbosa, S.R. Andrade, M.S. Silva and M.F. Vieira
- 75 Shoulder injuries in rugby: Report of its incidence and severity in a group of Portuguese male players during a season
E. Cruz-Ferreira and A. Cruz-Ferreira
- 79 Respostas psicobiológicas agudas do treinamento resistido com diferentes níveis de interação social
C.V.L.S. Teixeira, S.E. Ferreira, A.L. Evangelista, M.E. da Silva-Grigoletto and R.J. Gomes
- 84 Relação da força muscular com o desempenho no levantamento olímpico em praticantes de CrossFit®
R.A. Tibana, D.L. de Farias, D.C. Nascimento, M.E. Da Silva-Grigoletto and J. Prestes
- 89 Efeito do alongamento unilateral no desempenho de força contralateral
S. Barbosa-Netto, L.G. Veloso, O.S. d'acelino-e-Porto and M.B. de Almeida

Original

Perfil antropométrico de jugadoras de balonmano femenino de élite



A.B. Ramos-Angulo^a, I. Medina-Porqueres^{a,*}, A. Ortiz-Bish^b, Y. Ruiz-Martinez^b,
L. Medina-Jimenez^b y J. Elena-Gamboa^b

^a Departamento de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Málaga, Málaga, España

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

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 3 de julio de 2016

Aceptado el 26 de septiembre de 2016

On-line el 19 de noviembre de 2016

Palabras clave:

Antropometría
Composición corporal
Balonmano
Élite

R E S U M E N

Objetivo: Analizar las características antropométricas de 19 jugadoras de un equipo de balonmano sénior de élite.

Método: Diecinueve jugadoras (n=19) de balonmano pertenecientes a un equipo de División de Honor sénior formaron parte de este estudio. Se registraron diferentes medidas corporales para estudiar el perfil antropométrico: masa corporal, talla, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros corporales, siguiendo el protocolo de la *International Society for the Advancements of Kinanthropometry*. Se obtuvo la composición corporal y el somatotipo de todas ellas.

Resultados: Las jugadoras mostraron un peso medio (63.63 kg) menor que el ideal para balonmano y una talla media de 168.2 cm, un somatotipo de 3.5, 4.6, 2.3 con dominancia de mesomorfia y un índice de masa corporal dentro del rango normal (22.4 kg/m²).

Conclusión: Estos resultados proporcionan datos antropométricos normativos para jugadoras de balonmano de élite. El perfil predominante en nuestra muestra fue el endo-mesomórfico con valores medios similares a los reportados para mujeres deportistas de otras disciplinas. Los datos obtenidos indican que nuestra población posee características antropométricas similares a las descritas en otras jugadoras de balonmano, siendo ligeramente inferiores con respecto al peso, la altura y el índice de masa corporal.

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

Anthropometric profile of elite female handball players

A B S T R A C T

Objective: To analyze the anthropometric characteristics of 19 female elite handball players from a elite senior team.

Method: Nineteen (n=19) elite handball female players belonging to a senior team of Division of Honour participated in this study. Different body measurements were taken to study the anthropometric profile: body mass, skin folds, corporal perimeters and diameters, according to the *International Society for the Advancements of Kinanthropometry* protocol. Corporal composition and somatotype were obtained in every case.

Results: Female players presented a lower average weight (63.63 kg) than the ideal, and an average height of 168.2 cm, a predominantly endo-mesomorphic somatotype of 3.5; 4.6; 2.3, and a body mass index within the normal range (22.4 kg/m²).

Conclusions: These results provide normative anthropometric data for elite female handball players. The elite female handball players in our sample were predominantly endo-mesomorphic with mean

Keywords:

Anthropometry
Body composition
Handball
Elite

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: imp@uma.es (I. Medina-Porqueres).

values similar to those reported for female athletes participating in other sports. Data overall suggest that our sample have comparable anthropometric characteristics compared to other handball players, being slightly lower regarding weight, height and body mass index.

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

Perfil antropométrico de jugadoras de handebol femenino de élite

R E S U M O

Palavras-chave:
Antropometria
Composição corporal
Handebol
Elite

Objetivo: Analisar as características antropométricas de 19 jogadores de uma equipe de elite de handebol sénior.

Método: Dezenove jogadores (n = 19) de Handebol pertencentes a uma equipe de divisão senior fizeram parte deste estudo. Foi registrado diferentes medidas corporais para estudar o perfil antropométrico: massa corporal, estatura, dobras cutâneas, perímetros e diâmetros do corpo, seguindo o protocolo *International Society for the Advancements of Kinanthropometry*. Obteve-se a composição corporal e somatotipo de todos eles.

Resultados: Os jogadores mostraram um menor peso médio (63.63 kg) ideal para handebol e um tamanho médio de 168.2 cm por somatotipo 3.5; 4.6; 2.3 mesomorfia com dominância e índice de massa corporal dentro da faixa normal (22.4 kg/m²).

Conclusão: Estes resultados fornecem dados antropométricos normativos para jogadores de handebol de elite. O perfil predominante em nossa amostra foi a endo-mesomorfo semelhantes aos relatados para as valores médios mulheres atletas de outras modalidades. Os dados obtidos sugerem que a nossa população possui semelhantes características antropométricas descritas em jogadores de handebol, sendo ligeiramente inferior no índice de peso, altura e massa corporal.

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

Introducción

El balonmano es un deporte que se juega a alta velocidad y con gran explosividad, en el que se realizan numerosos esprines, saltos, lanzamientos y bloqueos, y en el que constantemente se producen contactos de alta intensidad entre los jugadores^{1,2}. Los jugadores de balonmano requieren una capacidad para asumir esfuerzos anaeróbicos de intensidad máxima, con períodos de recuperación cortos y una ejecución gestual lo más eficiente posible. Paralelamente deben poseer una masa muscular en tronco y tren superior que les permita hacer frente a los continuos contactos y lanzamientos, además de un potente tren inferior que posibilite la ejecución de saltos, zancadas y fintas para poder superar la defensa contraria o anticiparse^{3,4}.

El rendimiento deportivo depende de numerosos factores que incluyen las capacidades energéticas del deportista, sus habilidades técnicas y tácticas y el grado de motivación, entre otros, que permiten obtener su máximo potencial en la competición⁵. Junto a ellos, distintos autores sitúan a las características antropométricas como aspectos determinantes en el éxito competitivo. El estudio de las dimensiones y de la composición corporal es parte del conjunto de variables biológicas relacionadas con el rendimiento deportivo. La cineantropometría muestra de manera clara y concisa la información sobre la estructura del deportista en un determinado momento y es capaz de evaluar las modificaciones causadas por el entrenamiento. El perfil antropométrico se encuadra, pues, entre los determinantes que predisponen al sujeto a la práctica de una determinada disciplina o garantizan un mayor rendimiento en la misma⁶⁻⁸.

La literatura en torno a aspectos antropométricos en balonmano femenino no es muy numerosa, en contraposición a otras disciplinas deportivas, donde el perfil morfológico está más definido⁹⁻¹¹. Esta escasez es aún mayor cuando se estudian muestras de nivel internacional en deportistas de élite^{12,13}.

El objetivo del presente estudio fue reportar el perfil antropométrico de un grupo de jugadoras de balonmano femenino sénior

de élite evaluadas en el período de preparación general previo a la temporada.

Método

Se trata de un estudio observacional, transversal y prospectivo. Las jugadoras fueron medidas una única vez durante la fase de pretemporada (entre agosto y septiembre de 2014).

Muestra

Un total de 19 jugadoras de balonmano de entre 17 y 36 años (22.84 ± 5.24), pertenecientes a un equipo de División de Honor (máxima categoría sénior femenina española) formaron parte del estudio. Las deportistas seleccionadas para tomar parte en la investigación entrenaban un mínimo de nueve horas semanales.

Diseño experimental

Todas las jugadoras fueron informadas verbalmente y por escrito sobre el objeto y la naturaleza del estudio, y mostraron su aprobación para formar parte del mismo a través de un consentimiento informado. Para el desarrollo de esta investigación se respetaron los principios establecidos por la Declaración de Helsinki (1964). El protocolo de este estudio fue aprobado por el Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Málaga (España), con número de registro CEUMA, 34-2015-H.

Las exploraciones fueron efectuadas por el personal sanitario del Centro Andaluz de Medicina del Deporte (CAMD) en sus instalaciones del complejo deportivo de Carranque en Málaga (España). Antropometristas certificados de nivel 2 y nivel 3 de la *International Society for the Advancements of Kinanthropometry* (ISAK) realizaron un perfil antropométrico completo (tabla 1).

Para el registro de estas medidas se aplicó el protocolo propuesto por la ISAK¹⁴ a partir de las normas, criterios y recomendaciones del Grupo Español de Cineantropometría (GREC)¹⁵. Las medidas

Tabla 1

Características antropométricas de las jugadoras de balonmano de la muestra. Los datos se expresan como media \pm desviación estándar de la media

Peso (kg)	63.64 \pm 6.79
Talla (cm)	168.3 \pm 5.9
Somatotipo	
Endomorfa	3.51 \pm 0.62
Mesomorfa	4.68 \pm 0.60
Ectomorfa	2.32 \pm 0.52
Sumatorio de 6 pliegues grasos (mm)	88.6 \pm 18.3
Porcentaje graso (Yuhasz) (%)	16.93 \pm 2.66
Fraccionamiento cinco componentes (Kerr) (%)	
Porcentaje masa adiposa	30.86 \pm 3.30
Porcentaje masa muscular	42.84 \pm 2.33
Porcentaje masa residual	9.07 \pm 0.90
Porcentaje masa ósea	11.74 \pm 0.65
Porcentaje masa piel	5.49 \pm 0.21
Índice de masa corporal (kg/m ²)	22.40 \pm 1.27

realizadas para las determinaciones antropométricas incluyeron: (1) masa corporal (kg) y talla (cm); (2) seis pliegues cutáneos (mm): tríceps, subescapular, supracrestal, abdominal, muslo y gemelar; (3) cuatro perímetros musculares (cm): brazo relajado, brazo contraído, muslo medio y gemelar; (4) tres diámetros óseos (cm): muñeca-biestiloideo radiocubital-, húmero-biepicondíleo humeral- y fémur-bicondíleo femoral-. El instrumento empleado para la altura y la masa corporal fue la estación electrónica de peso y talla SECA BMI 763 (Seca Instruments Ltd, Hamburgo, Alemania), con precisión de 100 g y 1 mm respectivamente. Para la medición de los pliegues se utilizó un plicómetro Harpenden (Holtain Ltd, Crymych, Reino Unido) con una precisión de 0.2 mm. Los diámetros fueron evaluados con un paquímetro (Holtain Ltd, Cambrige, Reino Unido) y los perímetros con una cinta metálica flexible, ambos con precisión de 1 mm (Holtain Ltd, Crymych, Reino Unido), además de un lápiz dermográfico. Las jugadoras fueron medidas por la mañana antes del entrenamiento, desprovistas de calzado y con la menor ropa posible.

A partir de las mediciones antropométricas obtenidas se calcularon diferentes índices y porcentajes al objeto de determinar la composición corporal de las jugadoras participantes en el estudio. El índice de masa corporal (IMC) de cada jugadora se obtuvo mediante la fórmula¹⁶: masa(kg)/altura(m)². Con respecto a la composición corporal, se utilizaron los cálculos propuestos por Kerr (1988) en su modelo pentacompartimental, del que se determinan los componentes de masa adiposa, muscular, ósea, residual y piel¹⁶. El porcentaje de grasa corporal fue calculado utilizando la fórmula de Yuhasz (1962), a partir de la medición de seis de los pliegues descritos anteriormente. Además, se calculó el peso ideal de cada jugadora correspondiente para el deporte de balonmano de la forma propuesta también por Yuhasz, multiplicando el peso magro obtenido de cada jugadora por el factor de corrección¹⁶. El somatotipo de cada jugadora fue obtenido mediante el método de Health-Carter (1990)¹⁷, del que se obtuvo el valor de los tres componentes—endomorfa, mesomorfa y ectomorfa—, y la somatocarta de cada una de ellas. Además, en cada informe se efectuó la comparación individual con el deporte en cuestión, mostrando el rating de somatotipo correspondiente al balonmano, según la base de datos del CAMD.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de los datos para obtener las medidas de tendencia central (media \pm desviación típica). Además se llevó a cabo un análisis de comparación de medias entre distintas variables y un análisis correlacional por medio del test de Pearson (R). Se estableció como valor estadístico de referencia $p \leq 0.05$. Previo a estos análisis, se comprobó si se cumplían condiciones

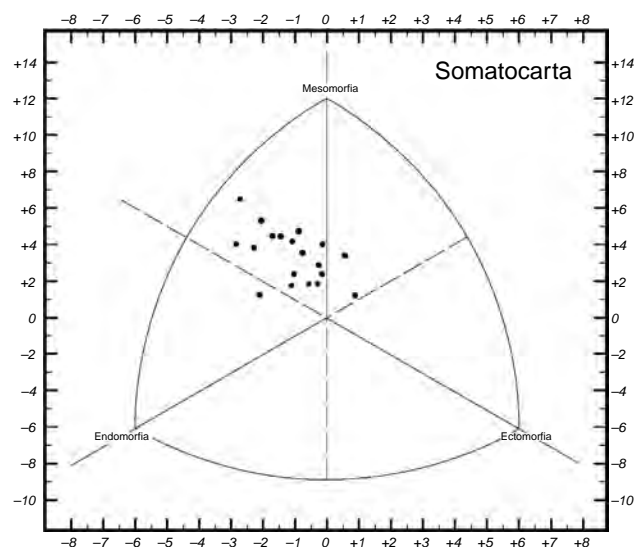


Figura 1. Distribución del somatotipo en la somatocarta.

de homogeneidad de las varianzas y la normalidad de la distribución muestral mediante la comparación de las características de la muestra y la aplicación de la prueba de Shapiro-Wilk –para muestras inferiores a 50 sujetos-. Los datos obtenidos en las mediciones fueron introducidos en el programa Microsoft Office Excel 2007 (Windows) para su análisis. El tratamiento estadístico de los datos se llevó a cabo con el paquete estadístico SPSS, versión 20.0 (Inc, Chicago, Illinois, Estados Unidos) para Windows.

Resultados

En nuestras series se cumple el supuesto de homogeneidad de las varianzas en las variables peso total, talla e IMC, y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk no es significativa, por lo que se asumió la normalidad para todas las distribuciones de las medias de las citadas variables. Las participantes presentaron una edad media de 22.84 \pm 5.24 años, un peso de 63.64 \pm 6.79 y un IMC de 22.40 \pm 1.27, siendo caucásicas en su totalidad. De todas ellas, cinco ocupaban la posición de extremo, cuatro lo hacían de laterales, y otras cuatro de centrales; tres eran pivotes y otras tantas (tres) desempeñaban el puesto de portera. Las características antropométricas obtenidas a partir de las mediciones del peso, talla, perímetros, diámetros corporales y pliegues cutáneos se recogen en la [tabla 1](#).

En cuanto a las categorías del somatotipo, 11 jugadoras (57.89%) presentaron un biotipo endo-mesomorfo, tres jugadoras (15.79%) un biotipo mesomórfico balanceado, otras tres jugadoras (15.79%) uno meso-endomorfo, una jugadora (5.26%) un biotipo meso-ectomorfo y otra (5.26%) un biotipo ecto-mesomorfo. El componente predominante entre las jugadoras de la muestra fue la mesomorfa. El análisis del somatotipo de las jugadoras mostró unos valores de 3.51 \pm 0.62 para la endomorfa, de 4.68 \pm 0.60 para la mesomorfa y de 2.32 \pm 0.52 para la ectomorfa ([tabla 1](#)). La [figura 1](#) recoge la somatocarta con los valores individuales y promedio de la muestra analizada.

Discusión

En este estudio se han presentado las características antropométricas de un grupo de jugadoras de balonmano de élite. Los deportistas de alto nivel suelen destacar sobre el resto desde un punto de vista físico, técnico-táctico y morfológico. En este sentido, el balonmano adolece de investigaciones donde se definan cuáles son los perfiles físico-técnicos óptimos para sus practicantes.

La antropometría se erige como una de las herramientas que nos permite alcanzar este conocimiento. En la literatura encontramos estudios en relación con el perfil antropométrico y somatotipo de jugadoras de balonmano^{12,13} que, aunque escasos, permiten obtener referencias válidas para su comparación con las ofrecidas por nuestra muestra.

Las jugadoras analizadas presentan un somatotipo predominantemente endo-mesomórfico (3.50-4.68-2.32). Estos resultados apuntan a un predominio del desarrollo musculoesquelético frente a la grasa. Similares hallazgos han sido descritos en referencia a los componentes del somatotipo en otros deportes de equipo en pista o en balonmano masculino^{5,9-11}. Solanellas et al.¹⁸ y Sánchez-Muñoz et al.¹⁹ también describieron un somatotipo endomórfico-mesomórfico (3.8-4.6-2.4) en un estudio realizado con una muestra de jugadoras de tenis de alto nivel de categoría junior.

El peso medio de las jugadoras (63.64 ± 6.79) (tabla 1) se encuentra por debajo del peso medio ideal, en virtud de la fórmula propuesta por Yuhasz (1974) para el cálculo del peso ideal (65.2621 ± 6.61). Según esta comparación, todas las jugadoras se encuentran en un déficit de peso con respecto a los datos para la modalidad de balonmano, ya que en todas el peso que se propone como ideal es superior al que se ha registrado en la medición de su peso corporal total. Esto mismo se evidencia al compararlo con otros equipos en los que el peso y la talla de las jugadoras son mayores. En los estudios de Mala et al.⁹, García-Expósito et al.²⁰, Granados et al.²¹, Vila et al.²² y Bayios et al.²³, se describen unos pesos y tallas medios muy superiores a los de nuestro estudio. Sin embargo, los datos ofrecidos por López et al.²⁴ y Ruiz y Rodríguez²⁵ muestran pesos y tallas más similares a los encontrados en nuestra muestra. Este aspecto puede condicionar el tipo de juego desarrollado por el equipo, dada la importancia que la envergadura de las jugadoras tiene en balonmano en cuanto a espacio que ocupan en el campo o a la palanca que poseen de brazo para realizar los lanzamientos con mayor facilidad. Por contra, en equipos con jugadoras de menor tamaño, el juego se basa en procedimientos más veloces, como contraataques directos, aprovechamiento de espacios con fintas y tácticas colectivas.

Con respecto a los datos de IMC, todas las jugadoras de nuestro estudio se encuentran dentro de los parámetros de normalidad según la OMS.

Con relación al sumatorio de seis pliegues grasos y en el porcentaje graso propuesto por Yuhasz, cuyos valores de referencia para la modalidad de balonmano son 82.5 ± 18.2 mm y $16.4 \pm 2.6\%$, respectivamente, se aprecia que la media de estos para las jugadoras del equipo Málaga Costa del Sol están dentro del rango de referencia (tabla 1), siendo algo más altas las medias obtenidas que las de referencia.

El somatotipo de Health y Carter nos aporta el *rating* de endomorfia, mesomorfia y ectomorfia de cada jugadora. Teniendo en cuenta los datos de referencia aportados por el CAMD, donde el *rating* de referencia para las jugadoras de balonmano sería endomorfia: 3.3, mesomorfia: 3.7, ectomorfia: 2.5, podemos llegar a la conclusión de que los valores medios de endomorfia y ectomorfia son parecidos a los de los datos de referencia para su modalidad deportiva, aunque la endomorfia sea 0.2 puntos mayor y la ectomorfia 0.2 puntos menor a los parámetros de referencia. Sin embargo, el valor medio de mesomorfia difiere significativamente, estando el valor medio del componente de mesomorfia de las jugadoras de nuestra muestra por encima al somatotipo de referencia 0.9 puntos; es decir, que estas jugadoras poseen un componente musculoesquelético en su composición corporal mucho mayor al que se presenta como referente para balonmano. Por tanto, el biotipo prevalente en nuestra muestra es el endo-mesomorfo, donde predomina la mesomorfia, siendo consecuentemente el componente de ectomorfia el de menor valor.

Según las definiciones que aportan Health y Carter en la escala de *rating* y características¹⁷, estas jugadoras poseen las siguientes características según su somatotipo:

- Endomorfia (3.5; rango 3-5): moderada adiposidad relativa; la grasa subcutánea cubre los contornos musculares y óseos; apariencia más blanda.
- Mesomorfia (4.6; rango 3-5): moderado desarrollo musculoesquelético relativo; mayor volumen muscular y huesos y articulaciones de mayores dimensiones.
- Ectomorfia (2.3; rango 1-2,5): gran volumen por unidad de altura, extremidades relativamente voluminosas).

Los resultados del somatotipo obtenido para este equipo son similares a los conseguidos por García-Expósito et al.²⁰, en sus dos equipos analizados, ya que estos también presentan un biotipo endo-mesomorfo.

Entre las limitaciones de este estudio se encuentran el tamaño de la muestra, equivalente a publicaciones de similares características, y el hecho de que la composición corporal fuera estimada a partir de parámetros antropométricos, en detrimento de métodos de referencia como la absorciometría con rayos X de doble energía, más actuales, pero también más costosos.

La determinación del somatotipo de las jugadoras de balonmano de élite, de acuerdo con los datos obtenidos, ha mostrado en la literatura una predominancia del componente endo-mesomórfico. Nuestra muestra ofrece unas cifras medias ligeramente inferiores a las presentadas en otros estudios en términos de peso y talla, ligeramente por debajo de las referencias ideales, aunque similares en términos de perfil antropométrico grupal.

Responsabilidades éticas

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

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

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

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración prestada por la dirección y cuerpo técnico del C.B. Costa del Sol y el personal de Administración y Servicios del Centro Andaluz de Medicina del Deporte de la Junta de Andalucía.

Bibliografía

1. Hoff J, Almasbakk B. The effects of maximum strength training on throwing velocity and muscle strength in female team-handball players. *J Strength Cond Res.* 1995;9(4):255-8.
2. Michalsik LB, Aagaard P, Madsen K. Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. *Int J Sports Med.* 2013;34(7):590-9.
3. Michalsik LB, Madsen K, Aagaard P. Match performance and physiological capacity of female elite team handball players. *Int J Sports Med.* 2014;35(7):595-607.
4. Ronglan LT, Raastad T, Børgesen A. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. *Scand J Med Sci Sports.* 2006;16(4):267-73.

5. Ingebrigtsen J, Dillern T, Shalfawi SA. Aerobic capacities and anthropometric characteristics of elite female soccer players. *J Strength Cond Res.* 2011;25(12):3352–7.
6. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci.* 2000;18(9):669–83.
7. Douda HT, Toubekis AG, Avloniti AA, Tokmakidis SP. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008;3(1):41–54.
8. Mermier CM, Janot JM, Parker DL, Swan JG. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *Br J Sports Med.* 2000;34(5):359–65.
9. Mala L, Maly T, Zahalka F, Bunc V, Kaplan A, Jebavy R, et al. Body composition of elite female players in five different sports games. *J Hum Kinet.* 2015;45:207–15.
10. Martín-Matillas M, Valadés D, Hernández-Hernández E, Olea-Serrano F, Sjöström M, Delgado-Fernández M, et al. Anthropometric, body composition and somatotype characteristics of elite female volleyball players from the highest Spanish league. *J Sports Sci.* 2014;32(2):137–48.
11. Can F, Yilmaz I, Erden Z. Morphological characteristics and performance variables of women soccer players. *J Strength Cond Con.* 2004;18(3):480–5.
12. Cavala M, Katić R. Morphological, motor and situation-motor characteristics of elite female handball players according to playing performance and position. *Coll Antropol.* 2010;34(4):1355–61.
13. Moss SL, McWhannell N, Michalsik LB, Twist C. Anthropometric and physical performance characteristics of top-elite, elite and non-elite youth female team handball players. *J Sports Sci.* 2015;33(17):1780–9.
14. Heyward VH. Evaluation of body composition. *Current issues. Sports Med.* 1996;22(3):146–56.
15. Alvero JR, Cabañas MD, Herrero A, Martínez L, Moreno C, Porta J, et al. Body composition assessment in sports medicine. Statement of Spanish Group of Kinanthropometry of Spanish Federation of Sports Medicine Version 2010. *Arch Med Deporte.* 2010;27(139):330–44.
16. Kerr DA. An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses, in males and females age 6 to 77 years. British Columbia, Canada: Simon Fraser University; 1988. Tesis doctoral.
17. Carter JE. The Heath-Carter anthropometric somatotype. Instruction manual. San Diego: Department of Exercise and Nutritional Science San Diego State University; 2002.
18. Solanellas F, Tuda M, Rodríguez FA. Valoración cineantropométrica de tenistas de diferentes categorías. *Apunts Med Esport.* 1996;4:122–35.
19. Sánchez-Muñoz C, Sanz D, Zabala M. Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite Junr tennis players. *Br J Sports Med.* 2007;41(11):793–9.
20. García Expósito M, Alcaraz Ramón PE, Ferragut Fiol C, Manchado López C, Abalades Valeiras JA, Rodríguez Suárez N, et al. Composición corporal y velocidad de lanzamiento en jugadoras de élite de balonmano. *Cult Cienc Deporte.* 2011;6(17):129–35.
21. Granados C, Izquierdo M, Ibáñez J, Bonnbau H, Gorostiaga EM. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *Int J Sports Med.* 2007;28(10):860–7.
22. Vila H, Manchado C, Rodríguez N, Abalades JA, Alcaraz PE, Ferragut C. Anthropometric profile, vertical jump, and throwing velocity in elite female handball players by playing positions. *J Strength Cond Res.* 2012;26(8):2146–55.
23. Bayios IA, Bergeles NK, Apostolidis NG, Noutsos KS, Koskoulou MD. Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006;46(2):271–80.
24. López R, Hernández G, Rangel B, Jeanette L, Ramos I. Perfil antropométrico de dos equipos universitarios de balonmano femenino. En: *Ciencias naturales y exactas handbook.* México: ECORFAN; 2014. p.237.
25. Ruiz L, Egocheaga Rodríguez J. Estudio del somatotipo en jugadoras de balonmano por puestos y categorías. *Apunts Med Esport.* 2001;137:25–31.



Original

Descripción de la composición corporal, fuerza muscular y actividad física en pacientes con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis en una unidad renal en Bogotá, Colombia



A. Hernández^{a,*}, K. Monguí^b y Y. Rojas^b

^a Servicio de Medicina de la Actividad Física y del Deporte, IPS del Deporte, Hospital Infantil Universitario de San José, Bogotá, Colombia

^b Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS), Bogotá, Colombia

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 29 de junio de 2016

Aceptado el 23 de septiembre de 2016

On-line el 10 de noviembre de 2016

Palabras clave:

Diálisis Renal

Fuerza muscular

Estilo de vida sedentario

R E S U M E N

Objetivo: Describir la composición corporal, la fuerza muscular y el nivel de actividad física que realizan los pacientes con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis en una unidad renal en Bogotá, Colombia.

Método: Estudio de corte transversal, en el que se incluyeron pacientes mayores de 18 años que llevaban seis meses o más en un programa de hemodiálisis en la unidad renal del Hospital de San José. Se eligió el 25% de la población aleatoriamente. Se midió la composición corporal, fuerza del miembro superior dominante, actividad física y calidad de vida a través del instrumento SF-36 validado en Colombia.

Resultados: Se incluyeron 82 pacientes, con una edad mediana de 61 años (rango intercuartil 51-69); la mayoría fueron hombres (54/82). Según MET/h, los pacientes fueron clasificados como sedentarios riesgosos (38/82), sedentarios no saludables (42/82) y saludables (2/82). El porcentaje de masa muscular fue menor en los pacientes sedentarios riesgosos que en los sedentarios no saludables, con un 10.3% (rango intercuartil 7.7-12.6) versus 12.5% (rango intercuartil 10.2-14.7). Respecto a la calidad de vida se halló una mediana global de 64 (rango intercuartil 52-72) en la dimensión mental y de 69 (rango intercuartil 49-79) en la dimensión física.

Conclusión: Los pacientes en hemodiálisis estudiados tienen un peso adecuado para la talla, pero con menos masa muscular y fuerza muscular disminuida para la edad; el nivel de actividad física fue sedentario y la calidad de vida evaluada mostró una menor puntuación en el componente físico.

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

Determination of body composition, muscle strength and physical activity in patients with chronic renal failure on hemodialysis in a renal unit in Bogota, Colombia

A B S T R A C T

Objective: To describe body composition, muscle strength and activity level in patients with chronic renal failure on hemodialysis in a renal unit in Bogota, Colombia.

Method: Cross-sectional study, we included patients older than 18 years-old who were in a hemodialysis program for at least six months in the Renal Unit of the Hospital of San José. The sample was randomly selected from the 25% of the total hemodialysis population. We measured body composition, strength of dominant upper limb, physical activity and quality of life with the SF-36 instrument validated in Colombia.

Results: 82 patients, median age was 61 years (interquartile range 51-69) were included; most were men (54/82). According to MET/h patients were classified as healthy (2/82), risky sedentary (38/82) and unhealthy sedentary (42/82). The percentage of muscle mass was lower in sedentary unhealthy group than in risky sedentary group, 10.3% (interquartile range 7.7-12.6) versus 12.5% (interquartile range 10.2-14.7). Regarding the quality of life we found an overall median of 64 points (interquartile range 52-72) in the mental dimension and 69 points (interquartile range 49-79) in the physical dimension.

Keywords:

Renal dialysis

Muscle strength

Sedentary lifestyle

* Autor para correspondencia. Carrera 52 # 67A-71 IPS del Deporte de Hospital Infantil Universitario de San José Bogotá, Colombia. Teléfono celular: 057-310-7720282. Correo electrónico: anher63@hotmail.com (A. Hernández).

Conclusion: Hemodialysis patients had an appropriate weight for their height, but with less muscle mass and a decreased muscle strength for their age; the physical activity level recorded was sedentary and the quality of life showed a lower score on the physical component.

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

Descrição da composição corporal, força muscular e atividade física em pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise de uma unidade renal em Bogotá, Colombia

R E S U M O

Palavras chave:
Diálise renal
Força muscular
Estilo de vida sedentário

Objetivo: Descrever a composição corporal, força muscular e nível de atividade física realizada por pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise de uma unidade renal de Bogotá, Colombia.

Método: Estudio de corte transversal, tendo-se incluído pacientes de idade superior a 18 anos que estavam envolvidos, há seis ou mais meses, num programa de hemodiálise, de uma unidade renal do Hospital de San José. Seleccionou-se, de forma aleatória, 25% da população. Mediu-se a composição corporal, força do membro superior dominante, atividade física e qualidade de vida através do instrumento SF-36 validado na Colombia.

Resultados: Foram incluídos 82 pacientes, com uma idade mediana de 61 anos (relação inter quartil 51-69); a maioria eram homens (54/82). Segundo MET/hora os pacientes foram classificados em sedentários de risco (38/82), sedentários não saudáveis (42/82) e saudáveis (2/82). A percentagem de massa muscular foi menor nos pacientes sedentários de risco do que nos sedentários não saudáveis, 10.3% (relação inter quartil 7.7-12.6) versus 12.5% (relação inter quartil 10.2-14.7). No que diz respeito à qualidade de vida encontrou-se uma mediana global de 64 (relação inter quartil 52-72) na dimensão mental e de 69 (relação inter quartil 49-79) na física.

Conclusão: Os pacientes estudados em hemodiálise têm um peso adequado para a altura, mas menos massa muscular e força muscular diminuída para a idade, o nível de atividade física era sedentário e a qualidade de vida avaliada mostrou uma pontuação mais baixa na componente física.

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

Introducción

Los pacientes con insuficiencia renal crónica (IRC), en terapia de reemplazo renal por cualquier causa, se caracterizan por presentar condiciones físicas como disminución de la capacidad cardiorrespiratoria, desnutrición, fatiga y pérdida de masa muscular¹ que, asociado a enfermedades crónicas como hipertensión arterial, dislipidemia, enfermedad coronaria y diabetes tipo 2², pueden afectar directamente su capacidad funcional. Aunque no es clara la causa de la pérdida de dicha capacidad funcional y fuerza muscular, un factor importante que podría afectar al rendimiento es la anemia que, junto con la miopatía urémica en estos pacientes², conlleva un consumo menor de oxígeno y un cambio morfológico muscular, que contribuyen a la pérdida de su función³.

Actualmente se ha reconocido que los programas de ejercicio en los pacientes en hemodiálisis (HD) son seguros y eficaces. La evidencia ha demostrado que el ejercicio podría mejorar la fuerza muscular, evita la pérdida de masa muscular⁴, mejora la capacidad funcional, la función cardiovascular^{2,5}, reduce el riesgo cardiovascular⁶ y contribuye a mejorar la supervivencia^{7,8}.

El objetivo del presente estudio es describir la composición corporal, la fuerza muscular y el nivel de actividad física que realizan los pacientes con IRC en HD de una unidad renal de Bogotá, Colombia.

Método

Sujetos

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en el cual se incluyeron pacientes que asistieron al programa de HD en la unidad renal del Hospital de San José-Fresenius Medical Care® en

Bogotá, Colombia, durante diciembre de 2014. Se escogió el 25% de la población actualmente en HD.

Fueron incluidos en el estudio pacientes mayores de 18 años que formasen parte del programa de HD y que tuvieran un tiempo de inicio de HD superior o igual a seis meses. Los pacientes fueron seleccionados aleatoriamente mediante un sistema computarizado. Se excluyeron pacientes con amputaciones o patologías neuromusculares que impidieran la realización de ejercicio rutinario, con problemas psiquiátricos o del desarrollo cognitivo que impidieran la interacción con el interlocutor, pacientes que no aceptaran su participación en el presente estudio o fueran parte de otra investigación.

Los datos fueron recolectados en un instrumento diseñado por los investigadores. La actividad física fue evaluada mediante una encuesta de actividad física del Colegio Americano de Medicina del Deporte⁹ ajustada y resumida por el Servicio de Medicina del Deporte del Hospital San José de Bogotá, siendo el objetivo de esta encuesta medir dicha actividad física en unidad metabólica en reposo (MET).

Procedimientos

Personal entrenado realizó las mediciones. La medición de la fuerza muscular en el miembro superior dominante del paciente se llevó a cabo con un dinamómetro calibrado digital marca CAMRY®, que lo reporta en kilogramos (kg). Se realizó una clasificación por percentiles de acuerdo con la edad y el sexo tomada del estudio de Luna et al.¹⁰. La composición corporal se midió en prediálisis mediante impedanciómetro de dos canales FitScan®, monitor de composición corporal BC-585F, siguiendo las recomendaciones de medición¹¹. Los datos de los exámenes de laboratorio fueron tomados durante el tiempo de recolección de la información. Para

la clasificación del índice de masa corporal (IMC) se siguieron los parámetros dados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). La calidad de vida se midió con el instrumento SF-36 validado en Colombia¹²: con un resultado mayor de 50 puntos indica que el paciente tiene buena calidad de vida.

Análisis estadístico

El análisis fue realizado con el programa Stata 13®; las variables cuantitativas fueron resumidas con medidas de tendencia central y de dispersión, y las variables cualitativas mediante frecuencias absolutas y relativas. La relación entre las variables fuerza de la mano, porcentaje de masa muscular y actividad física medida en MET/h fue explorada por medio de diagramas de dispersión y evaluada por medio del coeficiente de correlación de Pearson. Posteriormente, la actividad física fue categorizada de acuerdo con el resultado de MET por hora en cuatro grupos: sedentario riesgoso (1-1.5 MET/h), sedentario no saludable (1.6-2.9 MET/h), saludable (3-5.9 MET/h) y muy saludable (> 6 MET/h), siguiendo los parámetros del estudio de Ainsworth et al. 2011⁹. El presente estudio fue aprobado por el comité de ética de investigaciones con seres humanos en la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS).

Resultados

Fueron elegibles para participar 86 pacientes, cuatro participantes decidieron no formar parte del estudio. De los 82 pacientes incluidos, el 65% fueron hombres. El rango de edad estuvo entre 23 y 89 años. Los datos referentes a la función renal y otras características basales de la población de estudio se muestran en la [tabla 1](#). Se encontró que el 47.6% de los pacientes tenían fístula, siendo la mayoría en el miembro superior izquierdo (64.1%). La mediana de fuerza muscular fue mayor en la mano derecha (15.3 kg), la cual era la mano dominante en el 32.9% de los pacientes.

En la clasificación de la actividad física ([tabla 2](#)) 80 pacientes fueron categorizados como sedentarios (38 sedentarios riesgosos y

Tabla 1
Características basales de la población de estudio

Variable	n = 82 Med. (RIQ)
Sexo masculino, n (%)	54 (65.9)
Edad (años)	61 (51-69)
Talla (cm)	161.5 (155-167)
Tiempo de hemodiálisis (meses)	40.5 (23-59)
Agua corporal (L)	32.4 (28.3-37.8)
Peso seco (kg)	60.0 (55.5-69.5)
Paraclínicos	
Albúmina (gr/dL)	4.23 (3.95-4.35)
BUN (mg/dL)	54.45 (45-62.8)
KT/V	1.73 (1.5-1.96)
Fuerza dinamometría	
Derecha (kg)	15.3 (11.8-22.9)
Izquierda (kg)	14.2 (10.2-20.7)
Fístula	
	n (%)
Derecha	14 (17.1)
Izquierda	25 (30.5)
Ninguna	43 (52.4)
Clasificación de la actividad física	
	n (%)
Sedentario riesgoso	38 (46.3)
Sedentario no saludable	42 (51.2)
Saludable	2 (2.4)
Muy saludable	0 (0)

BUN: nitrógeno ureico en sangre; K: urea dializada; kg: kilogramo; KT/V: cinética de la urea; Med.: mediana; RIQ: rango intercuartílico; T: tiempo de diálisis; V: volumen de distribución de la urea.

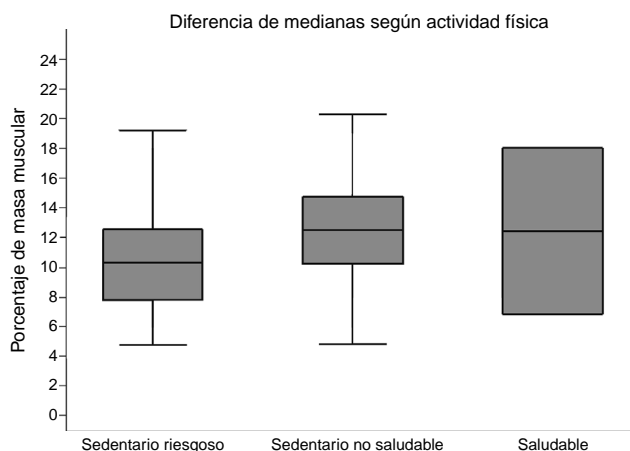


Figura 1. Boxplot de diferencia de medianas según la actividad física.

42 sedentarios no saludables). El porcentaje de masa muscular fue menor en los pacientes sedentarios riesgosos que en los sedentarios no saludables, con un 10.3% (rango intercuartílico [RIQ] 7.7-12.6) versus 12.5% (RIQ 10.2-14.7), al contrario del porcentaje de masa grasa que fue mayor en los pacientes sedentarios riesgosos con un 46.2% (RIQ 35.3-59.3) versus 37.3% (RIQ 24.4-47.3).

La mediana del IMC fue de 24.7 (RIQ 21.7-27.3), que corresponde a la categoría de peso normal, encontrando que en el grupo de sedentarios riesgosos 18/38 pacientes (47.4%) estaban por encima del peso normal y 17/42 en el grupo de sedentarios no saludables (40.5%). La fuerza muscular para todos los pacientes categorizados como sedentarios riesgosos fue pobre o muy pobre en la mano derecha y muy pobre en la mano izquierda. Entre los sedentarios no saludables la fuerza muscular en la mano derecha fue pobre o muy pobre en el 92.8% de los pacientes y muy pobre en el 95.2% de los pacientes en la mano izquierda.

En el grupo de sedentarios riesgosos la mediana de actividad fue de 30.2 MET/día (RIQ 28-33.8), 1.3 MET/h (RIQ 1.2-1.4) y 3 MET (RIQ 2.5-3) en la actividad de mayor intensidad en el día; entre los sedentarios no saludables estas medianas fueron de 45.5 MET (RIQ 41.2-48.5), 1.9 MET (RIQ 1.8-2.1) y 3.6 MET (RIQ 3-5) respectivamente.

En cuanto a la calidad de vida, se encontró que tanto en la dimensión física como en la mental las medianas de puntuaciones estuvieron por encima de 50 según los grupos de actividad física, con una mediana de 64 (RIQ 52-72) en la dimensión mental y 69 (RIQ 49-79) en la dimensión física. En el análisis de acuerdo con el tiempo de diálisis y la edad de los pacientes, se encontró que la puntuación de las dimensiones física y mental en la calidad de vida disminuye con el aumento de la edad, y en cuanto al tiempo de HD, se estableció que en la dimensión mental se mantiene, pero en la dimensión física va disminuyendo a medida que aumenta el tiempo en HD.

Entre los grupos sedentarios riesgosos y sedentarios no saludables se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.0041$) en las medianas del porcentaje de masa muscular ([fig. 1](#)), pero no entre sedentarios riesgosos y saludables ni entre sedentarios no saludables y saludables.

Discusión

Los hallazgos del presente estudio evidencian que el 97.5% de los pacientes con enfermedad renal realizan actividades diarias menores o iguales a 3 MET, que reflejan estilos de vida sedentarios. Estos niveles de actividad física son similares a los encontrados en el estudio de Panaye et al. en el 2015¹³, en el cual reportaron que la

Tabla 2
Composición corporal y fuerza según la clasificación de la actividad física

	Total n = 82	Sedentario riesgoso n = 38	Sedentario no saludable n = 42	Saludable n = 2
<i>Composición corporal, Med. (RIQ)</i>				
Peso total (kg)	63.3 (56.6-71.8)	60.6 (56.4-68.1)	64.2 (57.3-72.8)	71.5 (59.1-84)
Masa muscular (%)	11.7 (9.1-14.3)	10.3 (7.7-12.6)	12.5 (10.2-14.7)	12.4 (6.8-18)
Masa grasa (%)	41.8 (26.4-56.8)	46.2 (35.3-59.3)	37.3 (24.4-47.3)	37.3 (9.6-65.1)
IMC (kg.m ⁻²)	24.7 (21.8-27.3)	24.8 (22.4-27.3)	24.2 (21.6-27.4)	28.9 (27-30.9)
Tiempo de hemodiálisis (meses)	40.5 (23-59)	41 (23-63)	41 (22-55)	30 (26-34)
<i>Calidad de vida SF-36, Med. (RIQ)</i>				
Física	69 (49-79)	65 (42-77)	71 (53-83)	77.5 (77-78)
Mental	64 (52-72)	60.5 (46-65)	69 (55-76)	80 (62-98)
<i>Clasificación IMC, n (%)</i>				
Bajo peso	1 (1.2)	1 (2.6)	0 (0)	0 (0)
Normal	44 (53.7)	19 (50)	25 (59.5)	0 (0)
Sobrepeso	28 (34.2)	15 (39.5)	12 (28.6)	1 (50)
Obesidad grado I	3 (3.7)	0 (0)	2 (4.8)	1 (50)
Obesidad grado II	4 (4.9)	1 (2.6)	3 (7.1)	0 (0)
Obesidad mórbida	2 (2.4)	2 (5.3)	0 (0)	0 (0)
<i>Fuerza mano derecha, n (%)</i>				
Excelente	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Buena	2 (2.4)	0 (0)	2 (4.8)	0 (0)
Regular	1 (1.2)	0 (0)	1 (2.4)	0 (0)
Pobre	5 (6.1)	1 (2.6)	3 (7.1)	1 (50)
Muy pobre	74 (90.2)	37 (97.4)	36 (85.7)	1 (50)
<i>Fuerza mano izquierda, n (%)</i>				
Excelente	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Buena	1 (1.2)	0 (0)	1 (2.4)	0 (0)
Regular	1 (1.2)	0 (0)	1 (2.4)	0 (0)
Pobre	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Muy pobre	80 (97.6)	38 (100)	40 (95.2)	2 (100)
<i>Actividad física, Med. (RIQ) MET</i>				
Día	39.3 (30.2-45.8)	30.2 (28-33.8)	45.5 (41.2-48.5)	84.7 (83.7-85.8)
Hora	1.6 (1.3-1.9)	1.3 (1.2-1.4)	1.9 (1.8-2.1)	3.5 (3.5-3.6)
Máxima en el día	3 (3-4)	3 (2.5-3)	3.6 (3-5)	4.9 (3.8-6)

IMC: índice de masa corporal; kg: kilogramos; Med.: mediana; MET: unidad metabólica en reposo; RIQ: rango intercuartílico.

actividad física se encontraba por debajo del nivel recomendado de 10 000 pasos/día en el 94% de la población en terapia de reemplazo renal.

Los resultados de laboratorio de los pacientes evaluados fueron similares a los encontrados en pacientes en HD en otros estudios como el publicado por Fernández-Reyes et al.¹⁴, en el que un 64% de los pacientes tenían niveles de albúmina sérica por encima de 4 g/dL, y el estudio de Manzano Angua en el que los pacientes presentaban un nitrógeno ureico en sangre (BUN) de 59.4 ± 14.3 mg/dL y depuración de urea durante la diálisis (KT/V) de 0.9-2.2¹⁵.

Se determinó que el porcentaje de masa muscular fue bajo y el porcentaje de masa grasa fue alto respecto a lo esperado para este tipo de pacientes, lo que denota un estado catabólico en pacientes en HD. Estos hallazgos fueron reportados de manera similar en los estudios de Ikizler et al.¹⁶ y John et al.¹⁷; sin embargo, cuando se analizó el IMC, la mayoría de la población se clasificó en límites normales (73.2%), manifestando la importancia de incluir en las valoraciones clínicas la medición de la composición corporal que se relaciona directamente con la mortalidad, como encontraron Park et al. en 2013¹⁸, quienes sugieren que la masa muscular es el determinante más importante de la tasa de mortalidad en pacientes en HD comparado con la tasa de mortalidad analizada con el IMC porque no precisa la asociación de la composición corporal con la salud.

La fuerza muscular es un predictor importante en la movilidad e independencia de la población general, y en gran parte está determinada por el porcentaje de masa muscular. En el presente estudio se evidenció que la mayoría de los pacientes tenían una baja masa y fuerza muscular, el nivel de actividad física registrado fue calificado como sedentario y que la calidad de vida evaluada mostró

una menor puntuación en la dimensión física, en comparación con el promedio de la población sana para la edad y el género. Lo anterior coincide con los resultados reportados por Visser et al. en el 2005¹⁹, quien encontró que pacientes sanos con menor área de sección transversal de masa muscular tenían una menor movilidad, que conlleva un deterioro funcional; por lo tanto, el grupo investigador considera que es importante realizar investigaciones que integren programas de ejercicio en esta población para establecer los beneficios de la intervención con actividad física dirigida enfocados a prevenir la pérdida o potenciar el aumento de masa muscular generalizada.

La información encontrada en este estudio demostró que la actividad física más intensa de los pacientes (3 a 3.6 MET) estuvo relacionada con actividades básicas cotidianas como el bañarse, vestirse, caminar, entre otras. Lo anterior nos permite demostrar que los pacientes podrían empezar a realizar ejercicio con intensidades entre 3 y 4 MET, iniciando con ejercicios de intensidades leves, y siguiendo una progresión gradual según la tolerancia de ellos a los mismos. El ejercicio resulta ser una actividad bastante segura, dependiendo de la condición de salud de cada paciente. Esta afirmación es soportada por lo reportado en una revisión sistemática realizada por Smart y Steele en 2011¹⁹, en pacientes con diálisis, en donde se encontró que existió una razón 28 400 h/paciente sin muertes relacionadas directamente con el ejercicio²⁰, con resultados favorables desde el punto de vista físico y mental²¹. La evidencia existente y los resultados del presente estudio permiten demostrar que es posible plantear un programa con prescripción de ejercicio de intensidad entre 3 y 4 MET y con elementos sencillos como bandas elásticas o cicloergómetros que se adapten a la condición física de los pacientes.

En este estudio los resultados generales mostraron que los pacientes referían una adecuada calidad de vida, agrupada en las dimensiones físicas y mentales, sin embargo, a medida que aumenta la edad y el tiempo de HD se afectan ambas dimensiones, principalmente la dimensión física; esto se ajusta con los resultados del estudio de una revisión de la Sociedad Española de Nefrología en 2008 sobre calidad de vida en enfermos renales crónicos sin diálisis, donde determinaron que en adultos se afecta más la dimensión física que las dimensiones mentales y sociales²².

Entre las limitaciones del presente estudio indicamos que la evaluación de la actividad física por encuesta podría dar un sesgo de memoria en los resultados. Una gran cantidad de pacientes fueron clasificados como sedentarios, en comparación con los saludables, limitando las comparaciones entre dichas poblaciones.

En conclusión, los pacientes en HD estudiados tienen un peso adecuado para la talla, pero con menos masa muscular y fuerza muscular disminuida para la edad. El nivel de actividad física registrado fue sedentario y la calidad de vida evaluada mostró una menor puntuación en la dimensión física, por tal razón resaltamos la importancia de realizar más investigaciones que involucren programas de ejercicio para establecer los beneficios de la intervención en los déficits físicos encontrados en estos pacientes.

Responsabilidades éticas

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

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

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

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Johansen KL, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas GK, Kent-Braun JA. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: Effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. *Kidney Int.* 2003;63:291-7.

2. Johansen KL. Physical functioning and exercise capacity in patients on dialysis. *Adv Ren Replace Ther.* 1999;6:141-8.
3. Johansen KL, Chertow GM, Ng AV, Mulligan K, Carey S, Schoenfeld PY, et al. Physical activity levels in patients on hemodialysis and healthy sedentary controls. *Kidney Int.* 2000;57:2564-70.
4. Barcellos FC, Santos IS, Umpierre D, Bohlke M, Hallal PC. Effects of exercise in the whole spectrum of chronic kidney disease: A systematic review. *Clin Kidney J.* 2015;8:753-65.
5. Kouidi EJ, Grekas DM, Deligiannis AP. Effects of exercise training on noninvasive cardiac measures in patients undergoing long-term hemodialysis: A randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2009;54:511-21.
6. Goldberg AP, Hagberg J, Delmez JA, Carney RM, McKevitt PM, Ehsani AA, et al. The metabolic and psychological effects of exercise training in hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr.* 1980;33:1620-8.
7. Stack AG, Molony DA, Rives T, Tyson J, Murthy BV. Association of physical activity with mortality in the US dialysis population. *Am J Kidney Dis.* 2005;45:690-701.
8. Tudor-Locke CE, Myers AM. Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. *Sports Med.* 2001;31:91-100.
9. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, Tudor-Locke C, et al. Compendium of Physical Activities: A second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:1575-81.
10. Luna HE, Martín PG, Ruiz GJ. Valores normales y límites de la normalidad de la fuerza de la mano determinados con dinamometría. *Nutr Hosp.* 2004;19 Suppl. 1:80.
11. Alvero-Cruz JR, Correias Gómez L, Ronconi M, Fernández Vázquez R, Porta i Manzanillo J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal, normas prácticas de utilización. *Rev Andal Med Deporte.* 2011;4:167-74.
12. Lugo AL, García GH, Gómez RC. Confiabilidad del cuestionario de calidad de vida en salud SF-36 en Medellín, Colombia. *Rev Fac Nac Salud Pública.* 2006;24(2):37-50.
13. Panaye M, Kolko-Labadens A, Lasseur C, Paillasseur JL, Guillodo MP, Levannier M, et al. Phenotypes influencing low physical activity in maintenance dialysis. *J Ren Nutr.* 2015;25:31-9.
14. Fernández-Reyes MJ, Álvarez-Ude F, Sánchez R, Mon C, Iglesias P, Vázquez A. Estado nutricional, comorbilidad e inflamación en hemodiálisis. *Nefrología.* 2000;20:541-9.
15. Manzano Angua JM. Valoración antropométrica de la población renal crónica estable en hemodiálisis en la provincia de Sevilla. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol.* 2006;9(3):218-25.
16. Ilkizler TA, Pupim LB, Brouillette JR, Levenhagen DK, Farmer K, Hakim RM, et al. Hemodialysis stimulates muscle and whole body protein loss and alters substrate oxidation. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002;282:E107-16.
17. John SG, Sigrist MK, Taal MW, McIntyre CW. Natural history of skeletal muscle mass changes in chronic kidney disease stage 4 and 5 patients: An observational study. *PLoS One.* 2013;8:e65372.
18. Park J, Jin DC, Molnar MZ, Dukkipati R, Kim YL, Jing J, et al. Mortality predictability of body size and muscle mass surrogates in Asian vs white and African American hemodialysis patients. *Mayo Clin Proc.* 2013;88:479-86.
19. Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Newman AB, Nevitt M, Rubin SM, et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60:324-33.
20. Smart N, Steele M. Exercise training in haemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis. *Nephrology (Carlton).* 2011;16:626-32.
21. Segura-Ortí E. Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: revisión sistemática de la literatura. *Nefrología.* 2010;30:236-46.
22. Alvarez-Ude Cotera F, Rebollo Alvarez P. Psychological disturbances and deterioration of health-related quality of life of patients with stage 3-5 chronic kidney disease (not on dialysis). *Nefrología.* 2008;28 Suppl. 3:57-62.



Original article

Impact of ACE I/D gene polymorphism on blood pressure, heart rate variability and nitric oxide responses to the aerobic exercise in hypertensive elderly


 S.R. Moreira^{a,*}, O.T. Nóbrega^b, H.A.P. Santana^{c,e}, M.M. Sales^c, P.T.V. Farinatti^d, H.G. Simões^c
^a Graduate Program on Physical Education, Federal University of Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE, Brazil

^b Graduate Program on Medical Sciences, University of Brasília (UnB), Brasília, DF, Brazil

^c Graduate Program on Physical Education, Catholic University of Brasília (UCB), Brasília, DF, Brazil

^d Physical Activity and Health Promotion Laboratory, Rio de Janeiro State University and Graduate Program on Sciences of Physical Activity, Salgado de Oliveira University, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

^e Department of Health and Human Performance, University of Texas Rio Grande Valley, Brownsville, TX, USA

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11 June 2015

Accepted 9 October 2015

Available online 6 September 2016

Keywords:

ACE genotype

Cardiometabolic responses

Physical exercise

Older women

ABSTRACT

Objective: To analyze the impact of I/D polymorphism of the angiotensin-converting enzyme gene on the responses of 24 h blood pressure, heart rate variability and nitric oxide after moderate aerobic exercise session.

Method: Twenty seven hypertensive elderly were genotyped for the I/D polymorphism of the angiotensin-converting enzyme gene (D/D: $n = 9$; I/D: $n = 9$; I/I: $n = 9$) and performed a bout of aerobic exercise at 90% of anaerobic threshold. Measurements of mean blood pressure, heart rate variability and nitric oxide were performed before and during 24 h post-aerobic exercise session.

Results: The D/D genotype showed impaired mean arterial pressure responses (elevation) in the nocturnal sleep (10:30 pm to 06:30 am) post-aerobic exercise when compared to rest (D/D = -4.2 ± 8.1 mmHg; $p > 0.05$, I/D = -9.2 ± 9.1 mmHg; $p < 0.05$ and I/I = -7.0 ± 6.9 mmHg; $p < 0.05$). Besides, in day time of 06:30 am to 10:30 am (next day) higher values of mean arterial pressure responses occur between D/D = 4.7 ± 4.6 mmHg vs. I/D = -2.0 ± 13.0 mmHg; $p < 0.05$. The carriers of the D allele, in addition to not release nitric oxide significantly post-aerobic exercise session ($p > 0.05$), showed reduced elevation of nitric oxide between genotypes immediately after aerobic exercise (D/D = 12.8 ± 135.3 μ M and I/D = -8.7 ± 69.0 μ M vs. I/I = 132.9 ± 188.7 μ M; $p < 0.05$). Reduced elevation of heart rate variability post-aerobic exercise session occurred when compared to rest (D/D = 1 h: -0.08 ± 0.09 s; $p < 0.05$ and 24 h: -0.08 ± 0.11 s; $p < 0.05$).

Conclusion: Elderly hypertensive individuals carrying the D/D genotype of the angiotensin converting enzyme gene showed impaired responses of blood pressure post-aerobic exercise, especially during sleep, and reduced heart rate variability during the 24 h post-aerobic exercise. Besides, to angiotensin converting enzyme genotypes with the presence of D allele (D/D and I/D) was impaired release of nitric oxide post-aerobic exercise session.

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

* Corresponding author at: Federal University of Vale do São Francisco (UNIVASF), Av. José de Sá Maniçoba, s/n Centro, Petrolina CEP: 56304-205, PE, Brazil. Tel.: +55 87 3862 5017.

E-mail address: sergio.moreira@univasf.edu.br (S.R. Moreira).

<https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.10.001>

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

Impacto del polimorfismo I/D del gen de la Enzima Conversora de la Angiotensina en la presión sanguínea, variación de la frecuencia cardíaca y óxido nítrico en respuesta a ejercicios aeróbicos en mayores hipertensos

R E S U M E N

Palabras clave:

Genotipo Enzima Conversora Angiotensina
Respuesta Cardiometaabólica
Ejercicio Físico
Ancianas

Objetivo: Analizar el impacto del polimorfismo I/D del gen de la enzima conversora de la angiotensina en la presión sanguínea, variación de la frecuencia cardíaca y óxido nítrico durante 24 h en respuesta a una batería moderada de ejercicios aeróbicos.

Método: Veintisiete ancianas hipertensas fueron genotipadas para el polimorfismo I/D del gen de la enzima conversora de la angiotensina (D/D: n=9; I/D: n=9; I/I: n=9) y realizaron una batería de ejercicios aeróbicos al 90% del umbral anaeróbico. Se realizaron medidas de la presión arterial media, variabilidad de la frecuencia cardíaca y óxido nítrico, antes y durante las 24 h siguientes después de una sesión de ejercicios aeróbicos.

Resultados: El genotipo D/D presentó una respuesta inadecuada de la presión arterial media (aumento) durante el sueño nocturno después del ejercicio (22:30-06:30) en comparación con el reposo (D/D = -4.2 ± 8.1 mmHg; $p > 0.05$, I/D = -9.2 ± 9.1 mmHg; $p < 0.05$ and I/I = -7.0 ± 6.9 mmHg; $p < 0.05$). Por otro lado, durante el día, de 06:30 hasta las 10:30 de la mañana (del día siguiente) se registraron valores elevados del aumento de la presión arterial media en el genotipo D/D = 4.7 ± 4.6 mmHg vs. I/D = -2.0 ± 13.0 mmHg; $p < 0.05$. Las portadoras del alelo D, más allá de no mostrar significación en los niveles de óxido nítrico después de la sesión de ejercicio, mostraron una reducción del incremento de óxido nítrico entre los genotipos después del ejercicio aeróbico (D/D = 12.8 ± 135.3 μ M y I/D = -8.7 ± 69.0 μ M vs. I/I = 132.9 ± 188.7 μ M; $p < 0.05$). Se observó una reducción del aumento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca después de los ejercicios, cuando se compara con los valores de reposo (D/D = 1 h: -0.08 ± 0.09 s; $p < 0.05$ y 24 h: -0.08 ± 0.11 s; $p < 0.05$).

Conclusión: Individuos ancianos e hipertensos portadores del genotipo D/D del gen de la enzima conversora de la angiotensina mostraron una respuesta inadecuada de la presión sanguínea postejercicio aeróbico, especialmente durante el sueño, y reducción de la variabilidad de la frecuencia cardíaca durante las 24 h siguientes tras el ejercicio. Además, el genotipo de la enzima conversora de la angiotensina, con presencia del alelo D (D/D e I/D), tiene la liberación de óxido nítrico alterada, después de la sesión de ejercicio aeróbico.

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

Impacto do polimorfismo I/D do gene da ECA nas respostas de pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca e óxido nítrico ao exercício aeróbio em idosas hipertensas

R E S U M O

Palavras-chave:

Genótipo Enzima Conversora Angiotensina
Respostas cardiometabólicas
Exercício físico
Idosas

Objetivo: Analisar o impacto do polimorfismo I/D do gene da enzima conversora da angiotensina na pressão sanguínea, variabilidade da frequência cardíaca e óxido nítrico durante 24 h, em resposta a uma bateria moderada de exercícios aeróbicos.

Método: Vinte e sete idosas hipertensas foram genotipadas para o polimorfismo I/D do gene da enzima conversora da angiotensina (D/D: n=9; I/D: n=9; I/I: n=9) e realizaram uma sessão de exercício aeróbio à 90% do limiar anaeróbio. Medidas de pressão arterial média, variabilidade da frequência cardíaca e óxido nítrico foram coletadas antes e durante as 24 h seguintes, após a sessão de exercício aeróbio.

Resultados: O genótipo D/D mostrou uma resposta inadequada da pressão arterial média (elevação) durante o sono após o exercício (22:30-06:30) em comparação ao repouso (D/D = -4.2 ± 8.1 mmHg; $p > 0.05$, I/D = -9.2 ± 9.1 mmHg; $p < 0.05$ e I/I = -7.0 ± 6.9 mmHg; $p < 0.05$). Além disso, durante o dia, de 06:30-10:30 da manhã (do dia seguinte), maiores valores de pressão arterial média ocorreram entre D/D = 4.7 ± 4.6 mmHg vs. I/D = -2.0 ± 13.0 mmHg; $p < 0.05$. O grupo carreador do alelo D, além de não revelar significância no óxido nítrico após a sessão de exercício, mostrou uma redução da elevação do óxido nítrico entre os genótipos logo após o exercício aeróbio (D/D = 12.8 ± 135.3 μ M e I/D = -8.7 ± 69.0 μ M vs. I/I = 132.9 ± 188.7 μ M; $p < 0.05$). Ocorreu uma redução do R-Ri após os exercícios quando comparada com os valores do repouso (D/D = 1 h: -0.08 ± 0.09 s; $p < 0.05$ e 24 h: -0.08 ± 0.11 s; $p < 0.05$).

Conclusão: Indivíduos idosos e hipertensos carreadores do genótipo D/D para o gene da enzima conversora da angiotensina mostraram resposta inadequada de pressão arterial pós-exercício aeróbio, especialmente durante o sono, e reduzida variabilidade da frequência cardíaca durante as 24 h seguintes pós-exercício. Além disso, o genótipo da enzima conversora da angiotensina com a presença do alelo D (D/D e I/D) teve sua liberação de óxido nítrico prejudicada nos momentos após a sessão de exercício aeróbio.

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

Introduction

Environmental factors¹ and genetic characteristics^{2,3} interact to determine the risk of cardiovascular disease. Among these, hypertension is associated with endothelial dysfunction⁴ and, in consequence, with a low endothelium dependent vasodilation.⁵ Furthermore, impaired autonomic modulation with low heart rate variability (HRV) and an increased sympathetic tonus have been associated with high blood pressure.⁶

Several studies have aimed to investigate the effects of exercise in different groups, showing an important outcome in the acute hemodynamic control by analyzing post-exercise hypotension (PEH). The phenomenon of PEH is well documented⁷ and, occurs primarily in aerobic^{8,9} and combined exercise.¹⁰ It is important to noteworthy that PEH has a significant and positive correlation with the chronic effects of aerobic training,¹¹ which brings an important clinical application for this phenomenon in the long term.

On the other hand, Hagberg et al.,¹² demonstrated that approximately 25% of individuals did not show a decrease in blood pressure (BP) after aerobic training. A body of evidence attributes differential amplitudes of BP attenuation³ and nitric oxide (NO₂⁻) production² to genetic factors, what prompts for investigating candidate genes to explain such variability.

Polymorphisms of the angiotensin converting enzyme (ACE) gene, located on chromosome 17 in humans, have been found and the polymorphism is characterized by the presence (insertion) or absence (deletion) of a 287-base-pair *alu* repeat within intron 16 of the gene. The presence of the deletion (D) allele has been associated with higher concentrations of circulating ACE.^{13,14} The ACE, an element of the renin – angiotensin system, catalyzes the conversion of angiotensin I to angiotensin II, a potent vasopressor, and inactivates bradykinin, a precursor to nitric oxide pathway and a potent vasodilator.¹⁴

Some authors¹⁵ found no interaction between the I/D polymorphism of the ACE gene with BP responses to exercise in elderly women and others¹⁶ showed that allele I of ACE gene elicit a higher post-exercise BP reduction this population. However, none of these studies investigated the BP responses during a 24 h post-exercise period, and did not investigate integrated responses of HRV and NO₂⁻ which would enable a better view of the event. Thus, the aim of this study was to investigate the impact of I/D polymorphism of the angiotensin-converting enzyme gene on the responses of

24 h blood pressure, heart rate variability and nitric oxide after moderate aerobic exercise session.

Method

Subjects

Elderly women ($n=268$) with a history of hypertension (V Brazilian Hypertension Guideline) were genotyped for the I/D polymorphism of the ACE gene. The initial sample consisted of volunteers that used or not anti-hypertensive drugs (diuretics, renin-angiotensin system inhibitors, ACE inhibitors, Calcium channel inhibitors, autonomic nervous system inhibitors and beta-blockers). For effective participation in the study, were invited, based on the I/D polymorphism of the ACE gene, 27 elderly women (Table 1), with controlled hypertension due to drug treatment (only diuretics) or changes in lifestyle. All volunteers were informed of the purpose and procedures used in the study and gave their written informed consent to a protocol approved by the institutional review boards of the local university (proc. number 63-2008) and Universal Trial Number (UTN) was U1111-1146-9073.

Procedures

In separate days, at the same time of day (09:30 am), and with at least a 72 h interval between experimental sessions, each volunteer was requested to attend to two sessions: (1) incremental test on a cicloergometer until volitional exhaustion and (2) constant exercise session.

For the constant exercise session, participants performed one exercise session for 20 min at an intensity corresponding to 90% of anaerobic threshold (AT) on cicloergometer (*Lode Excalibur/Netherlands*). To AT determination, the participants were submitted to an incremental test on a cicloergometer (*Lode mod. Excalibur/Netherlands*) starting at 1 min warming-up at 0W, and 15-W increments for every three-minute stage, maintaining cycling at 60rpm until voluntary exhaustion or other interruption criteria were adopted, such as a sudden increase of systolic and diastolic BP to 250/115 mmHg, rate of perceived exertion (RPE) at 19–20 or unlevelness of the ST segment in the electrocardiogram or any other abnormal cardiovascular response. Gas samples were collected on a breath by breath basis

Table 1
Baseline characteristics of the sample of hypertensive elderly ($n=27$).

	D/D	I/D	I/I	p
n	9	9	9	–
<i>Anthropometric variables</i>				
Age (years)	70.8 ± 6.1	70.1 ± 5.7	70.6 ± 5.3	0.94
Weight (kg)	58.2 ± 7.4	60.9 ± 10.1	61.3 ± 7.7	0.69
Height (cm)	153.3 ± 4.8	153.7 ± 6.1	153.3 ± 8.5	0.98
Body mass index (kg m ²⁽⁻¹⁾)	24.8 ± 2.8	25.6 ± 2.5	26.2 ± 3.6	0.88
<i>Cardiac and metabolic variables</i>				
Blood glucose (mg dL ⁻¹)	80 ± 18	88 ± 12	88 ± 16	0.49
Mean arterial pressure (mmHg)	90 ± 6	97 ± 9	97 ± 12	0.18
NO ₂ ⁻ (μM)	336 ± 211	273 ± 191	178 ± 60	0.15
R–Ri (s)	0.86 ± 0.10	0.83 ± 0.14	0.83 ± 0.09	0.75
Diuretics utilization (%)	22.2	0.0	33.3	a–b–c
<i>Exercise 20 min (90%AT)</i>				
Work rate 90%AT (W)	35.1 ± 14.0	37.1 ± 6.6	33.5 ± 14.5	0.82
Oxygen uptake 90%AT (ml kg min ⁻¹)	15.5 ± 3.4	15.4 ± 2.6	14.1 ± 2.0	0.46
Heart rate 90%AT (bpm)	112.9 ± 13.3	122.7 ± 21.7	115.4 ± 9.6	0.40
Blood lactate 90%AT (mM)	3.2 ± 1.3	3.1 ± 1.2	2.8 ± 1.0	0.76
Rate perceived exertion 90%AT (Borg)	13.9 ± 1.2	13.0 ± 1.8	13.4 ± 1.9	0.54

D/D, I/D and I/I: genotype of angiotensin-converting enzyme (ACE); NO₂⁻: Nitric oxide concentration; R–Ri: absolute value (s) of mean R–R interval; AT: anaerobic threshold. a: $p=0.16$ to D/D vs. I/D; b: $p=0.61$ to D/D vs. I/I; c: $p=0.08$ to I/D vs. I/I.

(Cortex Metalyzer 3B system/Germany) and AT was determined by the analysis of O_2 (VE/VO_2) and CO_2 (VE/VCO_2) ventilatory equivalents, were considered to be the intensity correspondent to the moment in which VE/VO_2 presented a disproportional augment in relation to VE/VCO_2 . The protocol used for the incremental test was according to Santana et al.¹⁶

All participants were oriented to refrain from the use of caffeine, tobacco, alcohol and physical exercise for at least 48 h prior to the experimental sessions. BP, heart rate variability and salivary nitrite concentrations were measured at rest and during the 24 h after the experimental sessions.

Total DNA was isolated from peripheral blood according to standard procedures.¹⁷ The I/D polymorphism in the human ACE gene was determined by inspection of the electrophoretic profile of polymerase chain-reaction products. Either the 490 bp (I allele) or the 190 bp (D allele) products were amplified using primers: 5'-CTGCAGACCACTCCCATCTTTCT-3' and 5'-GATGTGGCCATCACATTCGTCAGAT-3', which flank the polymorphic site. Inspection of DD subjects was carried out using oligonucleotides (5'- TGGGACCACAGCGCCCGCCACTAC-3' and 5'-TCGCCAGCCCTCCATGCCATAA-3') specific to amplify a 335 bp fragment of the insertion sequence. All procedures to DNA analysis were performed as described by Moraes et al.¹⁷

The aerobic exercise session was preceded by a pre-session stage consisting of seating for 20 min in a comfortable chair placed in a quiet room. The HRV, measured by R–R interval (R–Ri) and heart rate (HR) (Polar® S810i/Polar Electro/Finland) were measured¹⁸ full time resting and mean arterial pressure (MAP) was measured at each 5 min of the pre-exercise resting. At each 15 min throughout 1 h of post-exercise session, recovery the R–Ri and MAP were measured with the participant under conditions similar to the pre-exercise stage. In addition, the measurements of MAP were carried out after the exercise session every 15 min throughout the 23 h following of daily life activities of the participants (Cardios Dyna MAPA/Brazil). The R–Ri was also measured on 24 h post-aerobic exercise session.

In the end of 20 min of pre-session resting at seated position as well as in the immediately after exercise session (RAE) the NO_2^- was measured. At each 15 min throughout 1 h of post-exercise recovery the NO_2^- was measured following the same procedures as for pre-exercise measure. Besides, the NO_2^- was also measured on 24 h post-exercise session. To analyze the NO_2^- the saliva was collected with a cotton swab (Salivette/Sarstedt®) which was chewed for one minute. Then it was centrifuged according to the manufacture instructions and stored in $-20^\circ C$ for latter analysis. Dosage of NO_2^- a nitric oxide metabolite was done through the Griess' colorimetric method.^{19,20}

Statistical analysis

An exploratory analysis (Shapiro–Wilk test) was used to verify data normality and then descriptive statistics were performed. Data are presented as means ($\pm SD$ and $\pm SE$). In addition, the delta variation (absolute variation from pre-exercise to post-exercise values) were calculated for comparison. Two-Way ANOVA (Time [pre and post-session] * Genotype [D/D, I/D and I/I]) was used. Post hoc LSD test for multiple comparisons was adopted to identify possible differences. In addition, MAP values were grouped by average in moments, being “Daytime” for the period from 10:30 am to 10:30 pm, “Sleep” for the period from 10:30 pm to 06:30 am and “Daytime” of the next day for the period from 06:30 am to 10:30 am. For the R–Ri the moments were “Post-exercise (1 h)” with an average of 1 h post-exercise and “Post-exercise (24 h)” for the time of 24 h post-exercise session. For NO_2^- the moments were “Post-exercise (RAE)” to immediately after exercise, “Post-exercise (1 h)” to the average of 1 h post-exercise and “Post-exercise (24 h)” for 24 h

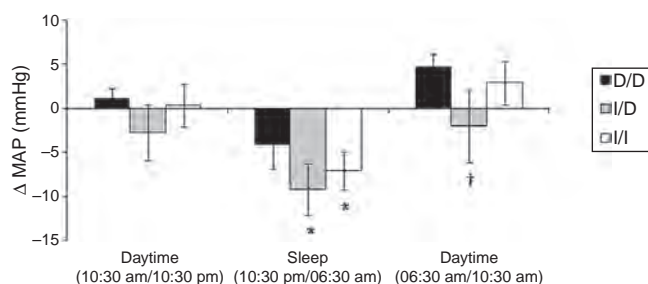


Fig. 1. Variation ($\pm SE$) of mean arterial pressure (ΔMAP) in ACE genotypes groups during different moments of 24 h. * $p < 0.05$ to pre-exercise; † $p < 0.05$ to D/D.

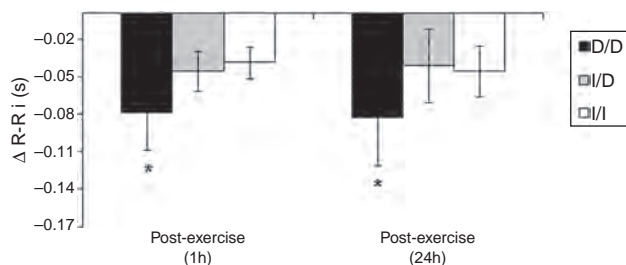


Fig. 2. Variation ($\pm SE$) of R–R interval ($\Delta R-Ri$) in ACE genotypes groups in the mean 1 h and 24 h. * $p < 0.05$ to pre-exercise.

post-exercise session. The level of significance was set at $p < 0.05$ (Statistica® version 6.0).

Results

The general characteristics and functional results among genotypes groups during aerobic exercise session were similar (Table 1).

Regarding the valid measures of ambulatory BP across genotypic groups, it was possible to observe that the measures were 88% to I/I genotype group, 90% to I/D genotype group and 94% to D/D genotype group.

Fig. 1 show the mean variation of absolute values obtained in the ΔMAP to DD vs. I/D vs. I/I genotypes, considering the values of recovery post-exercise minus pre-exercise session. The I/I and I/D genotype groups presented decrease on ΔMAP during sleep ($p < 0.05$). In daytime of 06:30 am to 10:30 am (next day) higher values of ΔMAP occur to D/D group vs. I/D group ($p < 0.05$).

Furthermore, protective effect on MAP for groups with the presence of allele I occurred when compared to D/D group at 4 h post-exercise (I/I = -0.5 ± 2.2 and I/D = -2.9 ± 3.4 vs. D/D = 3.4 ± 1.7 mmHg; $p < 0.05$) and 20 h post-exercise (I/I = -8.2 ± 2.6 and I/D = -11.4 ± 2.6 vs. D/D = -3.2 ± 2.7 mmHg; $p < 0.05$).

The Fig. 2 shows that, unlike the I/D and I/I genotype groups, considering the values of recovery post-exercise minus pre-exercise session, D/D genotype group decreased the R–Ri at mean 1 h and 24 h post-exercise ($p < 0.05$).

The Figure 3 shows that I/I genotype group increased the NO_2^- in the RAE moment ($p < 0.05$). Besides, in RAE moment the I/I group presented protective effect with increase of NO_2^- release when compared to D/D and I/D genotype groups ($p < 0.05$). A similar effect occurred on the mean 1 h and 24 h post-exercise when compared to D/D group ($p = 0.06$) and I/D group ($p < 0.05$), respectively.

Discussion

Our main findings revealed that the ACE D/D genotype seems to show impaired responses of BP to a moderate aerobic exercise session, especially during sleep in elderly hypertensive individuals,

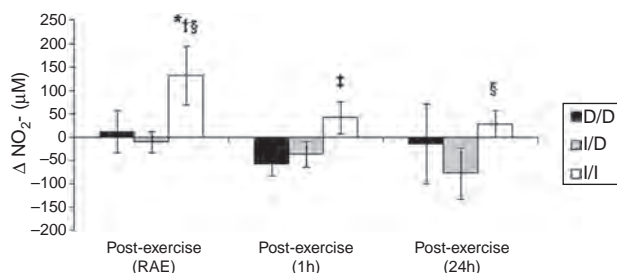


Fig. 3. Variation (\pm SE) of nitrite (ΔNO_2^-) in ACE genotypes groups right after exercise (RAE), in the mean 1h and 24h. * $p < 0.05$ to pre-exercise; † $p < 0.05$ to D/D; ‡ $p < 0.05$ to I/D; § $p = 0.06$ to I/I.

and to ACE genotypes with D allele (D/D and I/D) impaired release of NO_2^- in moments post-aerobic exercise session. In addition, the D/D genotype showed low HRV (R–Ri) during the 24h after the moderate exercise session. Until the present moment, no study had analyzed, simultaneously, the BP responses during 24h, HRV and NO_2^- according to a 20 min session of aerobic exercise at intensity of 90%AT, in elderly women with a history of hypertension, divided by the I/D polymorphism of the ACE gene and with similar characteristics (Table 1).

One possible explanation for the effects of the I allele and mainly of the I/I genotype of the ACE gene after aerobic exercise on MAP (Fig. 1), can be related to the analyses of both the R–Ri (Fig. 2) and the NO_2^- (Fig. 3). Unlike the D/D genotype group, the I/I and I/D genotype groups showed a lower reduction of R–Ri during the mean period of 1h and 24h after aerobic exercise when compared to pre-exercise session, which may be reflected in a better control of the MAP. Furthermore, only the I/I genotype group showed a significant release of NO_2^- when compared to the D/D and I/D genotype groups in moments of the 24h post-exercise. This condition could impair a possible endothelium-dependent vasodilatation induced of aerobic exercise in D/D and I/D groups. These results can be, in part, associated to the nocturnal decrease of MAP that occurred after exercise in the I/I genotype group (Fig. 1). The I/D group, although not show significant release of NO_2^- post-exercise, also showed a nocturnal decrease in MAP after exercise, possibly because they also presented a lower reduction of R–Ri, in accordance to the I/I group (Fig. 2).

Due to the impaired responses of BP during sleep found in the D/D genotype carriers, it is noteworthy the nocturnal dip of BP. Jones et al.,²¹ suggest that the BP should reduce during sleep more than 10% compared to previous daytime. In the present study we verified that, during sleep, the variation of nocturnal dip to MAP was to D/D genotype between $-15/+11\%$, I/D genotype between $-15/+2\%$ and I/I genotype between $-20/+4\%$. These results show more variation, but particularly positive values for D/D genotype group, which may reflect a greater cardiovascular risk factor,²¹ even after performing moderate aerobic exercise. As a clinical application, these results suggest that for D/D genotype carriers other types, intensities or duration of physical exercise should be investigated in order to enhance the nocturnal dip in BP. On the other hand, for individuals with the presence of the I allele (I/D and I/I), which showed significant reduction in MAP during sleep (Fig. 1), it is important to remember that acute reduction may correlate positively with chronic effects of aerobic training.¹¹

Although the phenomenon of PEH is well documented,⁷ this study did not show a significant occurrence of PEH in daytime in any investigated genotypes (Fig. 1). The inexistence of PEH during total daytime may be related to the moderate intensity that was performed (below AT), a low volume of exercise (20 min) and specificity of the sample (elderly hypertensive).

Some authors¹⁵ found no interaction between the I/D polymorphism of the ACE gene with BP responses to exercise in elderly women and others¹⁶ showed that allele I of ACE gene elicit a higher post-exercise BP reduction in this population. Once methodological differences occur, comparisons with other studies are difficult to be carried out, especially with regard to the time of measurement of MAP, where other studies^{15,16} BP measurements were performed only for 1h post-exercise recovery.

The NO_2^- is considered a predictor of the activity of endothelial nitric oxide synthase¹⁹ and thus a possible marker of endothelium-dependent vasodilatation, phenomenon that could be impaired in the carriers of the D allele during and post-aerobic exercise session (Fig. 3). This condition could not be happening only because of arterial aging,²² since the I/I group is equivalent in age to the I/D and the D/D groups (Table 1) and showed increase in NO_2^- post-aerobic exercise session. The lower release of NO_2^- in carriers of the D allele, especially during a high demand of the cardiovascular system (aerobic exercise session), can contribute to the explanation of a possible endothelial dysfunction and vascular disease in these groups,²³ event now genotype-dependent. Damages in endothelium-dependent vasodilatation could be preceded by a lower bioavailability of endothelial nitric oxide in individuals with higher activity of the circulating ACE (D/D genotype), since this enzyme allows the degradation of bradykinin,¹⁴ which is associated to nitric oxide release by increase in activity of endothelial nitric oxide synthase¹⁹ and consequently PEH responses.⁹

The significant decrease of the R–Ri in the D/D group in the 1h mean and 24h post-aerobic exercise session (Fig. 2) could be associated with a higher activity of the sympathetic tone during the 24h post-exercise recovery period. Ashley et al.,²⁴ investigating the autonomic balance of athletes in a multi-sport competition, found that the low frequency component, which reflects the sympathetic tone's activity, was augmented in the participants of the D/D group when compared to the others after the competition. The explanation of a higher sympathetic nervous activity in the carriers of the D/D genotype seems to be related to the various events of the renin-angiotensin system (RAS). The D/D genotype expresses higher levels of the ACE in hypertensive individuals.¹³ The ACE plays an important role in the conversion of angiotensin I to angiotensin II, a powerful vasoconstrictor.¹⁴ Clemson et al.,²⁵ found that healthy youngsters showed higher plasmatic norepinephrine after the infusion of intra-brachial angiotensin II. The main limitation of this study was the lack of measurement of ACE activity in the different genotype groups. However, the literature^{13,14} has shown that ACE activity in genotype D/D has almost twice as high when compared with genotype I/I. Jalil et al.,¹³ demonstrated that hypertensive individuals between 45 and 60 years showed different levels of circulating ACE between extreme homozygotes (I/I = 18.0 ± 4.0 vs. D/D = 31.0 ± 8.0 U/l; $p < 0.01$).

The integrated response of BP, HRV and NO_2^- 24h after aerobic exercise session between the different genotypes of the ACE gene can be bring thoughts about exercise prescription to individuals of the same age and sex, but with different genetic traits. This topic has to be better investigated in hypertensive elderly, in way to analyze the different forms and best dose of physical exercise to this population. Besides, these results open a possibility of early detect, during and after to a single bout of aerobic exercise, impaired cardiovascular responses that can be related to genetic characteristics of individuals.

We concluded that elderly hypertensive individuals carrying the D/D genotype of the ACE gene seem to have impaired BP responses post-aerobic exercise session, especially during sleep, and to ACE genotypes with presence of D allele (D/D and I/D), impaired release of NO_2^- in moments post-aerobic exercise session. In addition, the D/D genotype showed low HRV (R–Ri) during the 24h after the moderate aerobic exercise session.

Ethical disclosures

Protection of human and animal subjects. The authors declare that the procedures followed were in accordance with the regulations of the responsible Clinical Research Ethics Committee and in accordance with those of the World Medical Association and the Helsinki Declaration.

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

Right to privacy and informed consent. The authors must have obtained the informed consent of the patients and/or subjects mentioned in the article. The author for correspondence must be in possession of this document.

Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

References

- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, et al. The seventh report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure: the JNC 7 report. *JAMA*. 2003;289(19):2560–72.
- Augeri AL, Tsongalis GJ, Van Heest JL, Maresh CM, Thompson PD, Pescatello LS. The endothelial nitric oxide synthase $-786\text{ T}>\text{C}$ polymorphism and the exercise-induced blood pressure and nitric oxide responses among men with elevated blood pressure. *Atherosclerosis*. 2009;204(2):28–34.
- Wang X, Ding X, Su S, Yan W, Harshfield G, Treiber F, et al. Genetic influences on daytime and night-time blood pressure: similarities and differences. *J Hypertens*. 2009;27(12):2358–64.
- Perticone F, Ceravolo R, Pujia A, Ventura G, Iacopino S, Scozzafava A, et al. Prognostic significance of endothelial dysfunction in hypertensive patients. *Circulation*. 2001;104(2):191–6.
- Galetta F, Franzoni F, Plantinga Y, Ghiadoni L, Rossi M, Prattichizzo F, et al. Ambulatory blood pressure monitoring and endothelium-dependent vasodilation in the elderly athletes. *Biomed Pharmacother*. 2006;60(8):443–7.
- Schroeder EB, Liao D, Chambless LE, Prineas RJ, Evans GW, Heiss G. Hypertension, blood pressure, and heart rate variability: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Hypertension*. 2003;42(6):1106–11.
- Halliwill JR, Buck TM, Lacewell AN, Romero SA. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp Physiol*. 2013;98(1):7–18.
- Cucato GG, Chehuen Mda R, Ritti-Dias RM, Carvalho CR, Wolosker N, Saxton JM, et al. Post-walking exercise hypotension in patients with intermittent claudication. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(3):460–7.
- Motta DF, Lima LC, Arsa G, Russo PS, Sales MM, Moreira SR, et al. Effect of type 2 diabetes on plasma kallikrein activity after physical exercise and its relationship to post-exercise hypotension. *Diabetes Metab*. 2010;36(5):363–8.
- Moreira SR, Lima RM, Silva KE, Simões HG. Combined exercise circuit session acutely attenuates stress-induced blood pressure reactivity in healthy adults. *Braz J Phys Ther*. 2014;18(1):38–46.
- Liu S, Goodman J, Nolan R, Lacombe S, Thomas SG. Blood pressure responses to acute and chronic exercise are related in prehypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(9):1644–52.
- Hagberg JM, Park JJ, Brown MD. The role of exercise training in the treatment of hypertension: an update. *Sports Med*. 2000;30(3):193–206.
- Jalil JE, Córdova S, Ocaranza Ma, Schumacher E, Braun S, Chamorro G, et al. Angiotensin I-converting enzyme insertion/deletion polymorphism and adrenergic response to exercise in hypertensive patients. *Med Sci Monit*. 2002;8(8):566–71.
- Sayed-Tabatabaei FA, Oostru BA, Isaacs A, van Duijn CM, Wittteman JCM. ACE polymorphisms. *Circ Res*. 2006;98(9):1123–33.
- Mota MR, Oliveira RJ, Terra DF, Pardo E, Dutra MT, de Almeida JA, et al. Acute and chronic effects of resistance exercise on blood pressure in elderly women and the possible influence of ACE I/D polymorphism. *Int J Gen Med*. 2013;6:581–7.
- Santana HA, Moreira SR, Neto WB, Silva CB, Sales MM, Oliveira VN, et al. The higher exercise intensity and the presence of allele I of ACE gene elicit a higher post-exercise blood pressure reduction and nitric oxide release in elderly women: an experimental study. *BMC Cardiovasc Disord*. 2011;11:71.
- Moraes CF, Souza ER, Souza VC, Medeiros EF, Gonçalves TF, Toledo JO, et al. A common polymorphism in the renin angiotensin system is associated with differential outcome of antihypertensive pharmacotherapy prescribed to Brazilian older women. *Clin Chim Acta*. 2008;396(1-2):70–5.
- Tulppo MP, Mäkikallio TH, Seppänen T, Airaksinen JK, Huikuri HV. Heart rate dynamics during accentuated sympathovagal interaction. *Am J Physiol*. 1998;274 3 Pt 2:H810–6.
- Lauer T, Priek M, Rassaf T, Strauer BE, Deussen A, Feelisch M, et al. Plasma nitrite rather than nitrate reflects regional endothelial nitric oxide synthase activity but lacks intrinsic vasodilator action. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2001;98(22):12814–9.
- Gáspár A, Juhász P, Bágyi K. Application of capillary zone electrophoresis to the analysis and to a stability study of nitrite and nitrate in saliva. *J Chromatogr A*. 2005;1065(2):327–31.
- Jones H, George K, Edwards B, Atkinson G. Exercise intensity and blood pressure during sleep. *Int J Sports Med*. 2009;30(2):94–9.
- Lauer T, Heiss C, Balzer J, Kehmeier E, Mangold S, Leyendecker T, et al. Age-dependent endothelial dysfunction is associated to failure to increase plasma nitrite in response to exercise. *Basic Res Cardiol*. 2008;103(3):291–7.
- Allen JD, Stabler T, Kenjale A, Ham KL, Robbins JL, Duscha BD, et al. Plasma nitrite flux predicts exercise performance in peripheral arterial disease after 3 months of exercise training. *Free Radic Biol Med*. 2010;49(6):1138–44.
- Ashley EA, Kardos A, Jack ES, Habenbacher W, Wheeler M, Kim YM, et al. Angiotensin-converting enzyme genotype predicts cardiac and autonomic responses to prolonged exercise. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48(3):523–31.
- Clemson B, Gaul L, Gubin SS, Campsey DM, McConville J, Nussberger J, et al. Prejunctional angiotensin II receptors. Facilitation of norepinephrine release in the human forearm. *J Clin Invest*. 1994;93(2):684–91.

Original article

Improvement of physical performance, hormonal profile, recovery-stress balance and increase of muscle damage in a specific futsal pre-season planning



F.C. de A. Nogueira^{a,*}, V.H. de Freitas^b, R.A. Nogueira^a, B. Miloski^c, F.Z. Werneck^d, M.G. Bara-Filho^a

^a Department of Physical Education, Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brazil

^b Department of Physical Education, State University of Londrina, Londrina, Paraná, Brazil

^c School of Physical Education and Sports, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

^d Sports Centre, Federal University of Ouro Preto, Ouro Preto, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 5 May 2015

Accepted 16 November 2015

Available online 6 September 2016

Keywords:

Sports

Athletic performance

Fatigue

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to verify the effects of a specific pre-season planning on physical performance, recovery-stress state, hormonal and muscle damage markers in high-level futsal players.

Method: Fifteen male futsal players, members of a high level Brazilian futsal team participated in this study. Before and after four weeks of pre-season, blood samples were collected, the Recovery Stress Questionnaire for Athletes was applied, and vertical jump tests and Yo-Yo Intermittent Recovery Level 2 tests were performed. The Internal Training Load was measured in all training sessions. Repeated measure ANOVA was used to compare the Total Weekly Training Load between different weeks. To compare the differences between pre- and post-training of all other dependent variables (except the Recovery Stress Questionnaire for Athletes scales) the Student's *t*-test and the magnitude based inference were used.

Results: The futsal pre-season improved performance in the Yo-Yo Intermittent Recovery Level 2 and Squat Jump tests. The improvement in performance tests was accompanied by an increase in testosterone, creatine kinase, testosterone/creatinine kinase ratio and in the majority of the Recovery Stress Questionnaire for Athletes scales. Cortisol and the social recovery and general well-being of Recovery Stress Questionnaire for Athletes scales decreased during the futsal pre-season.

Conclusions: In summary, players improved their performance in the Yo-Yo Intermittent Recovery Level 2 and Squat Jump tests in response to a futsal pre-season. Furthermore, the Internal Training Load behavior of the futsal training promoted a favorable hormonal anabolic environment and did not promote a negative disturbance in creatine kinase or stress/recovery balance, suggesting that futsal players did not report fatigue accumulation after this pre-season design.

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

Mejora del rendimiento físico, perfil hormonal, balance estrés-recuperación y aumento del daño muscular basado en la planificación específica de pretemporada en el fútbol sala

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio fue investigar los efectos de una planificación específica de pretemporada en el rendimiento físico, el estado de estrés-recuperación, marcadores hormonales y de daño muscular en jugadores de fútbol sala de alto nivel.

Método: Quince jugadores masculinos de fútbol sala, miembros de un equipo brasileño de fútbol sala de alto nivel participaron en el estudio. Antes y después de cuatro semanas de pretemporada, se recogieron muestras de sangre, se utilizó el Cuestionario de estrés y recuperación para atletas, además de

Palabras clave:

Deportes

Rendimiento atlético

Fatiga

* Corresponding author.

E-mail address: francine_andrade@hotmail.com (F.C.d.A. Nogueira).

la realización de la prueba de salto vertical y *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Nivel 2*. La carga interna de entrenamiento se midió en todas las sesiones de entrenamiento. Se utilizó un análisis de varianza para medidas repetidas para comparar la carga total semanal de entrenamiento entre las diferentes semanas. Para comparar las diferencias entre antes y después del entrenamiento de todas las demás variables dependientes (excepto escalas del cuestionario de estrés y recuperación para atletas), se usaron el test T de Student y la magnitud basada en la inferencia.

Resultados: La pretemporada de fútbol sala mejoró el rendimiento en el *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Nivel 2* y en el test *Squat Jump*. La mejora en las pruebas de rendimiento fue acompañada por un aumento en los niveles de testosterona, creatina quinasa, cociente testosterona/creatina quinasa y en la mayoría de las escalas del cuestionario de estrés y recuperación para atletas. El cortisol y la recuperación social y el bienestar general del cuestionario de estrés y recuperación para atletas disminuyeron durante la pretemporada de fútbol sala.

Conclusiones: En resumen, los jugadores mejoraron su rendimiento en el *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Nivel 2* y en el test *Squat Jump*, en respuesta a la pretemporada. Además, el comportamiento de la carga interna de entrenamiento de la pretemporada promovió un entorno hormonal anabólico favorable y no generó una perturbación negativa en la creatina quinasa o en el equilibrio estrés/recuperación, lo que sugiere que los jugadores de fútbol sala no informaron de acumulación de fatiga después de este diseño de pretemporada.

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

Melhoria do desempenho físico, perfil hormonal, balanço estresse-recuperação e aumento do dano muscular em um planejamento específico da pré-temporada no futsal

R E S U M O

Objetivo: O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos de um planejamento específico da pré-temporada no desempenho físico, estado de estresse-recuperação, marcadores hormonais e de danos musculares em jogadores de futsal de alto nível.

Método: Quinze jogadores de futsal do sexo masculino, membros de uma equipe brasileira de futsal de alto nível participaram do estudo. Antes e após quatro semanas de pré-temporada, foram coletadas amostras de sangue, foi aplicado o Questionário de Estresse e Recuperação para Atletas, além da realização de testes de saltos verticais e do *Yo-Yo Intermittente Recovery Test Nivel 2*. A carga interna de treinamento foi mensurada em todas as sessões. Para análise dos dados, foi utilizada uma análise de variância para medidas repetidas a fim de comparar a carga de treinamento semanal total entre as diferentes semanas. O teste T de Student foi realizado para comparar as diferenças entre o pré e pós de todas as outras variáveis dependentes (exceto as escalas Questionário de Estresse e Recuperação para Atletas), além da magnitude baseada em inferência.

Resultados: A pré-temporada de futsal melhorou o desempenho no *Yo-Yo Intermittente Recovery Test Nivel 2* e no teste *Squat Jump*. A melhoria nos testes de desempenho foi acompanhado por um aumento nos níveis de testosterona, creatina quinase, testosterona/creatina quinase quociente e na maioria das escalas Questionário de Estresse e Recuperação para Atletas. O cortisol e as escalas de recuperação social e bem-estar geral do Questionário de Estresse e Recuperação para Atletas diminuíram durante a pré-temporada.

Conclusões: Em resumo, os jogadores melhoraram seu desempenho no *Yo-Yo Intermittente Recovery Test Nivel 2* e no teste *Squat Jump* em resposta à pré-temporada. Além disso, o comportamento das cargas de treinamento promoveram um ambiente hormonal anabólico favorável e não geraram um distúrbio negativo na creatina quinase ou no equilíbrio estresse/recuperação, fato que sugere que os jogadores de futsal não relataram fadiga acumulada após uma pré-temporada com este desenho de periodização.

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

Palavras-chave:
Esportes
Desempenho atlético
Fadiga

Introduction

The long competitive period in a futsal team schedule leads coaches and physical trainers to impose high training loads during the short pre-season to improve players' performances.^{1,2} The high intensity demand imposed by futsal matches in addition to repeated sprints, abrupt stops, accelerations and changes of direction performed during the games³ require that players have well developed aerobic, anaerobic and neuromuscular systems. Previous studies reported that a short futsal pre-season (i.e., 3–9 weeks) improved performance in the *Yo-Yo intermittent recovery (IR) test*,^{2,4–6} VO_2max ,⁵ repeated-sprint ability,² power of the lower limbs (i.e., inferred by vertical jump test)

and speed¹ of futsal players. However, only one of the aforementioned studies⁶ reported the magnitude of the training load worked (i.e., internal training load) and the effect of this training load on psychophysiological markers, as well as in physical performance tests. In this sense, it is difficult to establish whether the effect of pre-season on performance tests was amalgamated with fatigue accumulation.

It is well established that some tools are available to quantify training load and monitor respective training induced responses in high-level athletes. The session rating of perceived exertion (session-RPE) method is a simple, cheap and valid tool to monitor internal training load (ITL) in team sports and it is commonly used in monitoring futsal training.^{1,4,5,7,8} Similarly,

Table 1
Schedule of futsal pre-season.

Week	1	2	3	4
Main goals	S/TT/A	S/TT/A	S/TT/An	S/TT/Sp
Strength	3	3	3	2
Effort		4 sets 8–10 RM 75–90 s		4 sets 4–6 RM 180 s
Aerobic/anaerobic lactic	4	2	2	1
Rest between sets				3 sets 3 × 30 s all out 30 s walking 150 s
Number of sessions				
Effort		3 sets 4 × 60 s MAS 60 s walking 150 s		
Speed/power	0	0	0	1
Rest between sets	x	x	x	1 set of 8 × 10 m straight- line sprints 60–90 s passive rest 6
Technical/tactical skills	4	7	8	
Efforts		Ball-drill exercises, small-sided games, simulated games Purpose of these exercises changed according to specific technical and tactical team necessities		
Flexibility	1	1	1	1
Core	2	2	2	1
Injury prevention	1	1	1	0
Friendly matches	0	0	0	2

A: aerobic; An: anaerobic lactic; MAS: maximal aerobic speed; Sp: speed; S: strength; TT: technical and tactical.

the Recovery and Stress Questionnaire for Athletes (RESTQ)⁹ is a valid questionnaire often used to monitor stress and recovery in team sports.^{10–13} Biochemical variables, such as Creatine Kinase (CK), and hormonal variables such as testosterone and blood cortisol concentration are used to monitor muscle damage and disturbance in the hypothalamus–pituitary–adrenal and hypothalamus–pituitary–gonadal axis, respectively; all of them indicators of fatigue accumulation.^{12,14,15} Thus, RESTQ, CK, testosterone and cortisol are potential indicators (markers) to be used for monitoring disturbances caused by fatigue accumulation in response to a futsal pre-season.

The Yo-Yo IR test is the most commonly used physical test to assess performance in team sports such as soccer and futsal^{2,4,6,16–18} and the YYIR2 actually seems to be more responsive to futsal training than the YYIR1.⁴ Hence, more studies reporting the behavior of the YYIR2 during the futsal training period are warranted. Power of lower limb is an important factor in decisive moments of futsal games such as kicking the ball at the goal, disputing the ball and counterattacking. Vertical jump (VJ) tests (i.e., squat jump (SJ); drop jump (DJ)); countermovement jump (CMJ) tests) are physical tests frequently used to monitor changes in the physical capacity of futsal players.^{1,6} The different biomechanical, neuromuscular and elastic components involved in SJ, DJ and CMJ^{19,20} suggest that these tests can change differently in response to futsal training, indicating different adaptations in the neuromuscular system. However, to the best of our knowledge, the changes in the different VJ tests in response to specific futsal training have not yet been investigated.

Although knowledge about the behavior of psychophysiological markers and performance tests in response to the training load worked in pre-season could help coaches and physical staff to plan future training programs, physical performance and psychophysiological responses to a pre-season phase in high-level futsal players are still unclear. Thus, the main aim of this study was to verify the effects of a specific pre-season planning on physical performance, recovery-stress state and hormonal and muscle damage markers in high-level futsal players.

Method

Subjects

Fifteen male futsal players (age 28.4 ± 6.6 years, body mass 75.0 ± 6.6 kg; height 173.8 ± 5.2 cm; body fat $11.6 \pm 3.7\%$), members of a high level Brazilian futsal team, participated in this study. After presentation of the study proposal and explanation of the possible risks involved in the process, players testified voluntary participation and authorized the use and disclosure of information. The study procedures were in accordance with the international standards of human experimentation (Declaration of Helsinki), and approved by the local ethics committee (protocol n° 2501.241.2011).

Experimental design

The futsal players returned from an off-season period during which physical activities were not controlled. The training program implemented during the pre-season phase was planned by team staff (Table 1). Before and after 4-weeks of pre-season, blood samples were collected, the RESTQ was applied, and vertical jump tests and YYIR2 were performed at 9:00 a.m. after 48 h without training sessions. Players were instructed not to ingest alcohol and caffeine for 24 h prior to data collection. Players performed 10 min of warm up before the physical performance tests, consisting of stretching and jogging at a comfortable pace. The ITL was measured in all training sessions using the Session-RPE method.⁷ Players were familiarized with the RPE scale, questionnaires and physical tests performed.

Blood collection was performed by a trained nurse, respecting the principles of biosecurity required. Five ml of blood were collected from the antecubital fossa arm vein, and stored in tubes with a gel separator and taken to the laboratory to be analyzed on the same day. For CK analysis, the blood sample was centrifuged for 5 min at 3200 rpm and the serum obtained was analyzed using specialized equipment (Biochemistry 3000 BT Plus® kit with Beckman

Coulteur®). Testosterone and cortisol were analyzed using specific chemiluminescence tests, following the Bio System Kit specifications, according to the laboratory routine. The technique was developed by an Elecsys 2010 machine from Roche Diagnostics and the laboratory has a quality system certified by ABNT/INMETRO/ISO 9001/2000.

To carry out the vertical jump (VJ) tests an Ergojump carpet (Cefise®, Brazil) was used, with the analysis being performed using Jump System 1.0 software (Cefise®, Brazil). Three jump tests were performed in the following order: SJ, CMJ and DJ. For SJ, the athletes started in a squatting position with knees at approximately 90°, focusing only on the concentric phase of the movement. For CMJ, the athletes started in a standing position and then squatted and jumped at fast velocity to perform the jump with stretch-shortening cycle (SSC). The DJ started with the athlete in a standing position, at 40 cm above the Ergojump Carpet and the participants then squatted and jumped at fast velocity to perform the jump with SSC. The athletes were instructed to keep their hands on their waist. All players performed three trials for each jump test, with a 60 second interval between each attempt. The average of the best two performances was retained for analysis.

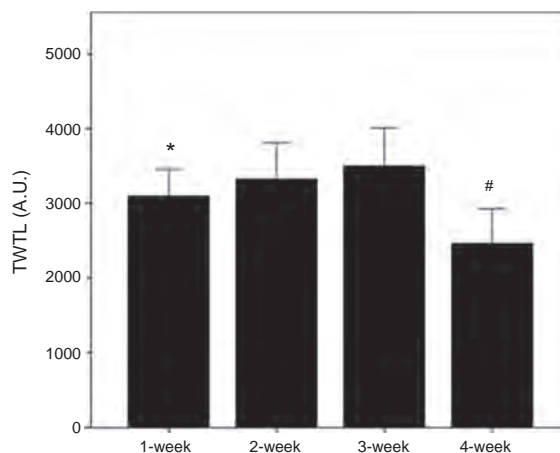
Statistical analysis

The data are presented as mean and standard deviation. The data normality was tested using the Shapiro–Wilk test. Repeated measure ANOVA was used to compare the TWTL between different weeks. To compare the differences between pre- and post-training of all other dependent variables (except the RESTQ scales) the Student's *t*-test and the magnitude based inference (MBI)²¹ were used, from which the smallest worthwhile change (i.e., $0.2 \times$ standard deviation) and 90% confidence intervals were also determined. The qualitative ranking utilized was: <1%, almost certainly not; 1–5%, very unlikely; 5–25%, unlikely; 25–75%, possible; 75–95%, likely; 95–99%, very likely; >99%, almost certain. If the positive and negative result values were both >5% the results were deemed as unclear. The MBI analyzes were conducted using a spreadsheet posted on the web-site <http://www.sportsci.org/resource/stats/SPSS> software, version 20.0 was used for all analyses.

Results

The TWTL of the four pre-season weeks is shown in Fig. 1. The TWTL of the first week was lower than that of the third week, and the TWTL of the fourth week was lower than in the other three weeks ($p < 0.01$).

The performance in the YYIR2 and SJ tests increased after pre-season ($p < 0.01$), however the CMJ and DJ did not change with training ($p \geq 0.05$). MBI analyzes demonstrated that the chances of SJ, CMJ, DJ and YYIR2 improving with training were very likely,



* Significant difference compared to week 3; # Significant difference compared to weeks 1, 2 and 3 ($p < 0.01$). TWTL = Total weekly training load; A.U. = Arbitrary units

Fig. 1. TWTL of the 4 weeks of training.

possible, unlikely, almost certain, respectively (Table 2). The CK, testosterone and testosterone/cortisol ratio (T/Cr) increased, and cortisol decreased in response to pre-season training ($p < 0.01$). The MBI analyzes showed that the chances of testosterone, cortisol, T/Cr and CK changing with training were possible, very likely, almost certain and almost certain, respectively (Table 2).

The RESTQ scales “general stress, social stress, lack of energy, physical recovery and sleep quality” did not change and the “social recovery and general well-being” scales decreased with training. All others RESTQ scales were higher after the training program ($p < 0.05$) (Figs. 1 and 2).

Discussion

The main results found in the present study were that the futsal pre-season improved performance in the YYIR2 and SJ tests. The improvement in performance tests was accompanied by an increase in testosterone, CK, T/Cr and in the majority of the RESTQ scales. Cortisol and the social recovery and general well-being RESTQ scales decreased during the futsal pre-season.

The ITL monitored during the futsal pre-season in the present study increased during the first three weeks and decreased in week fourth. Intensification of the ITL followed by a period of decrease has been reported previously in team sports.^{12,14,15,22} This training load distribution provides a moment of fatigue accumulation, and, consequently, worsening performance in physical tests^{14,15} which is followed by supercompensation and improving performance in physical tests.^{14,15,22} The improvement in physical tests, in response to training load distribution, demonstrated

Table 2
Changes in performance in physical tests and in biochemical variables during pre-season training.

Physical tests	Pre-season	Post-season	p-Value	MBI
SJ (cm)	36.31 ± 4.08	39.01 ± 4.47	0.01 [†]	98/2/0
CMJ (cm)	40.11 ± 4.73	41.13 ± 5.38	0.05	56/44/0
DJ (cm)	38.33 ± 4.75	38.21 ± 5.41	0.84	4/88/8
YYIR2 (m)	573.33 ± 193.42	762.67 ± 211.37	<0.01 [†]	100/0/0
Testosterona (pg ml ⁻¹)	14.43 ± 1.62	14.78 ± 1.43	<0.01 [†]	58/42/0
Cortisol (µg ml ⁻¹)	18.11 ± 4.17	14.61 ± 3.64	<0.01 [†]	0/1/99
T/Cr	0.85 ± 0.25	1.08 ± 0.33	<0.01 [†]	100/0/0
CK (U L ⁻¹)	221.00 ± 101.35	433.20 ± 259.81	<0.01 [†]	100/0/0

CMJ: Countermovement jump; CK: creatine kinase; DJ: drop jump; MBI: magnitude based inference; SJ: squat jump; T/Cr: testosterone/cortisol ratio; YYIR2: Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 2.

[†] Post-training better than pre-training ($p < 0.05$).

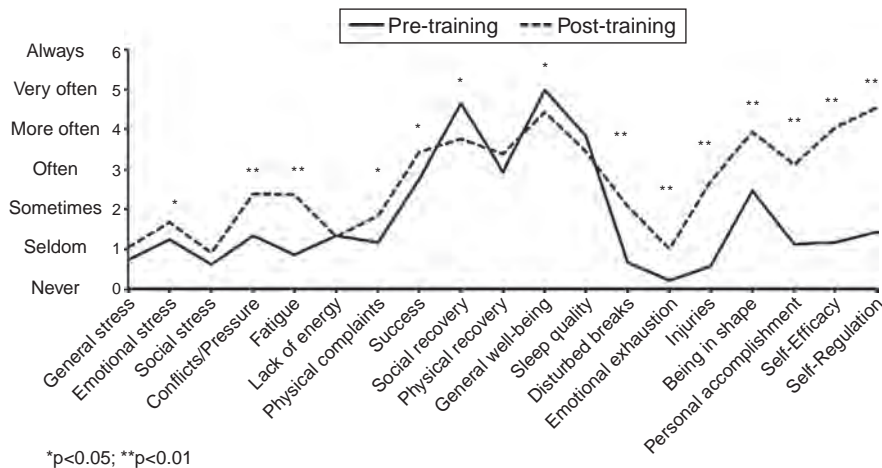


Fig. 2. The pre-training and post-training RESTQ scales.

in the present study is in accordance with the aforementioned studies.^{14,15,22}

The supercompensation phenomena reported above is a possible explanation for the higher values in the YYIR2 (~35%) found in the present study, compared with ~25% improvement previously reported in futsal and soccer players after a period of training.^{4,18} Furthermore, the high intensity characteristics of futsal training and matches, with a large contribution from the aerobic and anaerobic system, justify the improvement in the YYIR2.^{3,4} The SJ was the only neuromuscular test that significantly changed in response to the futsal pre-season. The strength training, accelerations, and other actions involved in futsal training could be responsible for the improvement in SJ in the present study as previously reported in female basketball players.²² The stress RESTQ scales (i.e., Emotional stress, conflict/pressure, fatigue, physical complaints, disturbed breaks, emotional exhaustion and injuries) increased and the recovery scales (i.e., social recovery and general well-being) decreased in response to the futsal pre-season. Furthermore, in the present study, some recovery scales (i.e., being in shape, personal accomplishment, self-efficacy and self-regulation) increased with training, suggesting that the futsal pre-season positively changed the sport specific recovery scales.

The level of increase in CK blood concentration found in the present study (i.e., 221.0–433.2 U L⁻¹) was lower than the level reported in previous studies (i.e., ~400 to ~1300 U L⁻¹) in which CK was associated with decreased performance in physical tests.^{14,15} Despite an increase in CK blood concentration, players improved their performance in the YYIR2 and SJ tests. A similar increase in CK blood concentration (i.e., ~180 to ~580 U L⁻¹) was not associated with changes in performance in the CMJ test in volleyball players after a period of training load intensification.¹² Possibly the small increase in CK reported in the present study is a physiological behavior in futsal players and does not impact on performance in physical tests. Changes in cortisol and testosterone blood concentration reflecting in a decrease in T/Cr have been reported in athletes with symptoms of fatigue accumulation.^{14,15} However, the results found in the present study showed that cortisol decreased, while testosterone and T/Cr increased in response to a futsal pre-season. Since cortisol is a catabolic and testosterone an anabolic hormone,²³ the results found suggest that the futsal pre-season promoted an anabolic environment in the players analyzed.

In summary, players improved their performance in the YYIR2 and SJ tests in response to a futsal pre-season. Despite possible improvement in the CMJ test, the futsal pre-season, without explosive training, did not promote large changes in this variable. Furthermore, the ITL behavior of the futsal training in the present

study promoted a favorable hormonal anabolic environment and did not promote a negative disturbance in CK or stress/recovery balance (i.e., RESTQ scales), suggesting that futsal players did not report fatigue accumulation after a pre-season composed of three weeks of accumulated ILT followed by one week of decreased ITL. The results found in the present study suggest that coaches and physical trainers could use an ITL distribution similar to that used in the present study aiming to improve performance in physical tests without increasing fatigue accumulation markers. Furthermore, the training load application should be accompanied by frequent monitoring of the physical performance and psychophysiological markers to ensure that the ITL distribution is appropriate to different futsal players.

Ethical disclosures

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

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

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

Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Acknowledgments

The authors thank the athletes and the coaching staff of the team. They also thanks the Fapemig for financial aid.

References

- Freitas VH, Miloski B, Bara Filho MG. Quantificação da carga de treinamento através do método percepção subjetiva do esforço da sessão e desempenho no futsal. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2012;14:73–82.
- Oliveira RS, Leicht AS, Bishop D, Barbero-Álvarez JC, Nakamura FY. Seasonal changes in physical performance and heart rate variability in high level futsal players. *Int J Sports Med.* 2013;34:424–30.
- Castagna C, D'Ottavio S, Granda Vera J, Barbero Álvarez JC. Match demands of professional Futsal: a case study. *J Sci Med Sport.* 2009;12:490–4.

4. de Freitas VH, Pereira LA, de Souza EA, Leicht AS, Bertollo M, Nakamura FY. Sensitivity of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test and cardiac autonomic responses to training in futsal players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;10:553–8.
5. Miloski B, Moreira A, Andrade FC, Freitas VH, Peçanha T, Nogueira RA, et al. Do physical fitness measures influence internal training load responses in high-level futsal players? *J Sports Med Phys Fitness.* 2014;54:588–94.
6. Soares-Caldeira LF, de Souza EA, de Freitas VH, de Moraes SM, Leicht AS, Nakamura FY. Effects of additional repeated sprint training during preseason on performance, heart rate variability, and stress symptoms in futsal players: a randomized controlled trial. *J Strength Cond Res.* 2014;28:2815–26.
7. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001;15:109–15.
8. Milanez VF, Pedro RE, Moreira A, Boulosa DA, Salle-Neto F, Nakamura FY. The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6:358–66.
9. Kellmann M, Kallus KW. Recovery-stress questionnaire for athletes: user manual. Champaign: Human Kinetics; 2001.
10. Coutts AJ, Reaburn P. Monitoring changes in rugby league players' perceived stress and recovery during intensified training. *Percept Mot Skills.* 2008;106:904–16.
11. di Fronso S, Nakamura FY, Bortoli L, Robazza C, Bertollo M. Stress and recovery balance in amateur basketball players: differences by gender and preparation phase. *Int J Sports Physiol Perform.* 2013;8:618–22.
12. Freitas VH, Nakamura FY, Miloski B, Samulski D, Bara-Filho MG. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *J Sports Sci Med.* 2014;13:571–9.
13. Freitas VH, Souza EA, Oliveira RS, Pereira LA, Nakamura FY. Efeito de quatro dias consecutivos de jogos sobre a potência muscular, estresse e recuperação percebida, em jogadores de futsal. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* 2014;28:23–30.
14. Coutts A, Reaburn P, Piva TJ, Murphy A. Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *Int J Sports Med.* 2007;28:116–24.
15. Coutts AJ, Reaburn P, Piva TJ, Rowsell GJ. Monitoring for overreaching in rugby league players. *Eur J Appl Physiol.* 2007;99:313–24.
16. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med.* 2008;38:37–51.
17. Krstrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, et al. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:697–705.
18. Krstrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen JM, Nielsen JJ, Bangsbo J. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:1666–73.
19. Bobbert MF, Gerritsen KG, Litjens MC, Van Soest AJ. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:1402–12.
20. Bobbert MF, Mackay M, Schinkelshoek D, Huijing PA, van Ingen Schenau GJ. Biomechanical analysis of drop and countermovement jumps. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1986;54:566–73.
21. Batterham AM, Hopkins WG. Making meaningful inferences about magnitudes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2006;1:50–7.
22. Nunes JA, Moreira A, Crewther BT, Nosaka K, Viveiros L, Aoki MS. Monitoring training load, recovery-stress state, immune-endocrine responses, and physical performance in elite female basketball players during a periodized training program. *J Strength Cond Res.* 2014;28:2973–80.
23. Fragala MS, Kraemer WJ, Denegar CR, Maresch CM, Mastro AM, Volek JS. Neuroendocrine-immune interactions and responses to exercise. *Sports Med.* 2011;41:621–39.



Original article

The influence of a protocol of aquatic exercises in postural control of obese elderly


 I.S. Avelar^{a,*}, V. Soares^a, R.C. Barbosa^a, S.R. Andrade^a, M.S. Silva^b, M.F. Vieira^b
^a Faculty of Medicine of the Federal University of Goiás, Goiânia, Goiás, Brazil

^b Faculty the Physical Education and Dance, Federal University of Goiás, Goiânia, Goiás, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 7 June 2015

Accepted 26 January 2016

Available online 6 September 2016

Keywords:

 Elderly
 Obese
 Posture
 Postural balance
 Exercises

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to evaluate the effects of a protocol of aquatic exercises in postural control of elderly subjects with overweight and the influence of body mass and body mass index in variables of the center of pressure.

Method: Each participant was positioned on the force platform, without shoes, feet apart on the same alignment of the upper limbs along the body. For the collection, the subjects were instructed to stay on in bipedal support on the force platform with eyes fixed on the bright spot for 60 s.

Results: Results indicated a notable difference in the variables root mean square-mediolateral and COP area after aquatic exercise practice. However, visual condition analyzed indicates significant differences in the variables root mean square-anteroposterior and speed anteroposterior.

Conclusion: Aquatic exercise had positive effects when analyzing the sensory condition suggesting maintenance of postural control. However, when analyzed post aquatic exercise in closed eyes condition and the interaction effects of visual condition did not improve postural stability. In obese elderly, body mass index resulted in a functional adaptation in control of upright stance, suggesting that the balance was preserved in the population studied.

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

Influencia de un protocolo de ejercicios acuáticos en el control postural de ancianos obesos

RESUMEN

Palabras clave:

 Ancianos
 Obesos
 Postura
 Equilibrio postural
 Ejercicios

Objetivo: El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de un protocolo de ejercicios acuáticos en el control postural de sujetos de edad avanzada con exceso de peso y la influencia de masa corporal y el índice de masa corporal en las variables del centro de presiones.

Método: Cada participante se posicionó en la plataforma de fuerza sin zapatos, los pies separados con la misma alineación de las extremidades superiores a lo largo del cuerpo. Para el análisis, los sujetos fueron instruidos para permanecer en apoyo bípedo sobre la plataforma de fuerza con los ojos fijos en un punto brillante durante 60 segundos.

Resultados: Los resultados indicaron una diferencia notable en las variables: Media Cuadrática-Mediolateral y el Área descrita por el desplazamiento del centro de presiones, después de la práctica de ejercicio acuático. Sin embargo, la condición visual analizada indica diferencias significativas en las variables: Media Cuadrática Anteroposterior y Velocidad Anteroposterior.

Conclusión: El ejercicio acuático tuvo efectos positivos en el análisis de la condición sensorial sugiriendo el mantenimiento del control postural. Sin embargo, cuando se analizan la condición de ojo cerrado tras

* Corresponding author.

E-mail address: isavelar2000@gmail.com (I.S. Avelar).

el ejercicio acuático y los efectos de la interacción de la condición visual no mejoró la estabilidad postural. En obesos de edad avanzada, el índice de masa corporal resultó en una adaptación funcional en el control de la postura vertical, lo que sugiere que el equilibrio se conservó en la población estudiada.

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

Influência de um protocolo de exercícios aquáticos no controle postural de idosos obesos

R E S U M O

Palavras-chave:

Idoso
Obeso
Postura
Controle postural
Exercícios

Objetivo: O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do protocolo de exercícios aquáticos no controle postural de idosos com excesso de peso, e a influência de variáveis de massa corporal e índice de massa corporal no centro de pressão.

Método: Cada participante foi posicionado sobre a plataforma de força, sem sapatos, pés alinhados, braços ao longo do corpo. Durante a coleta, os indivíduos foram orientados a permanecer sobre a plataforma de força, com os olhos fixos no ponto brilhante durante 60 segundos.

Resultados: Os resultados indicaram uma diferença significativa nas variáveis: área do centro de pressão e média quadrática-mediolateral, após a prática de exercício aquático. No entanto, a análise da condição visual sugere diferenças significativas nas variáveis: média quadrática anteroposterior e velocidade anteroposterior.

Conclusão: Os exercícios aquáticos tiveram efeitos positivos sobre a análise sugerido pela condição da manutenção do controle postural. No entanto, quando analisados em condição de olho fechado após o exercício aquático e os efeitos da interação da condição visual, não melhoram a estabilidade postural. Em obesos idosos, o índice de massa corporal resultou numa adaptação funcional para controlar a posição vertical, o que sugere que o equilíbrio foi mantido na população estudada.

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

Introduction

Aging is associated with several changes in the life style and body composition of the elderly population. Mainly, the loss of balance might reduce the independence. In addition, this condition can be intensified due obesity.^{1,2} Furthermore, changes in body composition is connected with aging, including muscle tissue reduction and increase of the fat tissue, especially in the lower limbs.^{1,3,4} The association between aging and obesity negatively influence visual acuity, muscle strength, processing and nerve conduction, tactile sensitivity causing a reduction in functional capacity, losses in balance control, and increase the risk for falls.^{1,3,4} Thus, the maintenance of body balance in standing position for the obese elderly is challenging task, which requires a complex integration of multiple systems, responsible for maintaining the projection of the center of gravity of the subject on the support base.⁵

We can say that the balance and postural control are terms used interchangeably, and can be defined as the ability to maintain the projection of the center of gravity on the support base limits for static and dynamic positions.^{6,7} The assessment of the balance can be estimated by calculating the center of pressure (COP). COP characterized by the application point of the resultant vertical forces acting on the support surface. The COP displacement is a collective result of postural control system and the force of gravity.⁸ Some of the changes that occur in postural control as part of the aging process are reflected in COP displacement.⁵

In view of some changes that occur in the elderly, physical activity can be an adjuvant therapy, improving balance control for both elderly and obese subjects. Various types of training are described in the literature and indicate positive effects in the control of these subjects.^{9–13} Aquatic exercises may be preferred for this population since they allow these to perform large movements without the risk of falling or injury and assist in maintaining an independent stance. Water has a viscosity that allows movements to be

performed slowly and so the subjects have more time to create and develop responses reaction mechanisms. Combinations of training principles lead to an increase in muscle strength, improved flexibility, balance, and consequently reduce the number of falls.¹⁰

This study hypothesized that overweight elderly subjects could improve postural control after performing a protocol of aquatic exercises, taking into account the physical properties of water in reducing the impact on the joints and in the great movements of accomplishment permission amplitude. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effects of aquatic exercise protocol in postural control of elderly subjects with overweight and the influence of body mass and body mass index (BMI) on the COP variables.

Method

Subject

The Ethics Committee of the Federal University of Goiás (UFG) and declaration of Heisinki, under number 093, approved the study. All participants were informed about the research procedures and signed the Informed Consent. The study included ten female subjects (age = 68.90 ± 4.05 years; height = 1.43 ± 0.01 m; mass = 64.43 ± 8.32 kg) and three males (age 70.55 ± 2.40 years; height = 1.53 ± 0.03 m; mass = 67.40 ± 18.90 kg). All subjects were overweight when classified according to the BMI (LIPSCHITZ, DA, 1994). They were recruited from a Family Health Strategy Unit (ESF) in the city of Professor Jamil – Goiás and evaluated in the first half of 2011 and the first half of 2013. Inclusion criteria were having regularly attended the activities in the local from 2011; age or greater than 60; do not have musculoskeletal problems. Participants with high blood pressure and uncontrolled blood glucose, cognitive impairment losses engines (injury or broken hip, knee, ankle and/or foot in the twelve months before the trials) or device

Table 1
Exercise protocol.

Phases	Exercises type	Duration and frequency	Intensity
Warming up Aquatic exercises	Walk – 10 laps on the swimming pool –Upper limb: abduction/adduction/flexion with the aid of flotation device; displacement in the transverse plane; –Lower limbs: flexion/extension of the hip and knee; abduction/adduction of the hip; flexion/dorsiflexion plant;	10 min 3 times a week 30 min, 3 times per week 3 sets of 8–15 repetitions; A minute average recovery between sets	Perceived exertion (level 9–11) Borg scale The increase in the number of repeats was performed according to the subjective perception of the group; Level 13–15 Borg scale
Relaxation	Fluctuation; stretching arms and legs	10 minutes, 3 times per week	Increase of 30 s each month Level (9–11) Borg scale

use auxiliary upright posture or gait were excluded from sample. The data relating to controlled glycaemia or were not collected from medical records

Experimental design

To collect the body mass data and height a digital scale, brand Toledo (2096PP model, Sao Paulo, Brazil) and a stadiometer by Sanny (professional, Sao Paulo, Brazil) were used. To collect kinetic data an AMTI force platform (model OR6-7, Massachusetts, USA) six channels of 50 cm × 50 cm placed on a smooth surface at ground level was used.

Prior to the experimental procedure, height and body mass was measured according to protocol defined by Lohman et al.¹² Each participant was positioned on the force platform, without shoes, feet apart on the same alignment of the upper limbs along the body. The distance between the feet was self-selected. The subject in this position kept his eyes on a bright point positioned 1.5 meters apart and 1.7 m high. A beep indicated the beginning of each subject collection. For the first collection, the subjects were instructed to stay on in bipedal support on the force platform with eyes fixed on the bright spot for 60 s. Three samples were performed with an interval of 1 min between them. Then were held collections without the visual stimulus (eyes closed) following the same procedures of collection with visual stimulus. Participants were reassessed after two years of exercises.

The data were stored on a personal computer via Universal Serial Bus (USB), acquired at a frequency of 100 Hz through the Balance Clinic software, designed for data acquisition in the three orthogonal axes (x component, y , z). After all collections data were exported to a file ASCII. A data analysis involved comparison of the main stabilizing measures, including oscillation range and the length of the COP of the way with their directional subcomponents: anteroposterior (AP) and mediolateral (ML). To perform these analyzes environment in routine Matlab[®] was developed. A COP area (AREA) was estimated at 95% of the ellipse and expressed in cm^2 . The root mean square (RMS), the series time COP was calculated according to the formula:

$$\text{rms.dir} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\text{CP}_{\text{dir}}(i) - \overline{\text{CP}_{\text{dir}}})^2} \quad (1)$$

where N is the number of sample and CP_{dir} the direction of COP (AP or ML).

The average speed of the COP was measured along the axis ML and AP expressed in cm/s .^{2,5} The calculation was performed based on the following formula:

$$\text{vel}_{\text{dir}} = \sum_{i=1}^{N-1} \sqrt{\frac{(\text{CP}_{\text{dir_ajust}}(i+1) - \text{CP}_{\text{dir_ajust}}(i))^2}{N/Fs}} \quad (2)$$

where vel_{dir} is the speed of the COP. $\text{CP}_{\text{dir_ajust}}$ is the centralized setting in relation to the first data captured in AP or ML directions; N is the sample number and Fs is the sampling frequency of collection.

The last variable analyzed was the total displacement (DTOT) of the COP. For this measurement, the following formula was used:

$$D_{\text{tot}} = \sum_{i=1}^{N-1} \sqrt{(\text{CP}_{\text{MI}}(i+1) - \text{CP}_{\text{MI}}(i))^2 + (\text{CP}_{\text{AP}}(i+1) - \text{CP}_{\text{AP}}(i))^2} \quad (3)$$

where D_{tot} is the displacement of the COP; N is the number of sample; CP_{MI} is the direction of mediolateral COP; CP_{AP} is the anteroposterior direction of the COP.

Participants performed two years of exercises with a frequency of three times a week, for about 50 min. The exercise protocol was performed with 10-min warm up, 30 min of exercises and ten minutes of relaxation. Table 1 lists the exercises performed during the two years of the study. The exercises were performed in a heated pool (25–29°C), covered with dimensions of 15 m × 7 m × 1.50 m. Participants performed the exercises with the water level between the nipple line and the waist. The protocol by the subjects consisted of stretching, and relaxation class. All activities were carried out in the pool and supervised by a trained professional.

Statistical analysis

The results were expressed as mean, standard deviation, frequency and graphics. To verify the normality of the data, we used the Shapiro–Wilk test. Analysis of variance (ANOVA) two-way repeated measures was used to test the effects of aquatic exercise in visual condition (Open eyes [EO] and Closed eyes [EC]) and the interaction between them. The association between the independent variables, body mass and BMI with the COP variables were evaluated using Spearman's correlation coefficient. The significance level was 0.05. Statistical analysis was performed using SPSS software (Statistical Package for Social Sciences).

Results

The mean pre-assessment body mass was 65.11 ± 10.63 kg (95% CI: 59.31–70.79) and after 24 months was 65.59 ± 10.73 kg (95% CI: 59.92–71.21). When subjects were classified by BMI values, on both occasions, according Lipschitz,¹ all were in the overweight range ($>27 \text{ kg/m}^2$).¹ For BMI pre and post average were $30.87 \pm 4.96 \text{ kg/m}^2$ (95% CI: 28.23–33.56 kg/m^2), $31.18 \pm 4.86 \text{ kg/m}^2$ (95% CI: 28.54–33.68 kg/m^2), respectively. There were no significant differences in body weight and BMI after the monitoring of individuals ($p=0.49$; $p=0.64$, respectively).

When assessing the effects of aquatic exercise on the COP variables, RMS-ML ($F=5.49$, $p=0.04$) and AREA ($F=11.80$, $p=0.005$), these had increased after 24 months. The effects of the visual condition were recorded RMS-AP (root mean square antero-

Table 2
COP parameters according to sensory condition and pre training and post (two year after) for total group: mean (SD).

	EO pre	EO post	EC pre	EC post
RMS-AP (cm)	0.38 (0.12)	0.38 (0.12)	0.43 (0.12)	0.45 (0.14) [†]
RMS-ML (cm)	0.20 (0.08)	0.23 (0.10)	0.22 (0.10)	0.24 (0.10) [†]
AREA (cm ²)	1.45 (0.93)	1.84 (1.10)	1.43 (0.82)	2.19 (1.43) [†]
VEL-AP (cm/s)	0.88 (0.32)	0.75 (0.19)	1.10 (0.48)	1.11 (0.39) [†]
VEL-ML (cm/s)	0.44 (0.16)	0.45 (0.18)	0.48 (0.19)	0.51 (0.18)
DTOT (cm)	63.80 (21.97)	57.34 (15.83)	77.63 (31.54)	78.96 (26.78) [†]

RMS-AP: root mean square anteroposterior; RMS-ML: root mean square mediolateral; VEL-AP: velocity anteroposterior; VEL-ML: velocity mediolateral; DTOT: total displacement; EO: Open Eyes; EC: Closed Eyes.

* $p < 0.05$ to difference between pre and post training.

† $p < 0.01$ to sensory condition.

posterior) ($F=9.19$, $p=0.01$), SPD-AP (displacement of the COP anteroposterior) ($F=22.95$, $p<0.001$) and DTOT (total displacement of the COP) ($F=19.50$, $p=0.001$) (Table 2). The ANOVA results for two-way repeated measures indicated no interaction between activity and the visual condition of the variables of the COP.

Fig. 1 shows the values before and after the aquatic exercise for each subject of the variable speed pressure center anteroposterior-(VEL-AP) (Fig. 1A and B) and speed pressure center

mediolateral (VEL-ML) (Fig. 1C and D), and the average values for the condition of open eyes (OE) and closed eyes (OC) (Fig. 1E). There was a 14.8% reduction and a small increase of 1% for VEL-AP values between the EC and OE conditions, respectively. For the VEL-ML variable the increase was 2.3% for OA and 6.2% for OC. When performed the association between body mass, BMI and the variables of the COP these were not significant when analyzed before and after 24 months of aquatic exercises.

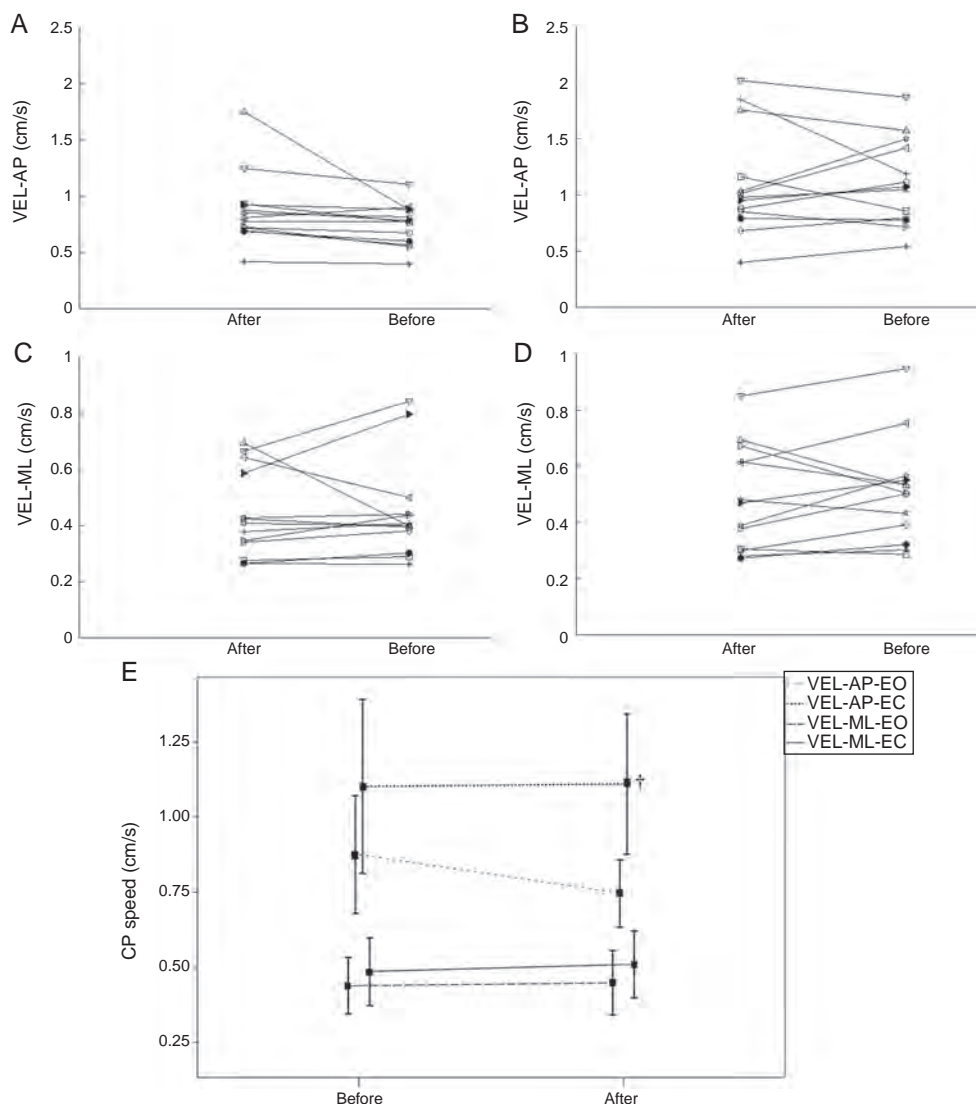


Fig. 1. Individual values for the VEL-AP variables, OE and OC (A and B) and VEL-ML, EO and (C and D) before and after aquatic exercise. (E) Average values and the standard deviation visual (EO and EC) before and after aquatic exercise. †Effects of visual condition on COP speed ($p < 0.001$).

Discussion

This study aimed to evaluate the effects of a protocol of aquatic exercises in postural control of elderly and obese subjects beyond the influence of body mass and body mass index (BMI) of variables of the COP. The results indicated that after aquatic exercise, the RMS-ML variables and the AREA differ significantly. When the effect of visual condition was analyzed, the only variables that showed significant differences were RMS-AP, VEL-AP and DTOT. In addition, associations were found between body weight, BMI and the variables of the COP.

Several studies have demonstrated the positive effects of aquatic exercise on various physiological and biomechanical parameters in the elderly. Among these are the increases in VO_{2max} , walking speed, motor coordination and balance.^{10,14} Aquatic exercises increase muscle strength and stable posture independently in the elderly and generate the realization of large movements without increasing the risk of falls and consequential injuries.¹⁵ In addition, the viscosity of the water allows slower movements and thus provides a longer time for the elderly to create and react to stimuli data during the exercises. The combination of frequency and speed of motion can cause an increase in strength and improvement in flexibility.¹⁶

When the COP variables (RMS-ML, RMS-AP and AREA), pre- and post-aquatic exercises were compared with the study results of Suomi and Kocejka,¹⁶ they showed higher values. Two factors may explain these differences: First, the population studied in the present study was elderly with BMI greater than 27 kg/m^2 (patients with orthopedic problems were not excluded) and the study used for comparison, the target was elderly with clinical condition of rheumatoid arthritis and osteoarthritis, and not the body composition. The collection time on the platform can also have affected the comparison of the values found. Today there is still no standardization for this type of collection, and the researcher's discretion the best way for your study. Studies show different times in the acquisition of kinetic data for the best static postural control in the standing posture.^{3,17–19}

The results of the associations of body mass, BMI and the COP variables are different from those found in the literature.^{3,19} Studies indicate that increased BMI and body mass may indicate changes in the individual's ability to maintain balance. This fact must be taken into account, since the postural stability is a prerequisite for daily activities.^{3,19} However, there is evidence in the literature that increased body mass results in a functional adaptation to control the upright posture, the fact characterized by a reduction in postural sway, suggesting that postural balance is preserved. Already, in obese subjects with BMI greater than 40 kg/m^2 can happen substantial deterioration in AP stability.²⁰

It should be emphasized that age influences the functional abilities of individuals, due to the decline of voluntary physical activity is associated with reduced aerobic capacity, muscle strength and balance control.⁴ Thus, even if there are adjustments with increasing body mass, individuals would not be free from suffering the aging losses that may at some point be characterized by various clinical conditions, including various aspects, including the musculoskeletal. These are related sarcopenia, which is pronounced in the soleus muscle, which plays an important role in the postural control and suffers from the aging of collagen and fat infiltration and intensifies the obese subject.²¹ In addition, the peripheral and axial mechanical changes, which are expressed by the degeneration of articular cartilage, reducing the thickness of the subcondral bone, bone remodeling with osteophytes formation and sub articular bone cysts. When these degenerative changes are severe pain can limit the activities of daily living and impair postural control.²¹

The present study showed that the longer duration of treatment might influence postural control. The type of activity performed

in the aquatic environment is recommended for obese patients to minimize the impacts of the exercises performed on the ground, by allowing a range of motion in different bases of support, which leads to an improvement of balance, and reducing the risk of falls.

Some factors were limiting to be able to generalize the results. The small number of individuals, low compliance of males, and the absence of a control group and other methods, such as electromyography, to detect changes in muscle components and their association with the variables of the COP. Another factor to consider is the long period between the collections. Since this is a group of elderly time can interfere considerably in the analyzed variables.

The findings of this study indicate differences in postural stability obese subjects when evaluated after aquatic exercise in closed eyes condition. Regarding the effect of sensory condition there was no difference in displacement and AP speed, and the total COP displacement. In obese subjects BMI resulted in a functional adaptation in control of upright stance, this suggests that the balance was preserved in this sample.

The results also indicate that aquatic exercises were efficient when analyzing the sensory condition with open eyes since there were no differences after training, then suggesting maintenance of postural control. However, when analyzing the closed eyes condition and the effect of visual condition these results were not significant in improving stability.

Finally, after two years of intervention in this group the effects of maintaining balance indicate that the improvement was effective, thinks seen the range of ratings. In two years, the effects in the elderly are considerable when it comes to body stability.

Ethical disclosures

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

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

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

Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interests.

Acknowledgments

The authors thank CAPES for their support in providing master's and doctoral scholarship.

References

1. Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Prim Care*. 1994;21(1):55–67.
2. Winter DA, Patla AE, Ishac M, Gage WH. Motor mechanisms of balance during quiet standing. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003;13(1):49–56.
3. Hue O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Doré J, Marceau P, et al. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture*. 2007;26(1):32–8.
4. Liu CK, Fielding RA. Exercise as an intervention for frailty. *Clin Geriatr Med*. 2011;27(1):101–10.
5. Zatsiorsky VM, Duarte M. Instant equilibrium point and its migration in standing tasks: rambling and trembling components of the stabilogram. *Motor Control*. 1999;3(1):28–38.
6. Alexander NB. Postural control in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 1994;42(1):93–108.

7. Shumway-Cook A, Woollacott MH, editors. Controle postural normal. Controle motor: teoria e aplicações práticas. 2nd ed. Barueri: Manole; 2010. p. 153-78.
8. Duarte M, Zatsiorsky VM. Effects of body lean and visual information on the equilibrium maintenance during stance. *Exp Brain Res*. 2002;146(1):60-9.
9. Gonzaga JdM, Barros SEB, Lisboa M.G.d.C., Barbieri FA, Gobbi LTB. Efeitos de diferentes tipos de exercício nos parâmetros do andar de idosas. *Rev Bras Med Esporte*. 2011;17(3):166-70.
10. Hosseini SS. The effect of aquatic and mental trainings on balance in elderly males. *Middle East J Sci Res*. 2011;7(3):296-302.
11. Wong MY, Pickwell-MacPherson E, Zhang YT, Cheng JC. The effects of pre-ejection period on post-exercise systolic blood pressure estimation using the pulse arrival time technique. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(1):135-44.
12. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988.
13. Lamoth CJ, van Heuvelen MJ. Sports activities are reflected in the local stability and regularity of body sway: older ice-skaters have better postural control than inactive elderly. *Gait Posture*. 2012;35(3):489-93.
14. Resende SM, Rassi CM, Viana FP. Efeitos da hidroterapia na recuperação do equilíbrio e prevenção de quedas em idosas. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12(1):57-63.
15. Rissel C. Water exercises for the frail elderly: a pilot programme. *Aust J Physiother*. 1987;33(4):226-32.
16. Lord S, Mitchell D, Williams P. Effect of water exercise on balance and related factors in older people. *Aust J Physiother*. 1993;39(3):217-22.
17. D'Hondt E, Deforche B, De Bourdeaudhuij I, Gentier I, Tanghe A, Shultz S, et al. Postural balance under normal and altered sensory conditions in normal-weight and overweight children. *Clin Biomech*. 2011;26(1):84-9.
18. King AC, Challis JH, Bartok C, Costigan FA, Newell KM. Obesity, mechanical and strength relationships to postural control in adolescence. *Gait Posture*. 2012;35(2):261-5.
19. Ku PX, Abu Osman NA, Yusof A, Wan Abas WA. Biomechanical evaluation of the relationship between postural control and body mass index. *J Biomech*. 2012;45(9):1638-42.
20. Błaszczyk JW, Cieślinska-Świder J, Plewa M, Zahorska-Markiewicz B, Markiewicz A. Effects of excessive body weight on postural control. *J Biomech*. 2009;42(9):1295-300.
21. Boss GR, Seegmiller JE. Age-related physiological changes and their clinical significance. *West J Med*. 1981;135(6):434-40.



Original article

Shoulder injuries in rugby: Report of its incidence and severity in a group of Portuguese male players during a season


 E. Cruz-Ferreira ^{a,b,c,*}, A. Cruz-Ferreira ^{a,b,d}
^a Faculty of Health Sciences, University of Beira Interior, Portugal

^b Associação Académica de Coimbra Rugby, Portugal

^c Orthopaedic Surgery, Sousa Martins Hospital, Local Health Unit of Guarda, Portugal

^d Mealhada Primary Healthcare Unit, Portugal

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 June 2016

Accepted 20 September 2016

Available online 9 November 2016

Keywords:

 Joint
 Traumatology
 Rugby union

ABSTRACT

Objective: Rugby union is a fast growing sport all over the world, due to its nature as a contact sport it is frequent for players to sustain injuries, more specifically on the shoulder joint, were the injuries occur with greater severity.

Method: The authors present a cohort prospective study focusing on the incidence and severity of shoulder injuries in a population of 51 male of top-tier Portuguese Rugby Union players aiming, to characterize relevant epidemiological aspects, conducted between September 2013 and May 2014. All data was collected and recorded according to the consensus statement for epidemiological studies in Rugby Union.

Results: A total injury incidence rate of 23.68 per 1000 player match-hours was found with a mean severity of injuries of 34.22, a value higher than expected when comparing with previous studies. New and recurrent injuries occurred in a 7:2 ratio. Reported mean severity of 41.57 days in new injuries versus 8.50 days.

Conclusion: The proportion of recurrent injuries alerts us for the importance of preventing measures. Poor physical condition of the players seems to have contributed to the increased number of shoulder injuries of our target population. Specific training programs to improve muscle strength and directed training to improve correct technical aspects of the tackling engagement during the fatigue periods of the game could be very important in the prevention of shoulder injuries.

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

Lesiones del hombro en rugby: incidencia y gravedad en un equipo masculino portugués durante una temporada

RESUMEN

Objetivo: El rugby es un deporte de rápido crecimiento en todo el mundo, debido a su naturaleza, tratándose de un deporte de contacto es frecuente que los jugadores sufran lesiones, más específicamente en la articulación del hombro, donde las lesiones suceden con mayor severidad.

Método: Los autores presentan un estudio de cohorte prospectivo centrado en la incidencia y la gravedad de las lesiones de hombro en una población de 51 jugadores de primer nivel de Rugby de la liga portuguesa, caracterizando aspectos epidemiológicos relevantes, datos recogidos de septiembre de 2013 a mayo de 2014. Todos los datos fueron conseguidos y registrados de acuerdo con la declaración de consenso para estudios epidemiológicos de Rugby.

Palabras clave:

 Articulación
 Traumatología
 Rugby

* Corresponding author.

E-mail address: cruzferreira_em@hotmail.com (E. Cruz-Ferreira).

Resultados: La tasa total de incidencia de lesiones fue de 23.68 por cada 1000 horas de competición y jugador, con una severidad media de las lesiones de 34.22 días, un valor más alto de lo esperado comparado con con estudios previos. Lesiones nuevas frente a recurrentes ocurrieron en una proporción de 7:2. La gravedad media fue de 41.57 días en las nuevas lesiones frente a 8.50 días en las recurrentes. **Conclusión:** Los datos de lesiones recurrentes nos alertan de la importancia de las medidas preventivas. La mala condición física de los jugadores contribuyó al aumento del número de lesiones de hombro de nuestra población. Programas específicos de formación, para mejorar la fuerza muscular y entrenamiento específico para conseguir una técnica correcta, especialmente durante los períodos de fatiga del juego, pueden ser muy importantes en la prevención de lesiones del hombro.

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

Lesões no ombro em Rugby: incidência e gravidade de uma equipa masculina portuguesa durante uma temporada

R E S U M O

Palavras chave:
Articulação
Traumatologia
Rugby

Objectivo: O Rugby é um desporto em rápido crescimento em todo o mundo, devido à sua natureza como desporto de contato, ocorrem frequentemente lesões, mais especificamente na articulação do ombro.

Método: Os autores apresentam um estudo prospetivo de coorte focado na incidência e gravidade das lesões do ombro numa população de 51 jogadores de rugby, de primeiro nível do campeonato Português, caracterizando aspetos epidemiológicos relevantes. Os dados foram colhidos de setembro de 2013 a maio de 2014. Todos os dados foram obtidos e registados em conformidade com a declaração de consenso para estudos epidemiológicos em Rugby.

Resultados: Uma taxa de incidência total de 23.68 lesões por 1.000 horas de jogo-jogador foi registada, com uma gravidade média das lesões de 34.22 dias, um valor mais elevado do que o esperado quando comparado com estudos anteriores. Lesões novas e recorrentes ocorreram numa proporção de 7:2. A gravidade média foi de 41.57 dias em novas lesões contra 8.50 dias em lesões recorrentes.

Conclusão: Estes dados alertam-nos para a importância de medidas preventivas. A condição física pobre dos jogadores pode ter contribuído para o aumento do número de lesões de ombro da nossa população. Programas de treino específicos para melhorar a força muscular e preparação individualizada com vista a melhorar aspetos técnicos poderão ser importantes na prevenção de lesões no ombro.

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

Introduction

Rugby union is one of the most played and watched sports in the world with more than five million rugby players worldwide,¹⁻³ being reported a player yearly increase of 19%.⁴ In Portugal, a growing interest in rugby union has been also witnessed by all agents involved.^{5,6} Due to its nature as a contact sport, there is an increased susceptibility to the occurrence of traumatic injuries, particularly in the shoulder joint.³

Most studies report shoulder injury incidence to range from 2.3 to 13 per 1000 player match-hours at amateur and professional level, respectively.^{3,7} Reported mean severity is also high and reaches 9.4 weeks for amateur players and 52.6 and 41.1 days for professional forwards and backs, respectively.⁷⁻⁹

It is also known that only 6% of all traumatic injuries in rugby union are caused by foul plays¹⁰ and that their natural appearance is a result of normal gameplay.^{11,12} Shoulder is one of the most frequently injured joints both in amateur and professional rugby union¹³ and it has been reported that between 49% and 72% of all injuries occur on the event of tackling or being tackled.^{9,14-16}

The aim of this study is to report the incidence of traumatic shoulder injuries sustained by a group of top-tier Portuguese Rugby Union players, and to characterize some relevant epidemiological aspects.

Method

Sample

A total of 51 Portuguese senior male rugby players (age: 22.10 ± 4.59 years; body height: 1.79 ± 0.05 m; body mass: 88.06 ± 13.74 kg) were included in our study. The study conformed to the standards set by the Declaration of Helsinki. Players were informed about the procedures, potential risks and benefits of the study.

Procedures

A cohort prospective study was conducted, between September 2013 and May 2014, monitoring the incidence of shoulder injuries occurred in a group of Portuguese Rugby Union players, playing in the same team in the top-tier of the Portuguese Rugby Union National Championship (Divisão de Honra).

The Portuguese Top-tier National Championship is a 'round-robin' tournament with the top six teams qualifying to a final play-off. In the case of the team included in our study, the total number of matches played during the 2013/14 season was nineteen. Therefore, the total match exposure time of players in hours (given by $NmPmDm/60$, where Nm is the number of matches played, Pm is the number of players in the team and Dm is the duration of the match in minutes)¹⁵ was 380 player match-hours.

Table 1
Shoulder injuries sustained during the Portuguese 2013/2014 rugby season.

Case	Position	Type	Contact	Recurrent	Severity (days)
1	Forward	Joint	Yes	No	60
2	Forward	Joint	Yes	No	60
3	Forward	Joint	Yes	Yes	7
4	Forward	Joint	Yes	Yes	10
5	Forward	Joint	Yes	No	21
6	Back	Joint	Yes	No	35
7	Back	Joint	No	No	21
8	Forward	Dislocation	Yes	No	10
9	Forward	Joint	Yes	No	84

The protocol involved the immediate report of all suspected shoulder injuries by the medical staff of the team to the researchers (all medical practitioners), who then would assess the player. All injured players were followed until their return to practice without limitations.

Data was collected and recorded according to the consensus statement for epidemiological studies in rugby union.^{15,16} Information was retrieved regarding: the position of the player; the type of injury sustained (muscle, contusion, dislocation, joint or fracture); if the injury was preceded by contact with the opponent or not; if this was a new or recurrent injury; the number of days the player was absent from practice and/or training.

Statistical analysis

We report injury incidence as injury/1000 player match-hours (95% confidence interval – CI) and severity as mean (\pm standard deviation – SD) days. For continuous variables, normality was assessed using Shapiro–Wilk. As continuous variables were normally distributed, Student's *t*-test was used to compare the severity of injuries between positions, and recurrent versus non-recurrent injuries. Statistical significance was accepted at $p < 0.05$. Descriptive and inferential analysis was performed using SPSS® v20.0.

Results

A total of nine shoulder injuries sustained during matches throughout the 2013/14 season were reported for rugby players of the team included in our study. Data is summarized in Table 1. This represents a total injury incidence rate of 23.68 per 1000 player match-hours (95% confidence interval – CI: 11.70–43.23). Only one of the injuries was reported as mild (causing an absence of less than 7 days to practice or training), four were considered moderate (absence ranging from 8 to 28 days) and four severe (absence greater than 28 days).

Seven of the injuries were sustained by forwards, and only two by backs, leading to different injury incidence rates: 34.54 per 1000 player match-hours (95% CI: 15.40–67.82) for forwards, and 11.27 per 1000 player match-hours (95% CI: 2.25–36.15) for backs, as it can be seen in Table 1. Mean severity of injuries was 36.00 (\pm 31.28) days for forwards, and 28.00 (\pm 9.88) days for backs (see Fig. 1), but no significant statistical differences were found between the two groups ($p = 0.581$), with a global mean severity of injuries of 34.22 (\pm 27.55) days.

It was also noticed that seven of the injuries were new and two considered to be recurrent. The mean severity reported for recurrent injuries was 8.50 (\pm 2.12) days, while for new injuries, mean severity was of 41.57 (\pm 26.97) days (see Fig. 2). Regarding these differences, a statistical significance was found ($p = 0.017$) with new shoulder injuries causing greater absence from practice or match, when compared to recurrences of old injuries.

It is important to notice that, as expected, eight of the nine injuries were sustained after contact with the opponent.

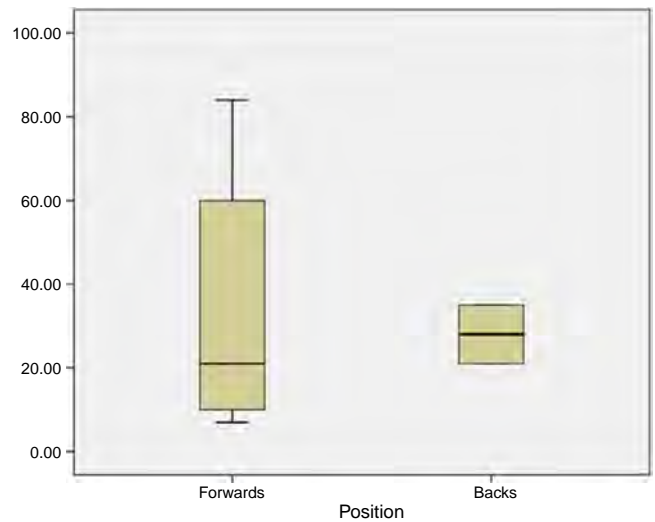


Fig. 1. Severity of injuries by position.

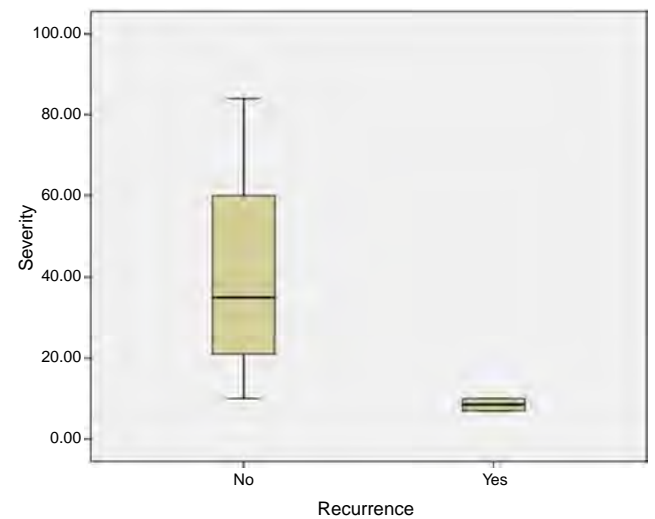


Fig. 2. Severity of new versus recurrent shoulder injuries.

Regarding the type of injury, and according to the consensus statement for epidemiological studies in rugby union,^{15,16} eight of the injuries were classified as 'Joint/ligament' and one as 'dislocation'.

Discussion

Considering the incidence of shoulder and upper limb injuries in senior men's professional rugby union (26–84 per 1000 player match-hours)³ it is clear that our population presented results within the expected parameters (23.86 per 1000 player match-hours), despite the theory presented by some authors that claim that a greater incidence of injury occurs in higher levels of play.^{13,17,18}

The mean severity of injuries was 34.22 (\pm 27.55) days, a value higher than expected when comparing with other studies^{11,15} showing mean severity of injuries for forwards to be 21.2 versus 36.00 (\pm 31.28) in our study, and for backs 26.2 versus 28.00 (\pm 9.88) days in our study.

Our results also show that new injuries are significant and are associated with higher mean severity. This finding is also consistent with the literature that considers the average severity of new injuries to be higher. Reported mean severity of 41.57 days in

new injuries versus 8.50 days in recurrent injuries alerts us for the importance of preventing measures. Higher level of physical preparation, adequate warm up and the use of protective equipment may help in the prevention of in game shoulder injury.

As limitations of this study we find that a larger number of players and injuries could lead to stronger statistical power, as well as more seasons of follow up to assess with greater certainty the results obtained.

In the light of these results, the authors believe that the rehabilitating support offered in the professional level might play an important role when treating and rehabilitating an injured player. It is of the utmost importance an early and directed individual rehabilitation program in order to achieve a faster and satisfying result.

When comparing our results with other studies that report shoulder injuries, the authors believe that the physical condition and faster exhaustion of the players contributed to the increased number of shoulder injuries of our target population. Specific training programs, to improve muscle strength and technical training, to improve correct technical aspects of the tackling interaction, during the fatigue periods of the game, could be paramount in the prevention of shoulder injuries. It is the author's opinion that more prospective studies, involving specific training programs, are needed in order to better understand the role of physical conditioning and specific muscle strengthening programs, in the prevention of primary and recurrent shoulder injuries during rugby matches.

Ethical responsibilities

Protection of people and animals. The authors state that the procedures followed were in accordance with the regulations set by the responsible Commission for Clinical and Research Ethics and according to the World Medical Association and the Declaration of Helsinki.

Confidentiality of data. The authors claim to have followed the protocols of their work center on the publication of patient data.

Right to privacy and written consent. The authors claim to have received written consent of patients and/or subjects mentioned in the article. The corresponding author must be in possession of this document.

Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

References

1. Burger N, Lambert MI, Viljoen W, Brown JC, Readhead C, Hendricks S. Tackle-related injury rates and nature of injuries in South African Youth Week tournament rugby union players (under-13 to under-18): an observational cohort study. *BMJ Open*. 2014;4(8):e005556.
2. Freitag A, Kirkwood G, Pollock AM. Rugby injury surveillance and prevention programmes: are they effective? Despite the high rates of injury in rugby, the UK government plans to focus on increasing participation. *Brit Med J*. 2015;350(1587):1-5.
3. Williams S, Trewartha G, Kemp S, Stokes K. A meta-analysis of injuries in senior men's professional Rugby Union. *Sports Med*. 2013;43(10):1043-55.
4. Chadwick S, Semens A, Schwarz EC, Zhang D. Economic impact report on global Rugby. Part III: Strategic and emerging markets. Coventry, UK: Centre for the International Business of Sport, Coventry University; 2011. Available at: <http://sportbusinessresources.com/wp-content/uploads/2013/04/RWCMastercard2011.pdf> [accessed 10.05.16].
5. Cruz-Ferreira AM, Fontes Ribeiro CA. Anthropometric and physiological profile of Portuguese rugby players. Part II: Comparison between athletes with different competitive levels. *Rev Bras Med Esporte*. 2013;19(1):52-5.
6. Cruz-Ferreira AM, Fontes Ribeiro CA. Anthropometric and physiological profile of Portuguese rugby players. Part I: Comparison between athletes of different position groups. *Rev Bras Med Esporte*. 2013;19(1):48-51.
7. Bathgate A, Best JP, Craig G, Jamieson M. A prospective study of injuries to elite Australian rugby union players. *Br J Sports Med*. 2002;36(4):265-9.
8. Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Reddin DB. Epidemiology of injuries in English professional rugby union. Part 1: Match injuries. *Br J Sports Med*. 2005;39(10):757-66.
9. Crichton J, Jones DR, Funk L. Mechanisms of traumatic shoulder injury in elite rugby players. *Br J Sports Med*. 2012;46(7):538-42.
10. Brooks JH, Kemp SP. Injury-prevention priorities according to playing position in professional rugby union players. *Br J Sports Med*. 2011;45(10):765-75.
11. Fuller CW, Sheerin K, Targett S. Rugby World Cup 2011: International Rugby Board injury surveillance study. *Br J Sport Med*. 2013;47(18):1184-91.
12. Headey J, Brooks JH, Kemp SP. The epidemiology of shoulder injuries in English professional rugby union. *Am J Sport Med*. 2007;35(9):1537-43.
13. Targett SG. Injuries in professional Rugby Union. *Clin J Sport Med*. 1998;8(4):280-5.
14. Sundaram A, Bokor DJ, Davidson AS. Rugby Union on-field position and its relationship to shoulder injury leading to anterior reconstruction for instability. *J Sci Med Sport*. 2011;14(2):111-4.
15. Fuller CW, Laborde F, Leather RJ, Molloy MG. International Rugby Board Rugby World Cup 2007 injury surveillance study. *Br J Sport Med*. 2008;42(6):452-9.
16. Fuller CW, Molloy MG, Bagate C, Bahr R, Brooks JH, Donson H, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for studies of injuries in rugby union. *Br J Sports Med*. 2007;41(5):328-31.
17. Jakoet I, Noakes TD. A high rate of injury during the 1995 Rugby World Cup. *S Afr Med J*. 1998;88(1):45-7.
18. Bird YN, Waller AE, Marshall SW, Alsop JC, Chalmers DJ, Gerrard DF. The New Zealand Rugby Injury and Performance Project. V. Epidemiology of a season of rugby injury. *Br J Sport Med*. 1998;32(4):319-25.

Original

Respostas psicobiológicas agudas do treinamento resistido com diferentes níveis de interação social



C.V.L.S. Teixeira^{a,b,*}, S.E. Ferreira^c, A.L. Evangelista^d, M.E. da Silva-Grigoletto^e e R.J. Gomes^a

^a Departamento de Biociências, Universidade Federal de São Paulo, Santos, SP, Brasil

^b Faculdade de Educação Física, Faculdade Praia Grande, Praia Grande, SP, Brasil

^c Departamento de Bioquímica, Farmacologia e Fisiologia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil

^d Departamento de Educação Física, Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil

^e Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 26 de junho de 2015

Aceite a 30 de novembro de 2015

On-line a 6 de setembro de 2016

Palavras-chave:

Hipertensão arterial

Treinamento de força

Treinamento resistido manual

Ansiedade

Humor

R E S U M O

Objetivo: Comparar respostas psicobiológicas e perceptuais agudas em homens normotensos e hipertensos, após sessões de treinamento resistido com diferentes níveis de interação social: treinamento resistido manual e treinamento resistido com pesos livres.

Método: Vinte e seis homens (14 normotensos, 40.29 ± 8.63 anos, índice de massa corporal: 26.53 ± 5.24 kg/m²; 12 hipertensos, 46.00 ± 9.13 anos, índice de massa corporal: 32.51 ± 4.41 kg/m²) foram submetidos a sessões únicas de treinamento resistido manual e treinamento resistido com pesos livres. Foram aferidos ansiedade e humor nos momentos pré e pós-intervenção. Adicionalmente, foi aplicado um questionário para identificar pontos positivos e negativos das intervenções. Para análise dos resultados, utilizou-se ANOVA *two-way* e *post-hoc* de Bonferroni. Adotou-se nível de significância de 5%. Para ansiedade e humor, também foi utilizada análise do tamanho do efeito. A análise do questionário qualitativo considerou a frequência de pontos positivos e negativos relatados pelos voluntários.

Resultados: Nenhuma intervenção foi eficiente em diminuir significativamente os valores iniciais de ansiedade; no entanto, o treinamento resistido manual apresentou maior magnitude de diminuição no tamanho do efeito. Nos fatores negativos do humor, o treinamento resistido manual também proporcionou maiores magnitudes para diminuição no tamanho do efeito. O treinamento resistido manual teve mais pontos positivos e menos pontos negativos mencionados pela amostra, em relação ao treinamento resistido com pesos livres.

Conclusão: O nível de interação social parece influenciar positivamente as respostas psicobiológicas agudas do treinamento resistido, e o treinamento resistido manual parece ser uma alternativa viável para esse objetivo.

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

Respuestas psicobiológicas agudas del entrenamiento de fuerza con diferentes niveles de interacción social

R E S U M E N

Objetivo: Comparar las respuestas psicobiológicas y perceptuales agudas en hombres normotensos e hipertensos, después de sesiones de entrenamiento de fuerza con diferentes niveles de interacción social: entrenamiento de fuerza manual y con pesos libres.

Método: Veintiséis hombres (14 normotensos, 40.29 ± 8.63 años, índice de masa corporal: 26.53 ± 5.24 kg/m²; 12 hipertensos, 46.00 ± 9.13 años, índice de masa corporal: 32.51 ± 4.41 kg/m²) fueron sometidos a sesiones individuales de entrenamiento de fuerza manual y con pesos libres. Se midieron la ansiedad y el estado de ánimo antes y después de la intervención. Además, se aplicó un cuestionario para identificar los puntos positivos y negativos de las intervenciones. Para el análisis de los datos, se

Palabras clave:

Hipertensión

Entrenamiento de fuerza

Entrenamiento de fuerza con resistencia manual

Ansiedad

Estado de ánimo

* Autor para correspondência.

Correios eletrónicos: caue_jg@yahoo.com.br, contato@cauteixeira.com.br (C.V.L.S. Teixeira).

utilizó ANOVA de dos vías y el test de Bonferroni. Se adoptó un nivel de significación del 5%. Para ansiedad y el estado de ánimo también se utilizó el análisis del tamaño del efecto. El análisis del cuestionario cualitativo consideró la frecuencia de puntos positivos y negativos reportados por los voluntarios.

Resultados: La intervención no fue eficaz en la disminución significativa de los valores iniciales de ansiedad, sin embargo, el entrenamiento de fuerza manual mostró una mayor magnitud de la disminución en el tamaño del efecto. En los factores negativos del estado de ánimo y, el entrenamiento de fuerza manual también proporcionó mayores magnitudes en la disminución del tamaño del efecto. El entrenamiento de fuerza manual tenía más puntos positivos y menos negativos mencionados por la muestra en relación con entrenamiento de fuerza con pesos libres.

Conclusión: El nivel de interacción social parece influir positivamente en las respuestas psicobiológicas agudas al entrenamiento de fuerza y el entrenamiento de fuerza manual parece ser una alternativa viable para este propósito.

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

Psychobiological acute responses of resistance training with different levels of social interaction

A B S T R A C T

Keywords:

Hypertension
Strength training
Manual resistance training
Anxiety
Mood

Objective: To compare the acute psychobiological and perceptual responses in normotensive and hypertensive men after resistance training sessions with different levels of social interaction: manual resistance training and free weights resistance training.

Method: 26 men (14 normotensive, 40.29 ± 8.63 years, Body Mass Index: 26.53 ± 5.24 kg/m²; 12 hypertensive, 46.00 ± 9.13 years, Body Mass Index: 32.51 ± 4.41 kg/m²) underwent single sessions of manual resistance training and free weights resistance training. Anxiety and mood were measured in pre- and post-intervention. In addition, a questionnaire was applied to identify positive and negative points of the interventions. For data analysis, we used two-way ANOVA and post-hoc Bonferroni. The significance level adopted was 5%. For anxiety and mood it was also used analysis of effect size. The analysis of the qualitative questionnaire considered the frequency of positive and negative points reported by the volunteers.

Results: Both intervention was ineffective in significantly decreasing the initial values of anxiety; however the manual resistance training showed greater magnitude of decrease in effect size. In the negative factors of mood, the manual resistance training also provided greater magnitudes to decrease in effect size. The manual resistance training had more positive and less negative points mentioned by the sample relative to free weights resistance training.

Conclusion: Social interaction level appears to positively influence the acute psychobiological responses of resistance training, and the manual resistance training appears to be a viable alternative for this purpose.

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

Introdução

O treinamento resistido (TR) tem sido bem recomendado em programas de exercício físico para melhoria da saúde, contemplando aspectos fisiológicos¹ e psicobiológicos². Strickland e Smith³ citam que o TR apresenta respostas positivas sobre níveis de ansiedade (ANS) e humor (HUM). Esses benefícios já justificam a aplicação do TR para a população em geral, em especial para indivíduos hipertensos (HT), considerando que a elevação de alguns estados emocionais tende a elevar a pressão arterial, estando associada ao desenvolvimento da hipertensão arterial⁴.

Diversas são as características do exercício físico que exercem influência positiva sobre os aspectos psicobiológicos, porém, a interação social (IS) é citada como característica determinante para sua ocorrência⁵. A IS é uma característica presente em diversas modalidades de exercício, em especial nas coletivas. No entanto, o TR em seu formato convencional explora pouco a IS entre os participantes.

Considerando que o TR pode exercer influência positiva sobre a saúde mental² e que a IS é uma das características que pode potencializar os benefícios⁵, explorar formas de TR com maior nível de IS entre os participantes pode ser uma estratégia interessante, para proporcionar benefícios psicobiológicos ainda mais evidenciados.

O TR manual (TRM) é uma forma alternativa de TR na qual a resistência para execução dos exercícios é proporcionada por um parceiro de treino, no sentido contrário ao movimento realizado pelo executante, de forma manual^{6,7}. Por ser baseada na resistência manual, o nível de IS no TRM é maior devido ao contato físico, que é inexistente ou mínimo no TR com pesos livres (TRPL). Assim, nossa hipótese é que o TRM possa ser uma intervenção interessante para potencializar as respostas psicobiológicas do TR. No entanto, não se tem conhecimento de estudos investigando esses aspectos.

Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar respostas psicobiológicas e perceptuais agudas em homens normotensos (NT) e HT após sessões de TR com diferentes níveis de IS: TRM e TRPL.

Método

Amostra

Vinte e seis voluntários, sendo 14 NT (40.29 ± 8.63 anos; índice de massa corporal [IMC]: 26.53 ± 5.24 kg/m²) e 12 HT (46.00 ± 9.13 anos; IMC: 32.51 ± 4.41 kg/m²), participaram do estudo. Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: ser homem, ter entre 30–59 anos de idade, ser HT ou NT, ter liberação médica para realização de exercícios físicos, não estar engajado em programa de

exercícios físicos, ter disponibilidade para participar das duas sessões de treino. Os critérios de inclusão foram identificados através de entrevista prévia e o não atendimento aos critérios de inclusão foi considerado para exclusão dos voluntários.

Todas as condutas éticas para pesquisas envolvendo seres humanos foram seguidas, em atendimento à Declaração de Helsinque e seus adendos. A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP, sob parecer n.º 103.217/2012.

Procedimentos

A presente pesquisa é do tipo quantitativa-qualitativa, uma vez que quantifica as respostas agudas das variáveis psicobiológicas, através de instrumentos e procedimentos validados para tal finalidade, e explora a opinião aberta dos voluntários sobre as intervenções.

Para avaliação do estado de ANS, foi utilizado o inventário de ANS estado (IDATE-E)^{8,9}, instrumento destinado a avaliar o nível de ANS no momento. Trata-se de um autorrelato relativo a 20 itens, nos quais os indivíduos identificam o nível por meio de uma escala *Likert* de 1-4, respondendo à pergunta: «Como você se sente nesse momento?». O escore total varia de 20-80, associando-se níveis maiores de ANS aos valores mais elevados. Para quantificação e interpretação das respostas, somam-se os valores atribuídos pelos indivíduos na escala em todos os itens. Para as perguntas de caráter positivo, inverte-se a pontuação antes da soma final. O instrumento foi aplicado nos momentos pré e pós-intervenção.

Para avaliar o HUM, foi utilizada a escala de Brunel (BRUMS)^{10,11}, questionário composto por 24 itens que apresentam uma escala *Likert* para identificação dos níveis percebidos pelo indivíduo no momento de sua aplicação. Os valores variam de 0-4 e são identificados respondendo à pergunta: «Como você se sente agora?». Os 24 itens são divididos em seis fatores: tensão (TENS), depressão (DEP), raiva (RAIV), vigor (VIG), fadiga (FAD) e confusão mental (CONF). O instrumento foi aplicado nos momentos pré e pós-intervenção.

A análise qualitativa visou identificar a opinião dos voluntários quanto as duas intervenções. Foi aplicado um questionário elaborado pelos autores, no qual o voluntário mencionou livremente pontos positivos e negativos de cada intervenção. O instrumento foi apresentado pós-intervenção.

Os voluntários compareceram ao local de treinamento por três oportunidades, agendadas em dias distintos, respeitando intervalo mínimo de 72 horas e máximo de dez dias entre as sessões. O intervalo visou minimizar os efeitos da dor muscular tardia. A fim de evitar variações no ciclo circadiano, todos os treinos foram realizados no período da manhã. Na primeira sessão, os voluntários leram e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido, foram submetidos à avaliação do IMC e familiarizados com os procedimentos de avaliação e treinamento, bem como com a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) OMNI-RES¹². Durante a sessão, os voluntários receberam orientações para manterem suas rotinas normais de alimentação e descanso durante todo o período de envolvimento com a pesquisa, evitando o consumo de bebidas alcoólicas e substâncias estimulantes. Na segunda sessão, os mesmos foram submetidos ao TRM e, na terceira, ao TRPL.

As sessões de treino foram compostas por sete exercícios envolvendo grandes grupos musculares (elevação frontal, flexão de joelhos, crucifixo, flexão de quadril, *pullover*, flexão abdominal, *stiff*), nos quais foram executadas três séries de dez repetições com um minuto de intervalo entre séries. Os voluntários foram orientados a manter velocidade de execução próxima a dois segundos por repetição (um segundo para fase concêntrica, um segundo para fase excêntrica). Foi realizado aquecimento prévio, no qual executou-se uma série de 10 repetições de cada exercício sem carga adicional. A intensidade foi controlada pela PSE, utilizando-se zona entre 5-7

na escala de 0-10 (relativamente difícil). Durante os treinos, a PSE permanecia visível ao voluntário, sendo que o mesmo relatava o esforço percebido ao final de cada série. A primeira série de cada exercício foi utilizada para ajuste de cargas, assim, caso a PSE relatada após a primeira série estivesse fora da zona alvo, a resistência era ajustada para as séries seguintes.

Para o TRPL, halteres e caneleiras foram utilizados. No TRM, a resistência manual foi aplicada por profissional de educação física capacitado. A posição corporal para realização dos exercícios (com exceção do *stiff*) foi deitada (decúbito dorsal ou ventral), para facilitar a aplicação da resistência manual (vantagem mecânica)⁷. Em ambas as intervenções, posição corporal e controle das demais variáveis (séries, repetições, intervalos, velocidade, PSE) foram idênticos.

Análise estatística

A análise descritiva está expressa em média (M) e desvio-padrão (DP). Para análise inferencial entre grupos, intervenções e avaliações, foi empregada ANOVA *two-way* com *post-hoc* de Bonferroni. Adotou-se nível de significância de 5% ($p \leq 0.05$). Para o HUM (TENS, DEP, RAIV, VIG, FAD e CONF), foi utilizado o cálculo do tamanho do efeito (ES) para quantificar a magnitude das respostas. Para classificação do ES, utilizaram-se pontos de corte propostos por Cohen¹³: valores superiores ou iguais a 0.8 representam ES grande, entre 0.8-0.2 são considerados médios e inferiores a 0.2 pequenos. A análise do questionário qualitativo considerou a frequência com que cada ponto positivo e negativo foi mencionado pelos voluntários.

Resultados

Foi observada maior ANS no TRM, independente do grupo e avaliação. Porém, o ES para ANS mostrou maior magnitude de diminuição no TRM em relação ao TRPL, em ambos os grupos.

Para as variáveis relacionadas ao HUM (TENS, DEP, RAIV, VIG, FAD e CONF), não foi realizada análise inferencial devido à pequena variação nos resultados e a presença de valores igual a 0 nas respostas. Assim, o ES foi considerado. Os resultados são apresentados na [tabela 1](#).

O TRM proporcionou maior magnitude no ES, no geral, diminuindo variáveis negativas em NT (RAIV, CONF) e HT (TENS, DEP), aumentando mais o VIG em HT e a FAD em ambos os grupos.

Os resultados da avaliação qualitativa são apresentados na [tabela 2](#).

Na avaliação qualitativa, na ótica dos voluntários, o TRM apresentou mais pontos positivos e menos pontos negativos em relação ao TRPL.

Discussão

O estudo comparou respostas psicobiológicas agudas entre TRM e TRPL em indivíduos NT e HT. A hipótese inicial era que o TRM pudesse proporcionar melhores respostas sobre as variáveis analisadas, considerando o maior nível de IS, devido ao contato físico. Tal hipótese foi confirmada.

Ambas as intervenções não alteraram significativamente a ANS pós-treino. Estudos prévios^{14,15} encontraram resultados semelhantes, não observando diminuição significativa no estado de ANS imediatamente após TR. No entanto, recente estudo de revisão da literatura concluiu que o TR é efetivo em reduzir os níveis agudos e crônicos de ANS³. Porém, as respostas dependem do nível de ANS que o indivíduo apresenta antes do exercício^{2,16} e, no presente, os voluntários apresentaram médias baixas de ANS na avaliação pré, o que explica a não alteração significativa no pós-intervenção.

Tabela 1
Resultados das variáveis ansiedade, tensão, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão mental, segundo grupo e intervenção

Variável	Grupo	Intervenção	Pré		Pós		ES	
			M	DP	M	DP	Valor	Classificação
Ansiedade	NT	TRM	31.00 ^a	4.95	29.36 ^a	5.60	-0.33	Médio
		TRPL	29.14	6.65	29.00	6.37	-0.02	Pequeno
	HT	TRM	33.33 ^b	5.30	31.50 ^b	7.03	-0.35	Médio
		TRPL	29.25	5.56	28.83	5.59	-0.08	Pequeno
Tensão	NT	TRM	1.50	1.16	0.71	0.99	-0.68	Médio
		TRPL	1.50	1.40	0.71	0.99	-0.56	Médio
	HT	TRM	2.42	3.20	1.17	1.53	-0.39	Médio
		TRPL	1.08	1.38	1.08	1.62	0.00	Pequeno
Depressão	NT	TRM	0.21	0.43	0.07	0.27	-0.33	Médio
		TRPL	0.36	0.84	0.07	0.27	-0.35	Médio
	HT	TRM	0.92	2.31	0.08	0.29	-0.36	Médio
		TRPL	0.92	1.38	0.75	1.54	-0.12	Pequeno
Raiva	NT	TRM	0.21	0.80	0.00	0.00	-0.26	Médio
		TRPL	0.29	1.07	0.21	0.80	-0.07	Pequeno
	HT	TRM	0.33	0.89	0.00	0.00	-0.37	Médio
		TRPL	0.08	0.29	0.00	0.00	-0.28	Médio
Vigor	NT	TRM	10.71	1.82	9.50	2.65	-0.66	Médio
		TRPL	10.36	2.34	9.50	2.95	-0.37	Médio
	HT	TRM	9.17	1.95	10.00	1.60	0.42	Médio
		TRPL	10.33	2.81	10.17	2.55	-0.05	Pequeno
Fadiga	NT	TRM	1.86	1.46	4.43	3.20	1.76	Grande
		TRPL	2.57	2.06	3.93	2.56	0.66	Médio
	HT	TRM	2.75	2.56	3.83	2.17	0.42	Médio
		TRPL	2.67	2.23	2.75	2.22	0.03	Pequeno
Confusão mental	NT	TRM	0.86	1.51	0.43	1.16	-0.28	Médio
		TRPL	0.50	0.85	0.64	1.01	-0.16	Pequeno
	HT	TRM	1.08	2.27	0.17	0.58	-0.40	Médio
		TRPL	0.50	1.45	0.17	0.58	-0.23	Médio

ES: tamanho do efeito; HT: hipertensos; NT: normotensos; TRM: treinamento resistido manual; TRPL: treinamento resistido com pesos.

^a maior em relação à mesma avaliação em NT-TRPL ($p=0.003$);

^b maior em relação à mesma avaliação em HT-TRPL ($p=0.003$); M: média; DP: desvio-padrão.

Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas na ANS entre pré e pós-intervenções, o TRM apresentou maior magnitude no ES em relação ao TRPL (médio vs. pequeno).

Quanto aos fatores negativos relacionados ao HUM, o TRM possibilitou maior ES para diminuição da TENS e DEPR no grupo HT,

além de RAIV e CONF no grupo NT. O ES também foi maior em favor do TRM para aumento do VIG nos sujeitos HT. Um fato interessante foi que FAD apresentou maior efeito no TRM em ambos os grupos, porém o aumento da FAD não comprometeu negativamente a resposta nos demais fatores relacionados ao HUM. O

Tabela 2
Frequência de pontos positivos e negativos do treinamento resistido manual e com pesos livres mencionados pelos voluntários

Pontos	Característica principal	Frequência treinamento resistido					
		Manual			Pesos livres		
		NT	HT	Total	NT	HT	Total
Positivos	Segurança	4	5	9	-	-	-
	Interação social	2	6	8	-	-	-
	Praticidade	4	4	8	-	-	-
	Controle de carga	4	2	6	5	2	7
	Não depende de equipamento	5	1	6	-	-	-
	Conforto	1	5	6	-	1	1
	Eficiência	3	2	5	1	1	2
	Prazeroso/agradável	3	1	4	2	1	3
	Motivante	1	1	2	-	-	-
	Baixo custo	2	-	2	-	-	-
	Variação	1	-	1	1	2	3
	Privacidade	1	-	1	-	-	-
	Independência	-	-	-	3	4	7
	Confiança	-	-	-	2	-	2
Negativos	Dependência de parceiro	4	2	6	-	-	-
	Controle de carga	3	3	6	1	-	1
	Desconforto	1	1	2	4	4	8
	Pouca variação	1	-	1	-	-	-
	Menor eficiência	-	1	1	2	2	4
	Insegurança	-	-	-	3	1	4
	Dependência de equipamentos	-	-	-	3	1	4
	Sem interação social	-	-	-	1	1	2
	Sistemático	-	-	-	-	2	2
	Alto custo	-	-	-	1	-	1

HT: hipertensos; NT: normotensos.

que pode explicar esses resultados no TRM é o maior nível de IS, principalmente devido ao contato físico. A IS é uma das prováveis hipóteses que explica os benefícios do exercício físico sobre os aspectos psicobiológicos⁵ e, no presente, ambos os grupos destacaram a IS como ponto positivo do TRM.

Benefícios sobre ANS e HUM, mesmo que pequenos, são clinicamente importantes, em especial nos indivíduos HT, pois existe associação entre ANS, HUM e doenças cardiovasculares^{17,18}. Níveis elevados de ANS e distúrbios de HUM aumentam a atividade do sistema nervoso autônomo, elevando o tônus simpático, favorecendo crises hipertensivas transitórias que, com o passar do tempo, podem desencadear crises permanentes^{17,19}.

Na análise qualitativa, a amostra identificou mais pontos positivos e menos pontos negativos no TRM em relação ao TRPL. Cabe ressaltar que, por serem indivíduos previamente destreinados, a não familiarização com o TRPL pode ter influenciado nessas respostas. Corroborando a literatura prévia⁶, alguns indivíduos destacaram a não dependência de equipamento e a praticidade como pontos favoráveis ao TRM. Além desses pontos, IS, segurança e conforto foram também destacados. Conforme supramencionado, essas características, em especial a IS, provavelmente sejam as responsáveis pela maior magnitude no ES em algumas variáveis psicobiológicas analisadas após o TRM.

Quanto aos pontos negativos do TRM, a dependência de um parceiro de treino foi o mais destacado, limitando a independência para realização dos exercícios, conforme citado por Dorgo et al.⁶ e Teixeira⁷. No TRPL, a possibilidade de treinar sozinho foi destacada como característica favorável, apesar da dependência de equipamentos ter sido um ponto negativo mencionado. Além disso, desconforto, insegurança (risco de acidentes) e menor IS foram pontos negativos do TRPL mencionados por parte da amostra. Considerando que desconforto, insegurança e menor IS são características que podem influenciar negativamente as respostas psicobiológicas ao exercício, o TRM pode ser considerado uma ferramenta alternativa para proporcionar respostas interessantes em pessoas que apresentam resistência ao TR em seu formato convencional, facilitando o engajamento e a adesão em longo prazo.

A não randomização das intervenções pode ser considerada uma limitação do estudo. Porém, a realização da sessão prévia de familiarização com os procedimentos e formas de treinamento visou minimizar as possíveis interferências da ordem das intervenções.

Em conclusão, não foram observadas diferenças significativas nas respostas psicobiológicas agudas entre TRM e TRPL em NT e HT previamente destreinados. No entanto, o ES apresentou maior magnitude para diminuição no TRM em relação ao TRPL, provavelmente por influência da maior IS entre os participantes e de alguns pontos positivos mencionados pela amostra. Em algumas variáveis, as respostas foram mais evidenciadas no grupo HT. Portanto, o nível de IS parece influenciar positivamente as respostas psicobiológicas agudas do TR, e o TRM parece ser uma alternativa viável para esse objetivo.

Responsabilidades éticas

Proteção de pessoas e animais. Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com os regulamentos

estabelecidos pelos responsáveis da Comissão de Investigação Clínica e ética e de acordo com os da Associação Médica Mundial e da Declaração de Helsinki.

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

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

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Flanklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334–59.
- O'Connor PJ, Herring MP, Carvalho A. Mental health benefits of strength training in adults. *Am J Lifestyle Med.* 2010;4(5):377–96.
- Strickland JC, Smith MA. The anxiolytic effects of resistance exercise. *Front Psychol.* 2014;5:753.
- Gasperin D, Netuveli G, Dias-da-Costa JS, Pattussi MP. Efeito do estresse psicológico no aumento da pressão arterial: uma metanálise de estudos de coorte. *Cad Saúde Pública.* 2009;25(4):715–26.
- Peluso MA, Guerra de Andrade LH. Physical activity and mental health: The association between exercise and mood. *Clinics (Sao Paulo).* 2005;60(1):61–70.
- Dorgo S, King GA, Rice CA. The effects of manual resistance training on improving muscular strength and endurance. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1):293–303.
- Teixeira CV. Treinamento resistido manual: a musculação sem equipamentos. São Paulo: Phorte; 2011.
- Spielberger CD, Gorsuch RL, Lushene RE. Manual for state-trait anxiety inventory. Palo Alto: Consulting Psychologists Press; 1970.
- Gorestein C, Andrade L. Validation of Portuguese version of the Beck Depression Inventory and the State-Trait Anxiety Inventory in Brazilian subjects. *Braz J Med Biol Res.* 1996;29(4):453–7.
- Terry PC, Lane AM, Forgaty GJ. Construct validity of the Profile of Mood States – Adolescents for use with adults. *Psychol Sports Exerc.* 2003;4(2):125–39.
- Rohlf's ICPM, Rotta TM, Luft CDB, Andrade A, Krebs RJ, Carvalho TA. A Escala de humor de Brunel (BRUMS): instrumento para detecção precoce da síndrome do excesso de treinamento. *Rev Bras Med Esporte.* 2008;14(3):176–81.
- Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(2):333–41.
- Cohen J. *Statistical Power analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. Hillsdale: Erlbaum; 1988.
- Garvin AW, Koltyn KF, Morgan WP. Influence of acute physical activity and relaxation on state anxiety and blood lactate in untrained college males. *Int J Sports Med.* 1997;18(6):470–6.
- Teixeira L. Efeito isolado e associado do exercício físico aeróbico e resistido na pressão arterial pós-exercício e seus mecanismos hemodinâmicos, neurais e de estado de ansiedade [dissertação]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2007.
- Ensari I, Greenlee TA, Motl RW, Petruzzello SJ. Meta-analysis of acute exercise effects on state anxiety: An update of randomized controlled trials over the past 25 years. *Depress Anxiety.* 2015;32(8):624–34.
- Mac Fadden MAJ, Ribeiro AV. Aspectos psicológicos e hipertensão essencial. *Rev Ass Med Bras.* 1998;44(1):4–10.
- Alves TCTF, Fráguas R, Wajngarten M. Depressão e infarto agudo do miocárdio. *Rev Psiquiatr Clin.* 2009;36(3):88–92.
- Player MS, Peterson LE. Anxiety disorders, hypertension, and cardiovascular risk: A review. *Int J Psychiatry Med.* 2011;41(4):365–77.



Original

Relação da força muscular com o desempenho no levantamento olímpico em praticantes de CrossFit®



R.A. Tibana^{a,*}, D.L. de Farias^a, D.C. Nascimento^a, M.E. Da Silva-Grigoletto^b e J. Prestes^a

^a Programa de Pós Graduação em Educação Física, Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília, Brasil

^b Programa de Pós Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 29 de agosto de 2015

Aceite a 16 de novembro de 2015

On-line a 6 de setembro de 2016

Palavras-chave:

Treinamento de força

Potência

Desempenho

R E S U M O

Objetivos: O objetivo do presente estudo foi analisar e relacionar a força muscular do *back squat* e *front squat* com o desempenho nos movimentos de levantamento olímpico *snatch* e *clean* em praticantes de CrossFit®.

Método: Participaram deste estudo 22 adultos, que foram divididos de acordo com o desempenho nos movimentos de *snatch* e *clean*: fortes (29.6 ± 4.4 anos; 80.95 ± 9.57 kg; $12.2 \pm 5.8\%$ de gordura; 2.4 ± 0.9 experiência de treinamento) e fracos (28.5 ± 5.4 anos; 79.4 ± 6.8 kg; $13.6 \pm 3.5\%$ de gordura; 2.0 ± 1.1 experiência de treinamento). Todos os voluntários realizaram em dias separados os testes de uma repetição máxima nos exercícios: *back squat*, *front squat*, *snatch* e *clean*.

Resultados: Os voluntários classificados com o melhor desempenho no *snatch* e *clean* apresentaram maior força no *back squat* (154.9 ± 20.3 kg vs. 132.7 ± 11.6 kg; $p = 0.009$) e no *front squat* (139.0 ± 14.5 kg vs. 116.8 ± 11.3 kg; $p = 0.002$), quando comparados aos voluntários mais fracos. Além disso, foram observadas correlações fortes entre a força relativa do *back squat* ($r = 0.83$; $r = 0.76$; $p = 0.001$) e do *front squat* ($r = 0.73$; $r = 0.83$; $p = 0.001$) com a performance nos exercícios *snatch* e *clean*, respectivamente.

Conclusões: Portanto, uma força superior em exercícios básicos, como o *back squat* e o *front squat*, podem contribuir para o desempenho do levantamento olímpico em praticantes de CrossFit®.

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

Relación de la fuerza muscular con el rendimiento en levantamiento de peso olímpico en practicantes de CrossFit®

R E S U M E N

Objetivo: El propósito del presente estudio fue analizar y relacionar la fuerza muscular de la sentadilla por delante y por detrás con el rendimiento en los movimientos de halterofilia de arranque y de cargada en practicantes de CrossFit®.

Método: Participaron en este estudio 22 adultos que fueron divididos de acuerdo con el rendimiento en los movimientos de arranque y cargada: fuertes (29.6 ± 4.4 años; 80.95 ± 9.57 kg; $12.2 \pm 5.8\%$ de grasa corporal; 2.4 ± 0.9 experiencia de entrenamiento) y débiles (28.5 ± 5.4 años; 79.4 ± 6.8 kg; $13.6 \pm 3.5\%$ de grasa corporal; 2.0 ± 1.1 experiencia de entrenamiento). Todos los voluntarios realizaron, en días diferentes, los test de una repetición máxima en los ejercicios: sentadilla por detrás, sentadilla por delante, arranque y cargada.

Palabras clave:

Entrenamiento de fuerza

Potencia

Rendimiento

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: ramirestibana@gmail.com (R.A. Tibana).

Resultados: Los voluntarios clasificados con el mejor rendimiento en el arranque y en la cargada presentaron mayor fuerza en la sentadilla por detrás (154.9 ± 20.3 kg vs. 132.7 ± 11.6 kg; $p=0.009$) y en la sentadilla por delante (139.0 ± 14.5 kg vs. 116.8 ± 11.3 kg; $p=0.002$) cuando fueron comparados con los voluntarios más débiles. Además, se observaron correlaciones fuertes entre la fuerza relativa de la sentadilla por detrás ($r=0.83$; $r=0.76$; $p=0.001$) y la sentadilla por delante ($r=0.73$; $r=0.83$; $p=0.001$) con el rendimiento en los ejercicios de arranque y cargada, respectivamente.

Conclusión: Por tanto, una mayor fuerza en ejercicios básicos, como la sentadilla por detrás y por delante, pueden contribuir para el rendimiento de los ejercicios olímpicos en practicantes de CrossFit®.

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

Correlation of muscle strength with weightlifting performance in CrossFit® practitioners

A B S T R A C T

Keywords:

Strength training
Power
Performance

Objectives: The aim of the present study was to analyze and correlate muscle strength of the back and front squat with performance in the movements of weightlifting snatch and the clean in CrossFit® practitioners. **Method:** Twenty-two adults participated in this study and were divided according to their performance in the snatch and clean movements: stronger (29.6 ± 4.4 years; 80.95 ± 9.57 kg; $12.2 \pm 5.8\%$ body fat; 2.4 ± 0.9 training experience) and weaker (28.5 ± 5.4 years; 79.4 ± 6.8 kg; $13.6 \pm 3.5\%$ body fat; 2.0 ± 1.1 training experience). All volunteers completed one-repetition maximum tests, in separate days, in the following exercises: back squat, front squat, snatch and the first phase of the clean.

Results: The volunteers classified with a superior performance in the snatch and clean presented a higher strength in the back squat (154.9 ± 20.3 kg vs 132.7 ± 11.6 kg; $p=0.009$) and front squat (139.0 ± 14.5 kg vs 116.8 ± 11.3 kg; $p=0.002$) as compared with the weaker volunteers. Additionally, there were strong correlations between relative strength in the back squat ($r=0.83$; $r=0.76$; $p=0.001$) and front squat ($r=0.73$; $r=0.83$; $p=0.001$) with the performance in the snatch and clean exercises, respectively.

Conclusions: Therefore, a superior strength in basic exercises, such as back and front squat can contribute to weightlifting performance in CrossFit® practitioners.

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

Introdução

O CrossFit® é um método de treinamento novo caracterizado pela realização de exercícios funcionais e esportivos, constantemente variados que podem ser executados em alta intensidade. Este tipo de treinamento utiliza exercícios do levantamento olímpico (LPO) como *snatch* e *clean*, exercícios básicos como os agachamentos, levantamento terra e supino, exercícios aeróbios como remos, corrida e bicicleta, e movimentos ginásticos como paradas de mão, paralelas, argolas e barras¹.

Os exercícios de LPO (*snatch* e *clean* e suas variações) são comumente incorporados em uma programação para o treinamento de potência muscular de atletas de diversos tipos de esportes^{2,3}. Uma característica dos movimentos de LPO e suas variações é requerer uma aceleração do praticante/atleta ao longo de toda a fase de propulsão. E diferente dos exercícios balísticos que possuem a mesma similaridade, é de que os movimentos de LPO são capazes de gerar grande potência em cargas elevadas (70-80% de uma repetição máxima [1RM])⁴. Além disso, os movimentos de LPO se tornaram populares na preparação desportiva, devido ao fato de sua similaridade entre a tripla extensão (joelho, tornozelo e quadril) durante os movimentos de levantamento com os movimentos atléticos de outros esportes⁵. Interessantemente, estudos anteriores encontraram fortes correlações entre os movimentos de LPO e o sprinting⁶, salto vertical^{6,7} e a habilidade em mudança de direção⁶. Portanto, o uso do LPO no treinamento é de fundamental importância para atletas que necessitam produzir potência contra cargas leves e/ou elevadas.

Um aspecto importante relacionado ao LPO é a relação existente entre a força muscular máxima e a potência^{3,8,9}. Estudos

transversais em atletas de elite ou amadores têm demonstrado que, quanto mais fortes são os movimentos no agachamento (*back e front squat*), maiores são os níveis de produção de potência quando comparados aos indivíduos mais fracos⁹. Além disso, a força muscular tem sido associada com o desempenho no salto vertical, na performance em corridas de curta duração¹⁰ e com performance no *workout of the day* (WOD) do CrossFit®¹¹.

No entanto, para nosso conhecimento, até o presente momento nenhum estudo avaliou a relação da força máxima nos exercícios de *front squat* e posterior com os movimentos de LPO em praticantes de CrossFit®.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar e relacionar a força muscular de *back squat*, *front squat*, *snatch* e *clean* em praticantes de CrossFit®. A hipótese inicial do presente estudo foi de que haveria uma correlação entre a força de agachamento com os movimentos do LPO; além disso, os praticantes de CrossFit® que apresentassem melhor performance no LPO seriam aqueles com maior força muscular nos exercícios de *front squat* e *back squat*.

Método

Amostra

Participaram do presente estudo 22 adultos aparentemente saudáveis do sexo masculino, no qual foram divididos, de acordo com o desempenho nos movimentos de *snatch* e *clean*, em fortes (29.6 ± 4.4 anos; 2.4 ± 0.9 anos de experiência) e fracos (28.5 ± 5.4 ; 2.0 ± 1.1 anos de experiência) (tabela 1). Como critérios de inclusão os participantes não deveriam possuir quaisquer

Tabela 1
Características da amostra apresentados pela média, desvio padrão, valores mínimos e máximos

	Alta força (n = 11)	Baixa força (n = 11)	p
Idade (anos)	29.64 ± 4.36 (24-38)	28.55 ± 5.41 (19.0-37.0)	0.61
Massa corporal (kg)	80.95 ± 9.57 (69.0-99.5)	79.36 ± 6.77 (66.0-88.0)	0.83
Estatura (m)	1.75 ± 0.07 (1.67-1.90)	1.76 ± 0.06 (1.65-1.85)	0.68
Índice de massa corporal (mc/kg ²)	26.22 ± 2.05 (24.25-31.10)	25.53 ± 1.27 (23.05-27.68)	0.78
Gordura (kg)	10.33 ± 6.12 (4.14-25.18)	10.77 ± 2.76 (7.90-17.51)	0.27
Massa magra (kg)	70.69 ± 6.25 (60.78-80.04)	68.58 ± 7.21 (55.43-76.60)	0.69
Experiência (anos)	2.41 ± 0.93 (1.5-4.0)	2.02 ± 1.14 (0.8-5.0)	0.22

lesões osteomioarticulares ou algum tipo de doença que poderia comprometer a saúde durante o estudo; responder negativamente ao questionário PAR-Q; entregar até a data estipulada o termo de consentimento livre e esclarecido, e ter um tempo mínimo de prática no CrossFit® de seis meses. O projeto foi encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição sob o Protocolo n.º 030/09, parecer n.º 035/09.

Procedimentos

Os sujeitos foram analisados de acordo com o desempenho nos exercícios de LPO (*snatch* e *clean*) e classificados em fortes (n = 11) e fracos (n = 11), para efeito da comparação dos exercícios de agachamento (*front* e *back*).

A composição corporal foi avaliada através da utilização de compasso de dobra cutânea (Lange®); o protocolo utilizado foi o descrito previamente por Pollock e Jackson¹² para homens (18-61 anos). A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital, da marca Welmy (W110H, São Paulo, Brasil), com capacidade de 150 kg e divisão de 100 g.

Todos os testes de 1RM no *back squat*, *front squat*, *snatch* e *clean* foram realizados de acordo com os protocolos estabelecidos pelo *National Strength Conditioning Association*¹³, com intervalos de, no mínimo, 48 h entre as sessões para minimizar os efeitos da fadiga e dor muscular. Todos os testes foram realizados com barra (20 kg) e pesos (1-25 kg) (Pood Fitness®) de forma randomizada. Logo após um aquecimento de baixa intensidade de cinco minutos na bicicleta ergométrica ou remo indoor, foram seguidas as seguintes recomendações: 1) aquecimento de 5-10 repetições com intensidade de leve a moderado; 2) descanso de um minuto, e incremento do peso tentando alcançar as 1RM em 3-5 tentativas, usando cinco minutos de intervalo entre uma tentativa e outra; 3) o valor registrado foi o de uma repetição, com o peso máximo levantado na última tentativa bem-sucedida.

Resumidamente, a fim de minimizar os erros, foram adotadas as seguintes estratégias: a) instruções padronizadas foram fornecidas antes do teste, de modo a que o avaliado estivesse ciente de toda a rotina que envolvia a coleta de dados; b) o avaliado foi instruído sobre a técnica de execução do exercício; c) o avaliador estava atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento do teste; d) estímulos verbais foram realizados a fim de manter alto o nível de estimulação.

Tabela 2
Características da força absoluta e relativa da amostra apresentadas pela média, desvio padrão, valores mínimos e máximos

	Alta força	Baixa força	p
<i>Back squat</i> (kg)	154.91 ± 20.36 (129.54-193.18)	132.72 ± 11.65 (100.00-143.18)	0.009
<i>Front squat</i> (kg)	139.04 ± 14.58 (120.45-165.90)	116.81 ± 11.36 (90.90-129.54)	0.002
<i>Clean</i> (kg)	118.14 ± 11.12 (102.27-138.63)	101.03 ± 8.81 (81.81-115.90)	0.001
<i>Snatch</i> (kg)	92.27 ± 7.78 (84.09-109.09)	76.28 ± 7.44 (61.36-88.63)	0.001
<i>Clean</i> (kg/mc)	1.48 ± 0.23 (1.07-1.77)	1.27 ± 0.10 (1.12-1.48)	0.020
<i>Snatch</i> (kg/mc)	1.15 ± 0.14 (0.89-1.35)	0.96 ± 0.07 (0.82-1.06)	0.001

kg/mc: força relativa; mc: massa corporal.

Análise de dados

Considerando o tamanho amostral, para a comparação entre os grupos o teste de não paramétrico de Mann-Witney e para a correlação o teste de Spearman foram aplicados. Para a apresentação dos dados o gráfico de dispersão foi utilizado. Com base nos valores da força do arranco e arremesso, a amostra foi dividida em: grupo forte e grupo fraco, para efeito da comparação da força muscular no *back squat* e frontal, por meio do teste Mann-Witney. Para todas as análises estatísticas o *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS, Inc., v. 18.0; IBM Corporation, Somers, NY, EUA) foi utilizado. Um nível alfa ≤ 0.05 foi considerado como estatisticamente significativo.

Resultados

Na **tabela 1**, as características dos participantes são apresentadas e para todas as variáveis nenhuma diferença entre os grupos foi identificada (p > 0.05).

Para as variáveis da força absoluta e relativa, diferenças significativas entre os grupos foram identificadas. O grupo alta força apresentou valores significativamente maiores, tanto na carga absoluta e relativa, para os exercícios arranco (p < 0.05), arremesso (p < 0.05), *back squat* (p < 0.05) e *front squat* (p < 0.05) (**tabela 2** e **figura 1**).

Considerando que o coeficiente de correlação é uma medida do tamanho de um efeito comumente utilizado¹⁴: valores de ± 0.1 representam um efeito pequeno, ± 0.3 representa um efeito médio e ± 0.5, um efeito grande. Os valores de correlação entre todos os exercícios foram grandes e significativos (r > 0.50; p < 0.05) (**tabela 3**).

Discussão

Os objetivos do presente estudo foram analisar e relacionar a força muscular do *back squat*, *front squat*, *snatch* e *clean* em praticantes de CrossFit®. Confirmando a hipótese inicial do presente estudo, os resultados encontrados demonstraram que os indivíduos que apresentam melhor performance nos exercícios de LPO (*snatch* e *clean*) são aqueles que possuem maior força muscular no *back squat* e no *front squat*. Além disso, houve uma correlação forte entre os exercícios de agachamento e os exercícios de LPO em praticantes de CrossFit®.

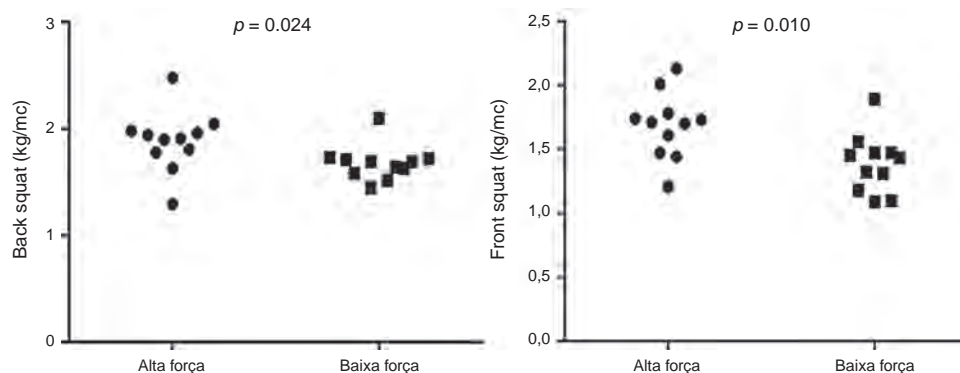


Figura 1. Comparação das cargas relativas do *back squat* e *front squat*, entre os grupos apresentados pela média e desvio padrão. DP: desvio padrão; kg/mc: força relativa.

Os exercícios de LPO (*snatch* e *clean* e suas variações) são comumente incorporados em uma programação para o treinamento de potência muscular de atletas de diversos tipos de esportes². Os movimentos de LPO se tornaram populares na preparação desportiva, devido ao fato de sua similaridade entre a tripla extensão (joelho, tornozelo e quadril) durante os movimentos de levantamento com os movimentos atléticos de outros esportes⁵. Interessantemente, estudos anteriores encontraram fortes correlações entre os movimentos de LPO e o *sprinting*⁶, salto vertical^{6,7} e a habilidade em mudança de direção⁶. Não obstante, Seitz et al.¹⁵ demonstraram em atletas de rugby que a utilização do *clean* e do *back squat* (uma série de três repetições com 90% de 1RM) propiciaram melhoras na performance de 20 metros de sprint, quando comparado a situação controle. No entanto, o *clean* obteve maior magnitude de efeito quando comparado ao agachamento.

Um aspecto importante relacionado ao LPO é a relação existente entre a força muscular máxima e a potência. Stone et al.⁶ analisaram a relação da força do *back squat* com o desempenho no *snatch* e *clean* em atletas de elite de LPO dos EUA. Similar ao presente estudo, os autores reportaram forte correlação entre o *back squat* com o desempenho no *snatch* ($r=0.80$) e no *clean* ($r=0.85$). No entanto, no presente estudo nós utilizamos tanto o *back squat*, bem como o *front squat* e apresentaram diferenças na correlação com os exercícios de LPO, sendo o *back squat* mais relacionado com o desempenho no *snatch* ($r=0.83$) e o *front squat* com o *clean* ($r=0.83$). Não obstante, Ugrinowitsch et al.⁸ demonstraram que a força de 1RM no *leg press* em atletas de corrida de curta duração e de fisiculturistas recreacionais foi correlacionada com a altura do salto vertical ($r=0.93$ e $r=0.89$), respectivamente.

Em um elegante estudo, Cormie et al.¹⁶ determinaram como a magnitude das melhoras na performance estaria relacionada de

acordo com o nível de força muscular dos voluntários, após um período de treino balístico (três vezes por semana durante dez semanas/agachamentos com salto com carga de 0-30%). Interessantemente, após as dez semanas de intervenção, ambos os grupos demonstraram melhoras significativas no salto vertical (fortes: potência pico = ~10 w.kg; altura do salto = ~0.07 m; fracos: potência pico = ~9 w.kg; altura do salto = ~0.06 m); no entanto, quando analisado o tamanho do efeito, o grupo forte apresentou melhoras mais expressivas. Além disso, não foram observadas diferenças nos mecanismos (relação força-velocidade, ativação neural e mecanismos de salto) entre os grupos após as dez semanas de intervenção.

Nesse aspecto, no CrossFit® os exercícios de LPO são utilizados como parte da programação, tanto em situações de treino específico, bem como durante o condicionamento metabólico¹. De acordo com os resultados encontrados no presente estudo, os indivíduos mais fracos nos exercícios de LPO eram aqueles que possuíam menor força nos agachamentos. De forma análoga ao encontrado no presente estudo, Butcher et al.¹¹ demonstraram que a performance no WOD do CrossFit®, «Grace» (30 repetições de arremesso, no menor tempo possível) e «Fran» (21,15 e nove repetições de *thrusters* e barra-fixa), foi predita apenas pela força muscular total (*back squat*, desenvolvimento e levantamento terra) ($r=-0.88$ e $r=-0.65$, respectivamente) em atletas amadores de CrossFit® (~quatro anos de experiência). Portanto, parece plausível que os treinadores determinem o grau de força dos alunos/atletas para priorizarem sessões de treino de força de agachamento nos alunos com baixa força muscular.

Não obstante, é importante destacar que apesar de terem sido encontradas correlações fortes entre os exercícios de agachamento (*front* e *back*) com os movimentos de LPO (*snatch* e *clean*) em

Tabela 3

Correlação entre as cargas relativas dos exercícios

	<i>Snatch</i> (kg/mc)	<i>Clean</i> (kg/mc)	<i>Back squat</i> (kg/mc)	<i>Front squat</i> (kg/mc)
<i>Snatch</i> (kg/mc)				
<i>r</i>	–	0.750	0.830	0.730
<i>p</i>	–	0.001	0.001	0.001
<i>Clean</i> (kg/mc)				
<i>r</i>	0.750	–	0.760	0.830
<i>p</i>	0.001	–	0.001	0.001
<i>Back squat</i> (kg/mc)				
<i>r</i>	0.830	0.760	–	0.770
<i>p</i>	0.001	0.001	–	0.001
<i>Front squat</i> (kg/mc)				
<i>r</i>	0.730	0.830	0.770	–
<i>p</i>	0.001	0.001	0.001	–

AGMT: agachamento; kg/mc: força relativa; mc: massa corporal; *r*: coeficiente de correlação; *p*: nível de significância.

atletas amadores de CrossFit® (~ dois anos de treinamento). Em atletas com anos de experiência, os graus da influência na força dos exercícios básicos diminuem; por exemplo, um atleta com anos de experiência pode não apresentar ganhos nos exercícios de LPO através apenas do aumento na força dos exercícios de agachamento².

É oportuno destacar algumas possíveis limitações metodológicas do presente estudo: o delineamento transversal, que não permite interpretação de causa e efeito, a aplicação dos resultados para outros exercícios, especialmente para aqueles de membros superiores (ex. supino), a extrapolação para outras populações, como, por exemplo, mulheres, idosos, indivíduos destreinados e atletas profissionais. Além disso, tem sido sugerido que um ótimo volume de treino (moderado), com alta intensidade (>90-100% de 1RM), pode propiciar melhorias no desempenho da força máxima. Por outro lado, se o planejamento do volume e intensidade do treinamento não for adequado, os ganhos de força podem ser comprometidos; no presente estudo não foram avaliados os diferentes volumes de treino em diferentes intensidades (baixa, moderada ou alta), o que pode interferir nos resultados do estudo¹⁷.

Em conclusão, o presente estudo demonstrou que os indivíduos praticantes de CrossFit® que apresentam maior força muscular, no *back squat* e no *front squat*, possuem melhor desempenho nos exercícios de LPO (arranco e primeira fase do arremesso). Além disso, existem correlações fortes entre o desempenho nos exercícios de LPO e a força dos agachamentos, evidenciando a importância desses exercícios para o desempenho de praticantes de CrossFit®.

Responsabilidades éticas

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

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

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

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1. Tibana RA, de Almeida LM, Prestes J. Crossfit® riscos ou benefícios? O que sabemos até o momento. Rev Bras Cien Mov. 2015;23(1):182–5.
2. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Developing maximal neuromuscular power: Part 2 – training considerations for improving maximal power production. Sports Med. 2011;41(2):125–46.
3. Remiro Alvarez G, da Silva-Grigoletto ME, García-Manso JM, editores. La halterofilia aplicada al deporte. 1.ª ed. Sevilla: Wanceulen. Editorial Deportiva; 2013.
4. Cormie P, McCaulley GO, Triplett NT, McBride JM. Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. Med Sci Sports Exerc. 2007;39(2):340–9.
5. Hori N, Newton RU, Nosaka K, Stone MH. Weightlifting exercises enhance athletic performance that requires high-load speed strength. Strength Cond J. 2005;27(4):50–5.
6. Hori N, Newton RU, Andrews WA, Kawamori N, McGuigan MR, Nosaka K. Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction? J Strength Cond Res. 2008;22(2):412–8.
7. Carlock JM, Smith SL, Hartman MJ, Morris RT, Ciroslan DA, Pierce KC, et al. The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: A field-test approach. J Strength Cond Res. 2004;18(3):534–9.
8. Ugrinowitsch C, Tricoli V, Rodacki AL, Batista M, Ricard MD. Influence of training background on jumping height. J Strength Cond Res. 2007;21(3):848–52.
9. Stone MH, Sands WA, Pierce KC, Carlock J, Cardinale M, Newton RU. Relationship of maximum strength to weightlifting performance. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(6):1037–43.
10. Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. Br J Sports Med. 2004;38(3):285–8.
11. Butcher SJ, Neyedly TJ, Horvey KJ, Benko CR. Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance. Open Access J Sports Med. 2015;6:241–7.
12. Pollock ML, Jackson AS. Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. Med Sci Sports Exerc. 1984;16(6):606–15.
13. Baechele TR, Earle RW, Wathen D. Resistance Training. In: Gregory G, Travis N, editors. Essentials of strength training and conditioning. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 2008. p. 381–412.
14. Field A, editor. Descobrimos a estatística usando SPSS. Porto Alegre: Artmed; 2009.
15. Seitz LB, Trajano GS, Haff GG. The back squat and the power clean: Elicitation of different degrees of potentiation. Int J Sports Physiol Perform. 2014;9(4):643–9.
16. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(8):1566–81.
17. González-Badillo JJ, Izquierdo M, Gorostiaga EM. Moderate volume of high relative training intensity produces greater strength gains compared with low and high volumes in competitive weightlifters. J Strength Cond Res. 2006;20(1):73–81.

Artigo Original

Efeito do alongamento unilateral no desempenho de força contralateral



S. Barbosa-Netto^{a,*}, L.G. Veloso^b, O.S. d'acelino-e-Porto^a e M.B. de Almeida^a

^a Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Sergipe/L'esporte-NUPAFISE, São Cristóvão, Brasil

^b Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Sergipe/PIIC-PROEST, São Cristóvão, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 16 de outubro de 2015

Aceite a 11 de maio de 2016

On-line a 6 de setembro de 2016

Palavras-chave:

Exercício

Força

Handgrip

R E S U M O

Objetivos: Nosso objetivo foi identificar os efeitos de um alongamento unilateral no desempenho da força de contração voluntária máxima ipsilateral e contralateral em função do gênero.

Método: A amostra foi composta de 80 estudantes universitários assintomáticos (44 mulheres, 36 homens), independentemente do nível de atividade física (21.3 ± 3.7 anos, 166.7 ± 8.8 cm, 64.6 ± 16.0 kg). A contração voluntária máxima foi medida em ambos os membros em repouso, e depois de três séries de 20 s de alongamento passivo unilateral no membro dominante (20 min de intervalo). Os dados foram analisados estatisticamente pela ANOVA de dois entradas com medidas repetidas.

Resultados: Os resultados apresentaram diferença significativa na contração voluntária máxima pré e pós-alongamento (32 ± 13 vs. 29 ± 12 kgf e 31 ± 13 vs. 28 ± 12 kgf, para controle e alongado, respectivamente, $p < 0.001$), contudo sem diferenças entre os membros alongado e controle ($p = 0.951$), sendo que os homens apresentaram maiores perdas de força que as mulheres ($p < 0.001$).

Conclusão: Nossos resultados sustentam a premissa de que os efeitos deletérios do alongamento sobre a força não se devem apenas a fatores mecânicos, como complacência muscular. É possível que a inibição neural tenha reflexo na redução da força.

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

Efecto del estiramiento unilateral en rendimiento de la fuerza contralateral

R E S U M E N

Objetivos: Nuestro objetivo fue identificar los efectos de un estiramiento unilateral en el rendimiento de la fuerza de contracción voluntaria máxima ipsilateral y contralateral en función del género.

Método: La muestra estuvo compuesta por 80 estudiantes universitarios asintomáticos (44 mujeres, 36 hombres), con independencia del nivel de actividad física (21.3 ± 3.7 años, 166.7 ± 8.8 cm, 64.6 ± 16.0 kg). La contracción voluntaria máxima se midió en ambas extremidades en reposo, y después de tres series de 20 s de estiramiento pasivo unilateral en el miembro dominante (20 min de intervalo). Los datos fueron analizados estadísticamente mediante ANOVA de dos entradas con medidas repetidas.

Resultados: Los resultados mostraron una diferencia significativa en la contracción voluntaria máxima antes y después del estiramiento (32 ± 13 vs. 29 ± 12 kgf y 31 ± 13 vs. 28 ± 12 kgf, para el grupo control y el de estiramiento, respectivamente, $p < 0.001$), pero no hubo diferencias entre los miembros de los grupos de estiramiento y de control ($p = 0.951$), mientras que los hombres mostraron una mayor pérdida de fuerza que las mujeres ($p < 0.001$).

Conclusiones: Nuestros resultados apoyan la premissa de que, los efectos nocivos del estiramiento sobre la fuerza, no sólo se deben a factores mecánicos, como la complacencia muscular. Es posible que la inhibición neural tenga reflejo en la reducción de la fuerza.

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

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: barbosa.netto@yahoo.com.br (S. Barbosa-Netto).

Effect of unilateral stretching on contralateral strength performance

A B S T R A C T

Keywords:
Exercise
Strength
Handgrip

Objectives: Our aim was to identify the effects of a unilateral stretching on both stretched and non-stretched maximal voluntary contraction by gender.

Method: Sample was composed of 80 asymptomatic college students (44 females, 36 males), regardless of physical activity level (21.3 ± 3.7 years, 166.7 ± 8.8 cm, 64.6 ± 16.0 kg). Maximal voluntary contraction was measured on both members at rest, and after three sets of 20 s unilateral passive stretching exercise on dominant member (20 min interval). Data were analyzed by two way repeated measures ANOVA.

Results: Results showed a significant difference on pre and post-stretching maximal voluntary contraction (32 ± 13 vs 29 ± 12 kgf y 31 ± 13 vs 28 ± 12 kgf, for control and stretching, respectively, $p < 0.001$), with no difference for stretching and control members ($p = 0.951$), while men showed a greater loss of strength than women ($p < 0.001$).

Conclusion: our results sustain the premise that deleterious effects of stretching on strength are not only due to mechanical factors, as muscle complacence. It is possible that neural inhibition has reflection in reduction of strength.

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

Introdução

Apesar das evidências científicas não sustentarem a premissa de que o alongamento tem ação favorável na prevenção¹ ou recuperação de lesões², na redução da dor muscular de início tardio³ ou ainda na performance esportiva⁴, seu uso continua sendo frequentemente observado na etapa inicial de sessões de treinamento de qualquer natureza, independentemente da técnica utilizada⁵. O tipo de alongamento mais utilizado na prática cotidiana parece ser o alongamento estático. Uma das razões para essa afirmação, é que o indivíduo tem o controle tanto da postura quanto da tensão muscular facilitando o aprendizado dessa técnica⁶. Além disso, essa técnica consiste num estiramento aplicado lento e gradualmente com força constante até o limite individual, evitando a estimulação do reflexo de estiramento, proporcionando um maior ganho de amplitude no movimento articular^{5,6}. Contudo, esse mesmo tipo de alongamento tem sido associado à perda da força máxima de contração e potência muscular^{7,8}.

Muito embora a disponibilidade de estudos verificando estes efeitos seja ampla, os mecanismos determinantes da redução da performance da força muscular pós-alongamento não são claros⁹. As principais propostas se dividem entre os fatores neurais¹⁰ e os miogênicos^{11,12}. Neste sentido, Young et al.¹⁰ apresentaram, através de eletromiografia, uma diminuição na atividade elétrica do músculo, o que sugere a possibilidade de uma inibição de mecanismos neurais. Em contrapartida, os estudos de Nelson et al.¹² e Nelson et al.¹¹ propõem que os fatores mecânicos podem englobar as alterações induzidas pelo alongamento na relação comprimento-tensão de um músculo.

Outros estudos sugerem que o principal efeito do alongamento passivo está relacionado com o aumento muscular (hipertrofia) que pode alterar a relação comprimento-tensão do músculo. Essa hipertrofia geraria o aumento do sarcômero e isso ocasionaria o encurtamento da distância muscular, diminuindo assim a velocidade de contração e a produção de força devido à relação da força-velocidade que está diminuída¹¹. Chalmers¹³ e Esposito et al.¹⁴ relatam que modificações mecânicas, como a diminuição da rigidez na unidade músculo-tendínea, e alterações neuromusculares, como um limiar de ativação do eixo muscular maior e uma diminuição na excitabilidade reflexa espinhal, foram observadas após administração aguda de alongamento.

Todavia, os estudos conduzidos até o momento têm adotado métodos que se diferenciam do treinamento cotidiano ou até

inviabilizam uma aplicação prática do conhecimento. Por exemplo, Avela et al.¹⁵ investigaram os efeitos de 1 h de alongamento dinâmico repetitivo sobre a força de contração voluntária máxima (CVM) (estática) da flexão plantar contralateral. Para tanto, construíram um ergômetro de tornozelo específico. Apesar de estar bem estabelecido que durações curtas do alongamento não induzem perdas significativas na geração da força⁷, o tempo prolongado (1 h) encontra-se muito além das rotinas observadas no cotidiano. Por outro lado, Trajano et al.¹⁶, apesar de utilizarem uma proposta de alongamentos mais compatível com algo habitual (5×60 s de alongamento estático com intervalo de 15 s), verificaram seus efeitos sobre a força dos flexores plantares de forma isocinética, o que também se distingue de ações esportivas ou cotidianas.

Outro aspecto a se considerar diz respeito ao gênero, pois também não ficou claro se homens e mulheres respondem de forma diferente a esta interação entre alongamento e força⁷, visto que, em geral, os estudos contemplam amostras de único gênero. Além disso, a literatura mostra que não está bem estabelecido se a redução da força pós-alongamento é decorrente de fatores centrais (neurais) ou periféricos (musculares). Hipotetizamos que a força deve ser reduzida em ambos os membros após o alongamento, independentemente de gênero. Sendo assim, o objetivo do estudo é identificar os efeitos de um alongamento unilateral no desempenho da força de CVM ipsilateral e contralateral em função do gênero.

Método

Para verificar a validade de nossa hipótese, que o alongamento reduz a força de CVM tanto no membro alongado quanto no não-alongado, investigamos o efeito do alongamento unilateral nos músculos do antebraço em ambos os membros. O estudo foi conduzido num delineamento transversal de teste-reteste. Os participantes foram convidados a realizar três testes de prensão manual em ambos os braços, dominante e não dominante. O primeiro teste serviu para a familiarização com o aparelho. O alongamento (variável independente) foi realizado no braço não dominante 20 min após os testes de força, seguido por mais dois mensurações de força no handgrip.

Amostra

A amostra foi composta por conveniência por um grupo de 80 estudantes universitários (36 homens, 44 mulheres), jovens,

Tabela 1

Descrição da amostra e comparação entre homens e mulheres

	Todos	Homens	Mulheres	p
Amostra	80	36	44	
Idade (anos)	21.3 ± 3.7	22.0 ± 4.1	20.7 ± 3.4	0.125
Estatura (cm)	166.7 ± 8.8	174.0 ± 6.3	160.8 ± 5.3*	<0.001
Massa Corporal (kg)	64.6 ± 16.0	76.3 ± 15.9	55.0 ± 7.5*	<0.001

* significa $p < 0.001$ em relação ao sexo masculino.

assintomáticos, praticantes ou não de exercício físico (tabela 1). A maior parte do grupo foi composta por indivíduos destros (77 indivíduos). Todos os indivíduos foram informados sobre os procedimentos e riscos experimentais e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido informado antes do início do teste. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Institucional.

Delineamento experimental

Em um único dia, foi testada em ambos os membros a CVM através de um dinamômetro (Saehan, República da Coreia) em três tentativas consecutivas com um intervalo de 2 min entre elas. A primeira execução serviu para familiarização ao aparelho. Foi considerado o melhor resultado entre as duas tentativas subsequentes para caracterização da força de apreensão de mão dos indivíduos. Os indivíduos foram encorajados verbalmente ao longo do teste com o intuito de alcançarem seu melhor desempenho¹⁷.

Após o teste de força, os indivíduos repousaram por um período de 20 min, sem que fosse realizado qualquer tipo de esforço com os membros superiores. Em seguida, foi realizado um alongamento estático passivo unilateral no membro não dominante para mão e antebraço (extensão de punho com o cotovelo a 180° e ombro fletido a 90°). O alongamento foi feito em três séries de 20 s intervalado com um breve relaxamento do membro, totalizando 60 s de alongamento. O ângulo final de cada movimento foi determinado pela sensação de leve desconforto¹⁸ reportada pelos indivíduos. Imediatamente após, foi feita uma nova medida de CVM (em duas tentativas), com intervalos de 2 min, nos membros alongado e não alongado.

Análise estatística

Após a identificação da normalidade da distribuição pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0.05$), a força de CVM foi comparada pela ANOVA de dois fatores com medidas repetidas, observando-se as comparações entre grupos em relação ao membro e ao gênero, e dentro dos grupos em relação ao momento da medida (pré-teste vs. pós-teste), seguida de post hoc de Tukey quando apropriado. Também foram identificados os níveis de força de acordo com gênero e idade dos valores de referência propostos por Vianna et al.¹⁷. Foi adotado um nível de significância de 5%. Todos os cálculos foram efetuados pelo software estatístico SPSS 20.0 (IBM, EUA).

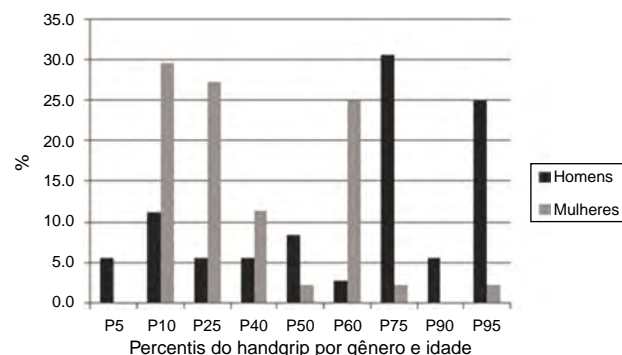
Resultados

Houve diferença significativa entre pré-teste e pós-teste tanto para o grupo como um todo ($p < 0.001$), como em cada gênero ($p < 0.001$), sendo a redução da força mais expressiva entre os homens ($p < 0.001$) (tabela 2). Os homens também apresentaram mais força do que as mulheres ($p < 0.001$), sendo que a maior parte (61%) foi classificada acima do percentil 75 para o gênero, enquanto mais de dois terços das mulheres (68%) foram consideradas abaixo do percentil 50 (fig. 1). Por fim, as respostas de cada membro ao experimento (controle vs. alongado) foram similares ($p = 0.951$) e sem distinção por gêneros ($p = 0.481$) (tabela 2).

Tabela 2

Média ± desvio-padrão da força de contração voluntária máxima dos membros alongado e controle

Grupo	Membro	Pré-teste (kgf)	Pós-teste (kgf)
Todos (n=80)	Controle	31.6 ± 13.3	28.6 ± 12.1*
	Alongado	31.5 ± 13.1	28.2 ± 12.1*
Mulheres (n=44)	Controle	21.3 ± 4.9*	19.6 ± 4.3***
	Alongado	22.2 ± 5.8**	20.6 ± 5.4***
Homens (n=36)	Controle	44.1 ± 8.8	39.6 ± 9.0*
	Alongado	43.0 ± 10.0	39.2 ± 9.9*

* $p < 0.001$ em relação ao pré-teste; ** $p < 0.001$ em relação ao sexo masculino.**Figura 1.** Classificação do nível de força de apreensão manual de acordo com sexo e idade.

Discussão

O objetivo deste estudo foi identificar os efeitos do alongamento unilateral no desempenho da força muscular ipsilateral e contralateral em função do gênero. Os resultados indicam claramente que há uma redução da magnitude da contração muscular máxima após o protocolo de alongamentos, mesmo no membro não alongado. Estes resultados refutam a ideia de que a redução da força pós-alongamento seja em decorrência apenas de uma alteração no estado dos tecidos contráteis. Em adendo, apesar dos homens terem apresentado uma queda mais acentuada da força, o mesmo fenômeno foi observado nas mulheres.

Estudos anteriores destacaram haver uma relação neural entre os membros treinado e não treinado. Os mesmos reportaram situações em que a força unilateral de um membro era influenciada pelo treinamento de força contralateral^{19,20} e até mesmo pelo treinamento (efeito crônico) de alongamento contralateral²¹. Adamson et al.¹⁹ mencionaram que a adaptação neural observada após o treinamento de força máxima melhorou a capacidade de desenvolver rapidamente a força. Trajano et al.²² constataram que houve uma diminuição na ativação da unidade motora e na atividade eletromiográfica imediatamente após o alongamento passivo dos flexores plantares. Além desses mecanismos, outros sistemas neurais podem estar envolvidos na redução de CVM, como a ativação de nociceptores e inibição gerada pelo órgão tendinoso de Golgi, que contribuem para redução da excitabilidade do motoneurônio alfa²³.

Porém, também existem evidências de que o alongamento reduz tanto a resposta da CVM²⁴ como a submáxima²⁵ quando precedem exercícios de força. Como citado anteriormente, ainda não há uma comprovação ou consenso na literatura quanto aos mecanismos fisiológicos que levam a diminuição da força máxima com o pré-alongamento. Alterações mecânicas, como mudança das características da unidade músculo-tendínea, e neurais, como redução no comando da unidade central, são consideradas como os mecanismos principais que causam a limitação na força máxima e potência de saída induzida por alongamento^{9,14,25}.

Ao se comparar a força entre homens e mulheres por meio de valores brutos, são esperados níveis mais elevados de força para o sexo masculino. No entanto, a classificação por percentis permite uma comparação mais equiparada, em função dos ajustes para sexo e faixa etária. Ainda assim, em nossa amostra, a maioria dos homens mostrou-se com níveis de força equivalentes ao percentil 75 ou superior, ao passo que nas mulheres a maioria do grupo obteve resultados variando entre os percentis 10–50. Deste modo, pode-se assumir que o efeito deletério do alongamento na capacidade de contração muscular não seja dependente do nível de força de cada indivíduo, pois o fenômeno foi similar em ambos os sexos.

Quanto ao gênero, Vianna et al.¹⁷ ratificaram que os homens tendem a ser mais fortes que as mulheres. A análise discriminada por sexo demonstrou que tanto em homens quanto em mulheres a perda de força de preensão manual foi inversamente relacionada à idade, com redução média de 30 e 28% para homens e mulheres, respectivamente. Todavia, cabe destacar que houve diferença quanto à idade a partir da qual se observa um declínio mais expressivo da força, sendo para homens em torno dos 30 anos e para mulheres a partir dos 50 anos.

O tipo de alongamento adotado em nosso estudo (estático) tem sido reportado na literatura como aquele que tende a causar estes efeitos contraproducentes na geração da força subsequente, ao menos de forma aguda^{7,8}. Ao nosso melhor conhecimento, apenas 2 estudos observaram um efeito neural contralateral do alongamento sobre a força. Young et al.¹⁰ e Da Silva et al.²⁶ identificaram uma redução na atividade eletromiográfica após o alongamento mesmo no membro não alongado, o que sugere a inibição de mecanismos neurais.

Todos os procedimentos foram realizados em um único dia, o que poderia ser considerada uma limitação do estudo. Não obstante, um intervalo de 20min entre os testes permite a total recuperação dos níveis de força, visto que períodos mais curtos (2min) já se mostram suficientes para evitar a fadiga²⁷. Apesar do presente estudo não ter utilizado um aparelho de eletromiografia, o alto número de indivíduos participantes confere confiabilidade aos nossos resultados. Sendo assim, o presente estudo sustenta a premissa de que os efeitos deletérios do alongamento sobre a força não são apenas devidos a fatores mecânicos, como a complacência muscular. É possível que a inibição neural tenha reflexo na redução da força. Conclui-se que mesmo um exercício de alongamento exclusivamente unilateral é capaz de reduzir tanto a força muscular contralateral como ipsilateral, e que esta resposta ocorre similarmente tanto em homens quanto em mulheres.

Responsabilidades éticas

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

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram ter seguido os protocolos do seu centro de trabalho acerca da publicação dos dados de pacientes.

Direito à privacidade e consentimento escrito. Os autores declaram ter recebido consentimento escrito dos pacientes e/ou sujeitos mencionados no artigo. O autor para correspondência deve estar na posse deste documento.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Lewis J. A systematic literature review of the relationship between stretching and athletic injury prevention. *Orthop Nurs*. 2014;33(6):312–20.
- Torres R, Ribeiro F, Alberto Duarte J, Cabri JM. Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: Systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 2012;13(2):101–14.
- Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;(7):CD004577.
- Yamaguchi T, Takizawa K, Shibata K. Acute effect of dynamic stretching on endurance running performance in well-trained male runners. *J Strength Cond Res*. 2015;29(11):3045–52.
- Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A. El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Rev Andal Med Deporte*. 2012;5(3):105–12.
- Achour Junior A. Exercícios de Alongamento: anatomia e fisiologia. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2010.
- Simic L, Sarabon N, Markovic G. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scand J Med Sci Sports*. 2013;23(2):131–48.
- Kay AD, Blazevich AJ. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: A systematic review. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(1):154–64.
- Trajano GS, Seitz L, Nosaka K, Blazevich AJ. Contribution of central vs. peripheral factors to the force loss induced by passive stretch of the human plantar flexors. *J Appl Physiol* (1985). 2013;115(2):212–8.
- Young W, Elliott S. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res Q Exerc Sport*. 2001;72(3):273–9.
- Nelson AG, Allen JD, Cornwell A, Kokkonen J. Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is joint-angle specific. *Res Q Exerc Sport*. 2001;72(1):68–70.
- Nelson AG, Heise GD. Acute stretching exercises and vertical jump stored elastic energy. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28:S156.
- Chalmers G. Re-examination of the possible role of Golgi tendon organ and muscle spindle reflexes in proprioceptive neuromuscular facilitation muscle stretching. *Sports Biomech*. 2004;3(1):159–83.
- Esposito F, Limonta E, Cè E. Time course of stretching-induced changes in mechanomyogram and force characteristics. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011;21(5):795–802.
- Avela J, Finni T, Liikavainio T, Niemelä E, Komi PV. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *J Appl Physiol* (1985). 2004;96(6):2325–32.
- Trajano GS, Nosaka K, B Seitz L, Blazevich AJ. Intermittent stretch reduces force and central drive more than continuous stretch. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(5):902–10.
- Vianna LC, Oliveira RB, Araújo CG. Age-related decline in handgrip strength differs according to gender. *J Strength Cond Res*. 2007;21(4):1310–4.
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334–59.
- Adamson M, Macquaide N, Helgerud J, Hoff J, Kemi OJ. Unilateral arm strength training improves contralateral peak force and rate of force development. *Eur J Appl Physiol*. 2008;103(5):553–9.
- Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, Gandevia SC. Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. *J Appl Physiol* (1985). 2005;99(5):1880–4.
- Nelson AG, Kokkonen J, Winchester JB, Kalani W, Peterson K, Kenly MS, et al. A 10-week stretching program increases strength in the contralateral muscle. *J Strength Cond Res*. 2012;26(3):832–6.
- Trajano GS, Seitz LB, Nosaka K, Blazevich AJ. Can passive stretch inhibit motoneuron facilitation in the human plantar flexors? *J Appl Physiol* (1985). 2014;117(12):1486–92.
- Rubini EC, Costa AL, Gomes PS. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*. 2007;37(3):213–24.
- Mizuno T, Matsumoto M, Umemura Y. Stretching-induced deficit of maximal isometric torque is restored within 10 minutes. *J Strength Cond Res*. 2014;28(1):147–53.
- Trajano G, Pinho C, Costa P, Oliveira C. Static stretching increases muscle fatigue during submaximal sustained isometric contractions. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015;55(1–2):43–50.
- Da Silva JJ, Behm DG, Gomes WA, Silva FH, Soares EG, Serpa EP, et al. Unilateral plantar flexors static-stretching effects on ipsilateral and contralateral jump measures. *J Sports Sci Med*. 2015;14(2):315–21.
- Sonne MW, Hodder JN, Wells R, Potvin JR. Force time-history affects fatigue accumulation during repetitive handgrip tasks. *J Electromyogr Kinesiol*. 2015;25(1):130–5.

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

Centro Andaluz de Medicina del Deporte

ALMERÍA

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

CÁDIZ

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

CÓRDOBA

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

GRANADA

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

HUELVA

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

JAÉN

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

MÁLAGA

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

SEVILLA

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



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE TURISMO Y DEPORTE

www.juntadeandalucia.es/turismoydeporte/opencms/areas/deporte/camd/



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE TURISMO Y DEPORTE

CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE

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

Teléfono
955 540 186

Fax
955 540 623

e-mail
camd.sevilla.ctd@juntadeandalucia.es