

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 6 Número. 2

Junio 2013



RAMD

Originales

Aerobic training and lipid profile of hypothyroid rats

Incidencia del ejercicio físico y el entrenamiento vibratorio sobre la amplitud de movimiento de mujeres con fibromialgia

Influencia de la capacidad funcional sobre el perfil lipídico, daño muscular y perfil bioquímico en personas mayores no institucionalizadas

Estudio del crecimiento físico de escolares a moderada altitud usando el área muscular del brazo por estatura y edad

Força muscular respiratória e pico de fluxoexpiratório de pacientes com bronquiectasia submetidos à reabilitaçãorespiratória

Revisión

Tecido adiposo, hormônios metabólicos e exercício físico

Artículo especial

Planejamento e monitoramento da carga de treinamento durante o período competitivo no basquetebol

ISSN: 1888-7546

PronoKal®

Rigor y ciencia para la pérdida de peso



Sí a la pérdida de peso bajo control médico

Más de **300.000 pacientes** tratados con el Método PronoKal®

- Pérdida controlada desde el inicio y mantenimiento a largo plazo
- Mejora de las patologías asociadas a la obesidad
- Soporte multidisciplinar para el médico prescriptor y para el paciente

Más de **3.000 médicos** ya son prescriptores del Método PronoKal®

- Cursos de formación continuada
- Material científico y de apoyo
- Participación en estudios científicos

Si desea conocer los beneficios del Método PronoKal® para usted y sus pacientes, llame al teléfono:

901 100 262

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte

Edita

Centro Andaluz de Medicina del Deporte.
Consejería de Cultura y Deporte

Dirección

Leocricia Jiménez López
Centro Andaluz de Medicina del Deporte

Editor

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

Coeditor

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

Coordinación Editorial

Salvador Espinosa Soler
Clemente Rodríguez Sorroche

Comité Editorial

José Ramón Alvero Cruz
(Universidad de Málaga, España)

Eloy Cárdenas Estrada
(Universidad de Monterrey, México)

José Alberto Duarte
(Universidade do Porto, Portugal)

Russell Foulk
(University of Washington, USA)

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

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

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

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

José Naranjo Orellana
(Universidad Pablo Olavide, España)

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

Fátima Olea Serrano
(Universidad de Granada, España)

Juan Ribas Serna
(Universidad de Sevilla, España)

Jesús Rodríguez Huertas
(Universidad de Granada, España)

Nick Stergiou
(University of Nebraska, USA)

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

Carlos Ugrinowitsch
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Comité Científico

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

Guillermo Álvarez-Rey
(Universidad de Málaga, España)

Natàlia Balagué
(Universidad de Barcelona, España)

Benno Becker Junior
(Universidade Luterana do Brasil, Brasil)

João Carlos Bouzas
(Universidade Federal de Viçosa, Brasil)

Luis Carrasco Páez
(Universidad de Sevilla, España)

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

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

Madalena Costa
(Harvard Medical School, Boston, USA)

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

Moisés de Hoyo Lora
(Universidad de Sevilla, España)

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

Miguel del Valle Soto
(Universidad de Oviedo, España)

Benedito Denadai
(Universidade Estadual de Campinas, Brasil)

Elsa Esteban Fernández
(Universidad de Granada, España)

Juan Marcelo Fernández
(Hospital Reina Sofía, España)

Alexandre García Mas
(Fundación Mateu Orfila, España)

Guadalupe Garrido Pastor
(Universidad Politécnica de Madrid, España)

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

Mikel Izquierdo
(CEIMD. Gobierno de Navarra, España)

José Carlos Jaenes
(Universidad Pablo Olavide, España)

David Jiménez Pavón
(Universidad de Zaragoza, España)

Carlos Lago Peñas
(Universidad de Vigo, España)

Covadonga López López
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

Italo Monetti
(Club Atlético Peñarol, Uruguay)

Alexandre Moreira
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Elisa Muñoz Gomariz
(Hospital Universitario Reina Sofía, España)

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

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

Manuel Rosety Plaza
(Universidad de Cádiz, España)

Carlos Ruiz Cosano
(Universidad de Granada, España)

Jonatan Ruiz Ruiz
(Universidad de Granada, España)

Borja Sañudo Corrales
(Universidad de Vigo, 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)

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



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

José Abascal, 45
Tel.: 914 021 212
28003 Madrid

Publicación trimestral (4 números al año).

© Copyright 2013 Centro Andaluz de Medicina del Deporte
Glorieta Beatriz Manchón, s/n (Isla de la Cartuja) 41092 Sevilla

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

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

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

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

Disponible en internet: www.elsevier.es/RAMD

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

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

Correo electrónico:
ramd.ccd@juntadeandalucia.es

Impreso en España

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

Traumeel[®]S

Potente contra la inflamación, delicado con los pacientes

Traumeel[®]S: eficacia probada en pacientes con lesiones musculoesqueléticas e inflamación



**Eficaz,
rápido y
seguro**

- Traumeel[®]S es un tratamiento eficaz en las lesiones musculoesqueléticas y la inflamación en pacientes de todas las edades ^{1,2}
- Traumeel[®]S ha demostrado muy buena tolerabilidad, sin los efectos secundarios de los AINE ^{3,4,5}
- Traumeel[®]S está disponible en comprimidos, pomada o ampollas, lo que facilita el cumplimiento del tratamiento ⁴

Posología				
Presentación		Pomada	Comprimidos	Solución Inyectable (im, sc, iv, id, ia)
Administración y dosis*	Adultos	2-3 veces al día	1 comprimido 3 veces al día	1 ampolla al día en indicaciones agudas; en los demás casos, 1 ampolla de 1 a 3 veces a la semana
	Niños	2-3 veces al día	< 6 años 1-2 comprimidos al día	< 6 años la mitad de la dosis de adulto

*Para más información consultar la información técnica de producto

Referencias

1. Zell J et al. Behandlung von akuten Sprunggelenksdistorsionen: Doppelblindstudie zum Wirksamkeitsnachweis eines homöopathischen Salbenpräparats [Treatment of Acute Sprains of the Ankle: A Controlled Double-Blind Trial Test the Effectiveness of a Homeopathic Preparation]. Fortschr Med. 1988;106(5):96-100. English translation available in: Biol Ther. 1989; VII(1):1-6.
2. Orizola AJ et al. The Efficacy of Traumeel S Versus Diclofenac And Placebo Ointment in Tendinous Pain in Elite Athletes. A Randomized Controlled Trial. Med Sci Sports Med Exerc. 2007;39(5, Suppl.):S79, abstract 858.
3. Birnesser H et al. The Homeopathic Preparation Traumeel S Compared with NSAIDs for Symptomatic Treatment of Epicondylitis. J Musculoskeletal Research. 2004;2/3(8):119-128.
4. Data on file. Biologische Heilmittel Heel GmbH.
5. Arora S et al. Clinical Safety of a Homeopathic Preparation. Biomed Ther. 2000;XVIII(2):222-225.
6. Porozov S et al. Inhibition of IL-1 β and TNF- α Secretion from Resting and Activated Human Immunocytes by the Homeopathic Medication Traumeel S. Clin Dev Immunol. 2004; 11(2):143-149.

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 6 Número 2

Junio 2013

Sumario

Originales

- 47 Aerobic training and lipid profile of hypothyroid rats
L. Tonello, D. Bueno Godinho Ribeiro, R. Yukio Asano, J. Marques da Silveira y E. Fernandes de Miranda
- 52 Incidencia del ejercicio físico y el entrenamiento vibratorio sobre la amplitud de movimiento de mujeres con fibromialgia
M. de Hoyo, B. Sañudo, J. A. Corral, C. Rodríguez-Blanco, Á. Oliva, J. D. Beas, R. Cabeza, Á. Prada; R. Centeno y L. Carrasco
- 57 Influencia de la capacidad funcional sobre el perfil lipídico, daño muscular y perfil bioquímico en personas mayores no institucionalizadas
J. del Pozo-Cruz, M. Magaña, M. Ballesteros, M. Porras, E. Rodríguez Bies, P. Navas y G. López-Lluch
- 66 Estudio del crecimiento físico de escolares a moderada altitud usando el área muscular del brazo por estatura y edad
M. A. Cossio-Bolaños, R. Gómez Campos, J. E. Hespagnol, W. Cossio Bolaños, M. de Arruda, M. Castillo Retamal y J. L. Lancho Alonso
- 73 Força muscular respiratória e pico de fluxo expiratório de pacientes com bronquiectasia submetidos à reabilitação respiratória
B. Santos do Nascimento, A. Maiworm y S. Cader

Revisión

- 77 Tecido adiposo, hormônios metabólicos e exercício físico
G. Rosa, D. B. Mello, M. S. R. Fortes y E. H. M. Dantas

Artículo especial

- 84 Planejamento e monitoramento da carga de treinamento durante o período competitivo no basquetebol
A. F. S. Arruda, M. S. Aoki, C. G. Freitas, A. Coutts y A. Moreira

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 6 Number 2

June 2013

Contents

Original Articles

- 47 Aerobic training and lipid profile of hypothyroid rats
L. Tonello, D. Bueno Godinho Ribeiro, R. Yukio Asano, J. Marques da Silveira and E. Fernandes de Miranda
- 52 Influence of physical exercise and whole body vibration on flexibility in women with fibromyalgia
M. de Hoyo, B. Sañudo, J. A. Corral, C. Rodríguez-Blanco, Á. Oliva, J. D. Beas, R. Cabeza, Á. Prada; R. Centeno and L. Carrasco
- 57 Influence of functional capacity on lipid profile, muscle damage and biochemical profile among community-dwelling elderly-people
J. del Pozo-Cruz, M. Magaña, M. Ballesteros, M. Porras, E. Rodríguez Bies, P. Navas and G. López-Lluch
- 66 Study of physical growth of students to moderate altitude using arm muscle area by height and age
M. A. Cossio-Bolaños, R. Gómez Campos, J. E. Hespanhol, W. Cossio Bolaños, M. de Arruda, M. Castillo Retamal and J. L. Lancho Alonso
- 73 Respiratory muscle strength and peak expiratory flow in patients with bronchiectasis underwent pulmonary rehabilitation
B. Santos do Nascimento, A. Maiworm and S. Cader

Review Article

- 77 Adipose tissue, metabolic hormones and physical exercise
G. Rosa, D. B. Mello, M. S. R. Fortes and E. H. M. Dantas

Special Article

- 84 Planning and monitoring training loads during an in-season basketball period
A. F. S. Arruda, M. S. Aoki, C. G. Freitas, A. Coutts and A. Moreira



Original

ARTÍCULO EN INGLÉS

Aerobic training and lipid profile of hypothyroid rats

L. Tonello^a, D. Bueno Godinho Ribeiro^b, R. Yukio Asano^{a,b}, J. Marques da Silveira^c
 and E. Fernandes de Miranda^d

a Postgraduate Physical Education Program. Universidade Católica de Brasília (UCB). Águas Claras – DF. Brazil.

b Physical Education and Physiotherapy. Centro Universitário UnirG. Gurupi, Tocantins. Brazil.

c Masters in Rehabilitation with an emphasis on Cardiovascular and Respiratory Physiotherapy. Department of Physiotherapy and Medicine. Centro Universitário UnirG. Gurupi, Tocantins. Brazil.

d Centro Universitário UnirG. Gurupi, Tocantins. Brazil. Laboratory of Biosciences of Human Motricity (LABIMH) of the Federal University of Rio de Janeiro State (UNIRIO). Rio de Janeiro – Brazil.

ABSTRACT

Aerobic training and lipid profile of hypothyroid rats

Objective. The objective of this study was to investigate the effects of 17 weeks of swimming exercise on the lipid profile of hypothyroid rats.

Method. 24 male Wistar rats were divided into four groups: controls submitted to aerobic training (CT); hypothyroid submitted to aerobic training (HT); sedentary controls (SC) and sedentary hypothyroid (SH). HT and SH were induced to hypothyroidism by administering 1 mg of propylthiouracil, while CT and SC animals received distilled water. The animals had unrestricted access to ration and water. Swimming took place five times per week, 60 minutes per session, with overload corresponding to 3% of body weight. At the end of the experiment total cholesterol (C), high-density lipoprotein (HDL-C), low-density lipoprotein (LDL-C), very low-density lipoprotein (VLDL-C), triglycerides and thyroid stimulating hormone (TSH) levels were measured.

Results. The main finding of the study was the lower values ($p < 0.05$) obtained for two variables in the HT group ($C = 74.6 \pm 8.7$ mg/dl and $LDL = 43.7 \pm 6.5$ mg/dl) compared to the SH group ($C = 91.3 \pm 6.8$ mg/dl and $LDL-C = 55.6 \pm 2.0$ mg/dl).

Conclusion. It was concluded that swimming exercises can minimize the increase in C and LDL-C blood levels in hypothyroid rats.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

History of the article:

Received: September 8, 2012

Accepted: January 29, 2013

Keywords:

Hypothyroidism.

Exercise.

Lipid metabolism.

Lipoproteins.

Palabras clave:

Hipotiroidismo.

Ejercicio.

Metabolismo de los lípidos.

Lipoproteínas.

RESUMEN

Entrenamiento aeróbico y perfil lipídico en ratones con hipotiroidismo

Objetivo. El objetivo del estudio fue investigar los efectos de 17 semanas de ejercicios de natación en el perfil lipídico de los ratones de laboratorio con hipotiroidismo.

Método. 24 ratones de laboratorio machos, especie Wistar, fueron divididos en cuatro grupos: control y sometidos a entrenamiento aeróbico (CT); con hipotiroidismo y sometidos a entrenamiento aeróbico (HT); control sedentario (CS) y sedentario con hipotiroidismo (SH). Los animales de los grupos HT y HS fueron inducidos al hipotiroidismo por medio de administración de 1 mg de propiltiouracilo, mientras que los animales de los grupos CT y CS, recibieron agua destilada. Los animales tuvieron libre acceso a su alimento y agua. La natación fue realizada 5 veces por semana, 60 minutos por sesión, sobrecarga correspondiente a 3% del peso corporal del animal. Al final del experimento fueron dosificadas las concentraciones de colesterol total (C), lipoproteína de alta densidad (HDL-C), lipoproteína de baja densidad (LDL-C), lipoproteína de muy baja densidad (VLDL-C), triglicéridos y hormona estimulante de la tiroides (TSH).

Resultados. El principal hallazgo del estudio fueron los valores menores ($p < 0.05$) en dos variables del grupo HT ($C = 74.6 \pm 8.7$ mg/dl e $LDL = 43.7 \pm 6.5$ mg/dl) en relación al grupo HS ($C = 91.3 \pm 6.8$ mg/dl e $LDL-C = 55.6 \pm 2.0$ mg/dl).

Conclusión. Se concluye que el ejercicio aeróbico de natación puede minimizar en ratones de laboratorio el aumento de los niveles sanguíneos de C y LDL-C debido a la condición de hipotiroidismo.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondence:

E. Fernandes de Miranda.

E-mail: eduardounirg@gmail.com

INTRODUCTION

The thyroid gland is responsible for regulating several metabolic parameters¹, such as triiodothyronine (T3) and thyroxine (T4), important hormones for regulating lipid metabolism^{2,3}.

Hypothyroidism is characterized by the decreased release of these hormones, causing secondary dyslipidemia^{3,4}. Patients with this condition exhibit elevated total and LDL-C cholesterol⁴⁻⁷, and increased^{8,9} or diminished^{6,10} HDL-C.

Physical exercise has been used as non-drug treatment for the control and treatment of dyslipidemias¹¹. Prado et al.¹² report that the use of aerobic exercise, at both low and high intensity, stimulates an increase in lipoprotein lipase (LPL), improving the lipoprotein profile¹³, and enhancing the enzymatic processes involved in lipid metabolism¹⁴. The increase in LPL resulting from aerobic exercise can reduce triglyceride levels and raise HDL-C¹⁵. This occurs due to the increased catabolism of triglyceride-rich lipoproteins, leading to a rise in their components and transfer to the high density lipoprotein plasma fraction (HDL-C)¹⁶.

On the other hand, the effects of physical exercise on lipid profile in hypothyroidism have not been clarified in the scientific literature. There is evidence that after exercise, circulating TSH levels remain elevated for several days^{17,18}, which could be beneficial in hypothyroidism by increasing thyroid hormone stimulation.

Accordingly, the present study aimed at investigating the effects of a 17-week swimming exercise program on the lipid profile of hypothyroid rats. The hypothesis of this study is that aerobic exercise contributes to minimizing the effects of hypothyroidism on concentrations of total cholesterol and lipoproteins (LDL-C, HDL-C and VLDL-C).

METHOD

The sample was composed of 24 Wistar rats, aged 45 days and weighing between 200 and 250 g, distributed in boxes containing three animals, with free access to water and ration. The environment was monitored under a 12/12 h photoperiod.

This study adhered to the ethical principles of Brazilian Law number 11.794, from October 8, 2008, which establishes procedures for the scientific use of animals. It was approved by the Animal Ethics Committee of Pará State University under protocol number 16/11.

Experimental design

Animals were randomly divided into four groups of six individuals: control and submitted to aerobic training (CT); hypothyroid and submitted to aerobic training (HT); sedentary control (SC) and sedentary hypothyroid (SH).

Propylthiouracil, at a concentration of 1 mg/animal¹⁹, was used to induce hypothyroidism. CT and SC group animals received distilled water in the same amount as the propylthiouracil, for the placebo effect, both by gavage administration.

Aerobic training

Training took place in a system of twelve 20-mm tubes placed inside a 500-liter water box, in which the volume of water was planned to prevent animals' tails from reaching the bottom of the box and reducing

their effort. Water temperature was maintained between 30 and 32° C to avoid airway problems.

In the week before training, animals underwent a 5-day adaptation period as follows: to the tank, water temperature and handling, in order to minimize stress²⁰.

The training protocol was adapted from a study conducted by Pauli et al.²¹, consisting of 17 weeks of aerobic training, the first two weeks involving adaptation to the liquid medium. Time progression, initially 15 minutes, occurred in the first week, and overload was introduced in the second week, until reaching 3% of animal body weight. From the third week onwards, animals trained for 60 minutes at 3% overload, five times a week. They were weighed every Monday in order to calculate the weight of the week's aerobic exercise overload. The overload was attached to the chest of the animal with the aid of a vest.

Blood collection

Blood samples were collected to determine lipid profile and TSH concentrations. In the next stage, the animals received no propylthiouracil or distilled water for 48 hours, were denied food for 12 hours, had free access to water and had not engaged in physical exercise for 36 hours.

The animals were then anesthetized with thiopental (40mg.kg⁻¹), via intraperitoneal injection. Two mL of blood was collected by supra-hepatic inferior vena cava puncture. Lipid profile was determined using the Labtest kit and Trinder's enzymatic technique. The TSH ACS: 180 test with chemiluminescence technology was used to measure TSH.

Statistics

The mean and standard deviation were calculated, as well as measures of data dispersion and variability. The Shapiro-Wilk and Levene tests were employed to check for sample normality and homogeneity. Parametric analysis was conducted for all groups using analysis of variance (ANOVA), while Tukey's post hoc protocol was applied for intergroup comparison. The software used was SPSS version 18, the level of significance used was $p < 0.05$.

RESULTS

The results of the present study demonstrate that Wistar rats treated with propylthiouracil (HT) submitted to 17 weeks of swimming exercise exhibited lower LDL-C values ($p < 0.05$) when compared to sedentary hypothyroid (SH) rats. Moreover, the results of trained control rats (CT) and sedentary controls (SC) were also lower ($p < 0.05$) than those of sedentary hypothyroid (SH) individuals (table 1). The HDL and VLDL-C

Table 1

Mean and standard deviation of lipoproteins (mg/dl) in Wistar rats not treated with propylthiouracil submitted to 17 weeks of swimming exercise

	CT	HT	SC	SH
HDL-C	28.3 ± 3.4	24.5 ± 3.7	24.3 ± 2.5	26.5 ± 3.8
LDL-C	39.5 ± 4.6*	43.7 ± 6.5*	43.4 ± 8.8*	55.6 ± 2.0
VLDL-C	7.3 ± 1.5	6.4 ± 1.4	6.4 ± 1.6	9.1 ± 2.5

* $p < 0.05$ in relation to SH, ANOVA, Tukey's Post Hoc. CT: trained control group; HT: trained hypothyroidism group; SC: sedentary control group; SH: sedentary hypothyroidism group; HDL: High Density Lipoprotein; LDL: Low Density Lipoprotein; VLDL: Very low density lipoprotein.

indices showed no significant intergroup difference after the experimental protocol.

With respect to C, groups CT (75.3 ± 7.7 mg/dl), TH (74.6 ± 8.7 mg/dl) and SC (74.3 ± 11.7 mg/dl) displayed lower levels ($p < 0.05$) when compared to the SH group (91.3 ± 6.8 mg/dl) (fig. 1). Triglyceride values were not significantly different between groups (fig. 2).

TSH in the HT group (1.7 ± 1.4 mg/dl) showed higher values ($p < 0.05$) in relation to groups CT (1.1 ± 0.1 mg/dl) and SC (0.8 ± 0.3 mg/dl). Group SH (1.4 ± 0.5 mg/dl) showed a significant difference ($p < 0.05$) compared to group SC (fig. 3).

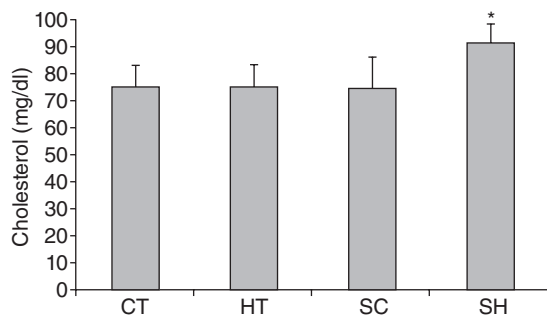


Fig. 1. Total cholesterol levels in Wistar rats treated and not treated with propylthiouracil and submitted to 17 weeks of swimming exercises. * $p < 0.05$ in relation to CT, HT, SC and SC ANOVA, Tukey's Post Hoc. CT: trained control group; HT: trained hypothyroidism group; SC: sedentary control group; SH: sedentary hypothyroidism group

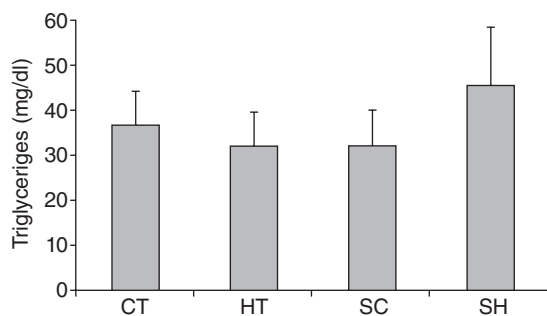


Fig. 2. Triglyceride levels in Wistar rats treated and not treated with propylthiouracil and submitted to 17 weeks of swimming exercises. CT: trained control group; HT: trained hypothyroidism group; SC: sedentary control group; SH: sedentary hypothyroidism group.

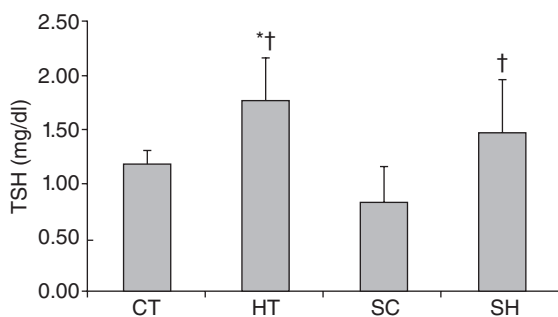


Fig. 3. TSH level in Wistar rats treated and not treated with propylthiouracil and submitted to 17 weeks of swimming exercises. * $p < 0.05$ in relation to CT ANOVA, Tukey's Post Hoc; † $p < 0.05$ in relation to SC ANOVA, Tukey's Post Hoc; CT: trained control group; HT: trained hypothyroidism group; SC: sedentary control group; SH: sedentary hypothyroidism group

DISCUSSION

Hypothyroidism is one of the primary causes of secondary dyslipidemia^{3,4}, a condition in which lipid metabolism increases due to a rise in total cholesterol and LDL-C^{4-7, 22-25}. However, this increase is not well elucidated in the literature²⁶. The study carried out by Duntas²⁴ demonstrated that other lipid profile alterations in hypothyroidism occur in triglycerides and VLDL-C, whose levels are normal or elevated. The behavior of HDL-C in hypothyroidism is highly variable. While some authors have reported a normal or elevated state^{8,9,24}, others have shown it to be decreased^{10,27}.

In hypothyroidism the number of hepatic receptors that remove LDL-C particles decreases, raising plasma LDL-C cholesterol levels¹¹, possibly accounting for these alterations. There is also an increase in intestinal cholesterol absorption²⁸ and greater hepatic cholesterol synthesis and VLDL-C fraction²⁹.

The results of this study indicate an association between hypothyroidism and lipid alterations. The main finding was the fact that 17 weeks of swimming contributed to controlling lipid profile alterations in hypothyroid-induced rats, such as lower LDL-C and total cholesterol values, when compared to rats with sedentary hypothyroidism. The hypothesis of the present study was confirmed, since aerobic exercise minimized the effects of hypothyroidism, such as increased LDL-C and total cholesterol.

Physical exercise is considered an important non-drug tool for treating dyslipidemias, and aerobic programs (walking, running, swimming) should be used to prevent and rehabilitate patients with dyslipidemia and those recovering from cardiovascular events¹¹. Other authors have also associated regular aerobic exercise to modifications in lipid profile levels^{12,30,31}. On the other hand, studies on the effects of exercise on lipid profile in hypothyroidism remain scarce.

In the present study, 17 weeks of swimming contributed to controlling LDL-C levels in hypothyroid-induced rats when compared to the sedentary hypothyroid group, suggesting that aerobic exercise can improve lipid profile. One of the biomolecular explanations may be the increase in protein lipase activity provoked by exercise¹³. Seip et al.³² observed a rise in protein lipase gene expression in men submitted to 13 consecutive days of exercises with a subsequent decrease in cholesterol, triglycerides and LDL-C. Moreover, moderate exercise, such as the intensity used in the present study, maximizes fatty acid intake, resulting in lower LDL-C levels in animals that engaged in swimming exercises³³.

Reductions in LDL-C levels are important for delaying or inhibiting atherosclerosis, allowing plaque stabilization with a lower risk of erosion, in addition to being essential for significantly improving endothelial function³⁴. However, we suggest future studies to elucidate the possible increase in protein lipase and fatty acid intake chronically induced by exercise in hypothyroidism, given that we were unable to study these mechanisms in the present study.

In regard to total cholesterol, hypothyroid groups exhibited higher values than those of control groups without hypothyroidism. However, chronically, aerobic exercise seems to promote lower cholesterol in hypothyroidism, since the trained hypothyroid group showed decreased total cholesterol values when compared to the sedentary hypothyroid group. The effect of exercise on reducing cholesterol has been widely reported in the literature³⁵⁻³⁷. However, this chronic training effect in hypothyroidism is still unknown. We suggest future research to confirm the effectiveness of exercise in lowering total cholesterol in hypothyroidism.

Triglyceride values did not differ significantly between groups, but those of the CT, HT and CS groups were very similar. The HS group showed higher triglyceride levels, although the difference was not significant. Hernandez-Mihares et al.³⁸ found increased triglyceride levels in women with hypothyroidism. Similar results were obtained by Kvetny et al.³⁹ and Lai et al.⁴⁰ but not by Hueston et al.⁴¹. Thus, new research should be conducted to confirm the efficacy of physical exercise as a mechanism to control triglyceride levels.

TSH was high in groups with induced hypothyroidism, when compared to control groups. Elevated TSH is a compensatory effect to increase T3 and T4 production, given that hypothyroidism occurs as a function of decreased thyroid hormones. However, propylthiouracil, the drug used to induce hypothyroidism, inhibits type 1 iodothyronine-deiodinase enzyme, which is responsible for converting the T4 hormone into T3, thereby reducing both^{42,43}.

The data in this present study show that aerobic exercise may increase TSH production. The rise in TSH could be associated to greater T3 and T4 degradation in muscle cell membranes, thereby decreasing circulating T3 and T4 and, through negative feedback, elevating TSH production in the hypothalamus and, in turn, raising T3 and T4 production. However, as these hormones were not measured in the present study, we recommend future studies to assess the influence of an exercise-induced increase in TSH on elevated T3 and T4 in hypothyroidism.

Under these study conditions, we conclude that, after 120 days, the use of propylthiouracil at a concentration of 1mg/animal induces hypothyroidism, and that regular swimming exercise can minimize the increase in total blood cholesterol and LDL-C levels. However, there were no hypothyroidism-related changes in HDL-C, VLDL-C or triglyceride concentrations.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Jusábdon Naves Cansado and Wanderly Fernandes de Miranda, owners of the Labnort Clinical Laboratory, and Centro Universitário UnirG, which supplied the facilities to conduct this study.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Rizos CV, Elisaf MS, Liberopoulos EN. Effects of Thyroid Dysfunction on Lipid Profile. *Open Cardiovasc Med J*. 2011;5:76-84.
- Duntas LH, Brenta G. The Effect of Thyroid Disorders on Lipid Levels and Metabolism. *The Medical clinics of North America*. 2012;96:269-81.
- Neves C, Alves M, Medina JL, Delgado JL. Thyroid diseases, dyslipidemia and cardiovascular pathology. *Rev Port Cardiol*. 2008;27:1211-36.
- Teixeira PdeF, Reuters VS, Ferreira MM, Almeida CP, Reis FA, Buescu A, et al. Lipid profile in different degrees of hypothyroidism and effects of levothyroxine replacement in mild thyroid failure. *Transl Res*. 2008;151:224-31.
- Lee WY, Suh JY, Rhee EJ, Park JS, Sung KC, Kim SW. Plasma CRP, apolipoprotein A-1, apolipoprotein B and Lp(a) levels according to thyroid function status. *Archives of medical research*. 2004;35:540-5.
- Ásvold BO, Vatten LJ, Nilsen TIL, Bjørø T. The association between TSH within the reference range and serum lipid concentrations in a population-based study. The HUNT Study. *European Journal of Endocrinology*. 2007;156:181-6.
- Abbas JM, Chakraborty J, Akanji AO, Doi SA. Hypothyroidism results in small dense LDL independent of IRS traits and hypertriglyceridemia. *Endocr J*. 2008;55:381-9.
- Muls E, Rosseneu M, Blaton V, Lesaffre E, Lamberigts G, Moor PD. Serum lipids and apolipoproteins A-I, A-II and B in primary hypothyroidism before and during treatment. *European Journal of Clinical Investigation*. 1984;14:12-5.
- Pearce EN, Wilson PWF, Yang Q, Vasan RS, Braverman LE. Thyroid Function and Lipid Subparticle Sizes in Patients with Short-Term Hypothyroidism and a Population-Based Cohort. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008;93:888-94.
- Agdeppa D, Macaron C, Mallik T, Schnuda ND. Plasma High Density Lipoprotein Cholesterol in Thyroid Disease. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1979;49:726-9.
- Sposito AC, Caramelli B, Fonseca FAH, Bertolami MC, Afíune Neto A, Souza AD, et al. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol*. 2007;88:2-19.
- Prado ES, Dantas EHM. Efeitos dos exercícios físicos aeróbico e de força nas lipoproteínas HDL, LDL e lipoproteína(a). *Arq Bras Cardiol*. 2002;79:429-33.
- Wajchenberg BL. Tecido adiposo como glândula endócrina. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2000;44:13-20.
- Zanella AM, Souza DRS, Godoy MF. Influence of the physical exercise on the lipid profile and oxidative stress. *Arq Ciênc Saúde*. 2007;14:107-12.
- Taskinen MR, Nikkilä EA. High density lipoprotein subfractions in relation to lipoprotein lipase activity of tissues in man-evidence for reciprocal regulation of HDL2 and HDL3 levels by lipoprotein lipase. *Clin Chim Acta*. 1981;112:325-32.
- Gordon DJ, Witztum JL, Hunninghake D, Gates S, Glueck CJ. Habitual physical activity and high-density lipoprotein cholesterol in men with primary hypercholesterolemia. The Lipid Research Clinics Coronary Primary Prevention Trial. *Circulation*. 1983;67:512-20.
- Pardini DP. Alterações hormonais da mulher atleta. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2001;45:343-51.
- Allen DB. Effects of fitness training on endocrine systems in children and adolescents. *Adv Pediatr*. 1999;46:41-66.
- Gomes MG, Serakides R, Nunes VA, Silva CM, Carneiro RA, Ocarino NM. Blood profile of hypothyroid castrated or intact adult female rats. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2004;48:294-8.
- Souza MA, Oliveira MS, Furian AF, Rambo LM, Ribeiro LR, Lima FD, et al. Swimming training prevents pentylentetrazol-induced inhibition of Na⁺, K⁺-ATPase activity, seizures, and oxidative stress. *Epilepsia*. 2009;50:811-23.
- Pauli JR, Leme J, Crespilho D, Mello MA, Rogatto G, Luciano E. Influência do treinamento físico sobre parâmetros do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal de ratos administrados com dexametasona. *Rev Port Cien Desp*. 2005;5:143-52.
- Kung AWC, Pang RWC, Janus ED. Elevated serum lipoprotein(a) in subclinical hypothyroidism. *Clinical Endocrinology*. 1995;43:445-9.
- Tanis BC, Westendorp RGJ, Smelt AHM. Effect of thyroid substitution on hypercholesterolaemia in patients with subclinical hypothyroidism: a reanalysis of intervention studies. *Clin Endocrinol*. 1996;44:643-9.
- Duntas LH. Thyroid disease and lipids. *Thyroid*. 2002;12:287-93.
- Surks MI. Subclinical Thyroid Dysfunction: A Joint Statement on Management from the American Association of Clinical Endocrinologists, the American Thyroid Association, and The Endocrine Society. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2005;90:586-7.
- Staub JJ, Althaus BU, Engler H, Ryff AS, Trabucco P, Marquardt K, et al. Spectrum of subclinical and overt hypothyroidism: Effect on thyrotropin, prolactin, and thyroid reserve, and metabolic impact on peripheral target tissues. *Am J Med*. 1992;92:631-42.
- O'Brien T, Dinneen SF, O'Brien PC, Palumbo P. Hyperlipidemia in patients with primary and secondary hypothyroidism. *Mayo Clin Proc*. 1993;68.
- Hamnvik OPR, Larsen PR, Marqusee E. Thyroid Dysfunction from Antineoplastic Agents. *Journal of the National Cancer Institute*. 2011;103:1572-87.
- De Bruin TW, van Barlingen H, van Linde-Sibenius Trip M, van Vuurst de Vries AR, Akveld MJ, Erkelens DW. Lipoprotein(a) and apolipoprotein B plasma concentrations in hypothyroid, euthyroid, and hyperthyroid subjects. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1993;76:121-6.
- Thompson PD, Yurgalevitch SM, Flynn MM, Zmuda JM, Spannaus-Martin D, Saritelli A, et al. Effect of prolonged exercise training without weight loss on high-density lipoprotein metabolism in overweight men. *Metabolism*. 1997;46:217-23.
- Cambri LT, Souza Md, Mannrich G, Cruz Rod, Gevaerd MdS. Lipidic profile, dyslipidemia and physical exercises. *Rev bras cineantropom desempenho hum*. 2006;8:100-6.
- Seip RL, Angelopoulos TJ, Semenovich CF. Exercise induces human lipoprotein lipase gene expression in skeletal muscle but not adipose tissue. *Am J Physiol*. 1995;268:E229-E36.
- Jeppesen J, Kiens B. Regulation and limitations to fatty acid oxidation during exercise. *The Journal of Physiology*. 2012;590:1059-68.

34. Peterson JCB, Guariento ME. Lipid profile and cardiovascular risk in a population of elderly women with subclinical hypothyroidism. *Rev Bras Med.* 2007;64:369-73.
35. Frajacomo FT, Demarzo MM, Fernandes CR, Martinello F, Bachur JA, Uye-mura SA, et al. The effects of high-intensity resistance exercise on the blood lipid profile and liver function in hypercholesterolemic hamsters. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012;37:448-54.
36. Casella-Filho A, Chagas ACP, Maranhão RC, Trombetta IC, Cesena FH, Silva VM, et al. Effect of exercise training on plasma levels and functional properties of high-density lipoprotein cholesterol in the metabolic syndrome. *The American journal of cardiology.* 2011;107:1168-72.
37. Fagherazzi S, Dias RDL, Bortolon F. Impact of isolated and combined with diet physical exercise on the HDL, LDL, total cholesterol and triglycerides plasma levels. *Rev Bras Med Esporte.* 2008;14:381-6.
38. Hernández-Mijares A, Jover A, Bellod L, Bañuls C, Solá E, Veses S, et al. Relation between lipoprotein subfractions and TSH levels in the cardiovascular risk among women with subclinical hypothyroidism. *Clinical Endocrinology.* 2012.
39. Kvetny J, Heldgaard PE, Bladbjerg EM, Gram J. Subclinical hypothyroidism is associated with a low-grade inflammation, increased triglyceride levels and predicts cardiovascular disease in males below 50years. *Clinical Endocrinology.* 2004;61:232-8.
40. Lai Y, Wang J, Jiang F, Wang B, Chen Y, Li M, et al. The relationship between serum thyrotropin and components of metabolic syndrome. *Endocrine Journal.* 2011;58:23-30.
41. Hueston WJ, Pearson WS. Subclinical Hypothyroidism and the Risk of Hypercholesterolemia. *Ann Fam Med.* 2004;2:351-5.
42. Cooper DS. Which anti-thyroid drug? *The American Journal of Medicine.* 1986;80:1165-8.
43. Sanders JP, Geyten SVD, Kaptein E, Darras VM, Kühn ER, Leonard JL, et al. Characterization of a propylthiouracil-insensitive type I iodothyronine deiodinase. *Endocrinology.* 1997;138:5153-60.



Original

Incidencia del ejercicio físico y el entrenamiento vibratorio sobre la amplitud de movimiento de mujeres con fibromialgia

M. de Hoyo^{a,e}, B. Sañudo^a, J. A. Corral^a, C. Rodríguez-Blanco^b, Á. Oliva^b, J. D. Beas^c, R. Cabeza^a, Á. Prada^d, R. Centeno^c y L. Carrasco^a

^aDepartamento de Educación Física y Deporte. Universidad de Sevilla. España.

^bDepartamento de Fisioterapia. Universidad de Sevilla. España.

^cCentro Andaluz de Medicina del Deporte. Sevilla. España.

^dGestimedic S.L. Sevilla. España.

^eServicios Médicos del Sevilla FC. Sevilla. España.

Historia del artículo:

Recibido el 3 de agosto de 2012

Aceptado el 29 de enero de 2013

Palabras clave:

Fibromialgia.
 Vibraciones mecánicas.
 Flexibilidad.
 Rigidez.

Key words:

Fibromyalgia.
 Whole body vibration.
 Flexibility.
 Stiffness.

Correspondencia:

M. de Hoyo Lora. Departamento de Educación Física y Deporte. Facultad de Ciencias de la Educación.

Correo electrónico: dehojolora@us.es

RESUMEN

Objetivo. En la presente investigación hemos planteado como objetivos principales, por un lado, valorar el efecto del ejercicio físico y el entrenamiento vibratorio sobre la amplitud de movimiento en mujeres con fibromialgia (FM) y, por otro, determinar si existe alguna relación entre dicha variable y el dolor y la rigidez.

Método. La muestra estuvo constituida por un total de cuarenta y seis mujeres (edad: $58,2 \pm 8,5$ años; peso: $72,1 \pm 9,6$ kg; altura: $156,9 \pm 6,1$ cm) diagnosticadas con FM. Los participantes fueron divididos aleatoriamente en tres grupos: ejercicio físico y entrenamiento vibratorio (WBV + EJ; $n = 15$); ejercicio físico sin vibraciones (EJ; $n = 15$) y un grupo control (GC; $n = 16$). Los grupos WBV + EJ y EJ realizaron dos sesiones semanales de ejercicio físico durante 8 semanas. Además, los integrantes de WBV + EJ realizaron 3 sesiones semanales de entrenamiento vibratorio (30 Hz, 4 mm). Las pruebas de evaluación incluyeron el test de *sit and reach* (variable principal), la valoración del número de *tender points* (TP) y una escala analógica visual (VAS) para determinar la rigidez.

Resultados. Los resultados derivados del análisis intra e intergrupo no mostraron diferencias significativas en la rigidez o el número de TP, si bien, la prueba de *sit and reach* mostró una mejora estadísticamente significativa en WBV + EJ (58%; $p < 0,05$). El análisis correlacional mostró una relación inversa ($r = -0,55$; $p < 0,05$) entre el *sit and reach* y el número de TP.

Conclusión. Como conclusión, podemos indicar que los datos obtenidos en la presente investigación han mostrado los efectos significativos del entrenamiento vibratorio sobre la amplitud de movimiento en mujeres con FM, aunque el número de TP o la rigidez no se vieron afectados en ningún caso.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Influence of physical exercise and whole body vibration on flexibility in women with fibromyalgia

Objective. The main aim of this investigation was twofold: first to evaluate the effects of exercise and whole body vibration training on flexibility in women with fibromyalgia (FM) and determine whether these improvements are related to symptom severity (stiffness and bodily pain).

Method. Forty-six women (mean \pm sd, age: 58.2 ± 8.5 years; weight: 72.1 ± 9.6 kg; height: 156.9 ± 6.1 cm) with FM were randomized into one of three groups: exercise and whole body vibration (WBV) training group (WBV + EX; $n = 15$), exercise training group (EX), and usual-care control group (CG). WBV + EX and EX groups carried out two sessions per week of exercise training for 8 weeks. In addition, WBV + EX group performed 3 vibration-training (30 Hz, 4 mm) sessions per week. Outcome assessed included sit and reach test (primary outcome), tender points (TP) evaluation, and a visual analog scale (VAS) was used to determine the stiffness level.

Results. Results showed no statistical intra and intergroup differences in stiffness or the number of TP. However, a significant increment in the sit and reach performance was observed in WBV + EX (58%; $p < 0.05$). Moreover, correlation analysis showed an inverse and significant relationship ($r = -0.55$; $p < 0.05$) between sit and reach and number of TP in WBV+EX group.

Conclusion. In conclusion, exercise and WBV seems to be effective on flexibility in women with FM. However, the number of TP and stiffness was not modified after the intervention.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

INTRODUCCIÓN

La fibromialgia (FM) es un reumatismo no articular que se describe como un trastorno de la modulación del dolor, de etiología desconocida y que se caracteriza por dolor músculo-esquelético difuso, rigidez, sueño no reparador y el hallazgo a la exploración clínica de dolor a la palpación en unas localizaciones anatómicas precisas^{1,2}. Esta compleja sintomatología conlleva que la calidad de vida del paciente esté claramente afectada, especialmente en áreas de la función física, de modo que la combinación de dolor y menor capacidad física derivan en inactividad y la creación de un círculo vicioso que conlleva una progresiva disminución de su condición física y un deterioro sintomático³.

Tradicionalmente, el manejo de estos pacientes suele ser sintomático y se ha incluido gran variedad de alternativas, tanto farmacológicas como no farmacológicas. Son numerosas las publicaciones que han demostrado los beneficios del ejercicio físico en este grupo de población incluyendo disminuciones en el dolor o la rigidez⁴, incluso en el número de *tender points* (TP)⁵. Sin embargo, a pesar de los efectos beneficiosos del ejercicio en FM, al no haberse llegado a establecer protocolos estandarizados de actuación, se carece de intervenciones efectivas que permitan resolver de forma fiable la persistencia de los síntomas y las limitaciones funcionales de los pacientes⁶. Además, alguno de estos condicionantes, especialmente la flexibilidad, continúan sin evaluarse correctamente como terapia adecuada en personas con FM⁵, a pesar de haberse considerado herramientas útiles para el control sintomático como el dolor⁷, la rigidez o la falta de movilidad que reducen considerablemente la calidad de vida¹.

Recientemente se ha sugerido que el entrenamiento vibratorio podría contribuir al incremento de la fuerza^{8,9}, el control postural¹⁰ o la flexibilidad¹¹ en diferentes poblaciones clínicas, siendo considerado, a su vez, un entrenamiento fácil de aplicar, incluso en mayores con bajos niveles de *fitness*⁸. Sin embargo, su aplicación en FM es novedosa y sólo disponemos de una evaluación limitada en relación a su efecto sobre determinados síntomas específicos, tales como el dolor o la fatiga muscular^{12,13} y la calidad de vida^{14,15}.

El entrenamiento vibratorio también ha demostrado ser efectivo para la mejora de la flexibilidad^{16,17}, asimismo ha permitido reducir el dolor en determinadas áreas musculares¹⁸. Por estos motivos, el objetivo del presente estudio es valorar el efecto del ejercicio físico y el entrenamiento vibratorio sobre la amplitud de movimiento de mujeres con FM y determinar si existe alguna relación entre esta variable y la sintomatología específica (dolor y rigidez) de este grupo de población.

MÉTODO

Diseño del estudio y procedimiento

Se procedió mediante un estudio aleatorizado controlado en el que los participantes fueron distribuidos (por medio de aplicación informática mediante un patrón 1:1:1 y por un colaborador externo a la investigación) bien a un grupo de ejercicio físico y entrenamiento vibratorio (WBV + EJ; n = 15), un grupo con ejercicio físico sin vibraciones (EJ; n = 15) o bien a un grupo control (GC; n = 16). Los grupos WBV + EJ y EJ realizaron dos sesiones semanales de ejercicio físico con una duración entre 45 y 60 min durante 8 semanas. Cada sesión incluyó un calentamiento estandarizado de 10 min, 10 a 15 min de ejercicio aeróbico entre el 65 y el 70% de la frecuencia cardíaca máxima (FCmax), 15 a 20 min de forta-

lecimiento (una serie de 8 - 10 repeticiones para los principales grupos musculares con una carga entre 1 - 3 kg) y 10 min de ejercicios de flexibilidad (una serie de 3 repeticiones manteniendo el estiramiento durante 30 s). Además de lo anterior, los participantes de WBV + EJ realizaron 3 sesiones semanales de entrenamiento vibratorio (30 Hz, 4 mm) usando una plataforma vertical (Power Plate, North America INC., Northbrook). Se pidió a los participantes que mantuviesen una posición isométrica con flexión de rodilla a 120°. Cada sesión consistió en la realización de 6 exposiciones en apoyo bipodal de 30 s de vibración con 45 s de descanso y 4 exposiciones de 30 s en apoyo unipodal, alternando una pierna y otra cada 30 s (cada ciclo con dos piernas se consideró una exposición). Al inicio del programa y una vez finalizado éste se realizaron las siguientes pruebas: el test de *sit and reach* para medir el efecto sobre la amplitud de movimiento, la aplicación de presión progresiva con un dolorímetro para constatar la magnitud del dolor existente en diversos TP y, por último, la cumplimentación de una escala analógica visual (VAS) para determinar la rigidez.

Muestra

Cuarenta y seis mujeres (edad: 58,23 ± 8,5 años; peso: 72,05 ± 9,6 kg; altura: 156,9 ± 6,1 cm) que cumplían los criterios de clasificación del Colegio Americano de Reumatología (ACR) para el diagnóstico de la FM¹ fueron reclutadas para el estudio desde diversos centros de atención primaria y asociaciones para pacientes en Sevilla (España). Se consideró como criterio de exclusión la presencia de hernia aguda, trombosis, diabetes, epilepsia, enfermedades metabólicas o neuromusculares, osteoporosis, artrosis, lesiones ortopédicas y prótesis. Aquellos participantes con enfermedades respiratorias o cardiovasculares que podían interferir con el ejercicio físico fueron igualmente omitidos. Por último, las mujeres con FM que recibían terapia psicológica o física fueron excluidas para evitar posibles interacciones con el presente ensayo. Esta investigación se llevó a cabo de acuerdo con la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial y fue aprobado por el Comité Ético de la Universidad de Sevilla.

Variables

Amplitud de movimiento

La determinación de la amplitud de movimiento de la musculatura de la cadena muscular posterior se evaluó a través de la prueba *sit and reach* (test de sentarse y alcanzar)¹⁹. La ejecución del mismo fue llevada a cabo por un evaluador que desconocía la asignación de los participantes a los diferentes grupos conformados. Los participantes se sentaron con las piernas totalmente extendidas sobre una superficie horizontal, descalzos y con las plantas de los pies asentadas sobre un plano vertical que marca el valor de referencia o valor 0. A continuación el sujeto flexionó el tronco hacia delante con los brazos extendidos y las manos colocadas una sobre otra, llevando la guía de la escala lo más lejos posible a través de un movimiento continuo, manteniendo la posición final al menos 2 segundos. Cada sujeto realizó dos repeticiones, registrándose el mejor resultado obtenido. El descanso entre ambas ejecuciones fue de 30 s. Este test es muy sencillo de realizar y ha mostrado valores aceptables de validez y fiabilidad en pacientes con FM⁵.

Tender points

Los TP o puntos gatillo (variando entre 0 y 18) se localizaron de acuerdo con las indicaciones del ACR²⁰ y Okifuji et al.²¹ y fueron registrados

por un fisioterapeuta con entrenamiento especializado usando un dolorímetro Fisher calibrado a una presión de 4 kg/cm². Doce puntos control (6 pares) fueron igualmente palpados para detectar falsos positivos. Esta técnica ha demostrado ser eficaz para detectar cambios en los umbrales de dolor de pacientes con FM en programas de ejercicio físico incluyendo los de estiramientos²².

Rigidez

Los sujetos cumplieron una escala VAS para determinar el *stiffness* o rigidez. Se trata de una escala de 10 cm donde 0 representa la ausencia de síntomas y 10 representa su máximo posible. Dicha escala ha sido validada para pacientes con FM como parte del cuestionario internacional para fibromialgia (FIQ)²³.

Análisis estadístico

La normalidad de los datos fue determinada mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov y las diferencias al inicio del estudio de las principales características de los grupos fueron examinadas usando análisis de varianza (ANOVA) para las variables continuas, y la prueba de Chi-cuadrado para variables categóricas. Las diferencias del cambio entre grupos fueron examinadas usando el análisis de varianza ajustado por Bonferroni. El nivel de significación fue establecido en $p < 0,05$. El tamaño del efecto fue calculado para cada variable a través de la "d" de Cohen²⁴. Para interpretar la magnitud del efecto del entrenamiento se usó la escala de Rhea para sujetos sedentarios, clasificándose éste como trivial ($< 0,50$), pequeño (0,50 - 1,25), moderado (1,25 - 1,90) o largo ($\geq 2,00$)²⁵. Todos los análisis se realizaron usando el paquete estadístico SPSS 15.0 (SPSS Inc. Chicago, EE.UU.).

RESULTADOS

En la tabla 1 se reflejan las características descriptivas de la muestra al inicio del estudio. Los participantes asignados a cada uno de los grupos fueron muy homogéneos, no encontrándose diferencias significativas en ninguna de las variables consideradas.

En la tabla 2 se muestran las diferencias obtenidas en cada una de las variables antes y después de las 8 semanas de intervención en los tres

Tabla 1
Características descriptivas de la muestra

Variables	WBV + EJ	EJ	Control
Edad (años)	57,15 (6,8)	62,28 (9,8)	55,55 (7,9)
Peso (Kg)	73,03 (12,3)	71,97 (8,2)	71,91 (10,6)
Altura (cm)	156,02 (5,3)	156,66 (7,9)	157,81 (4,8)
TP (número)	12,12 (3,6)	13,91 (2,4)	13,17 (2,0)

Los valores son media (SD). TP: tender points.

Tabla 2
Efecto de 8 semanas de ejercicio físico con y sin entrenamiento vibratorio en pacientes con fibromialgia

Variables	WBV + EJ	EJ	Control	p
Sit and reach (cm)	-7,32 (-16,36 - 1,71)	-5,81 (-13,93 - 2,31)	0,082 (-4,73 - 4,90)	0,045 *
Rigidez (cm)	-0,50 (-2,52 - 1,51)	-0,40 (-1,83 - 1,03)	-0,01 (-1,79 - 1,82)	0,299
TP (número)	-0,43 (-3,72 - 2,86)	-0,39 (-2,46 - 1,68)	-0,69 (-3,59 - 2,21)	0,314

Los valores son diferencia de medias (95% IC). TP: tender points; * $p < 0,05$.

grupos de estudio. No se apreciaron diferencias significativas en la rigidez o el número de TP. Sin embargo, las diferencias fueron notables en el *sit and reach* tanto en EJ (42%) como en WBV + EJ (58%), aunque solo significativas en este último caso.

Respecto al análisis del tamaño del efecto de las diferentes intervenciones, para el test de *sit and reach*, se observó un efecto pequeño para WBV + EJ ($d = 0,63$) y EJ ($d = 0,58$) y trivial para GC ($d = 0,01$). En relación a la rigidez, el tamaño del efecto fue trivial para todos los grupos conformados (WBV + EJ, $d = 0,24$; EJ, $d = 0,25$; CON, $d = 0,04$). Para el número de TP, el tamaño del efecto observado también fue trivial en todos los casos (WBV + EJ, $d = 0,13$; EJ, $d = 0,19$; CON, $d = 0,29$).

La figura 1 refleja las diferencias intergrupo en el *sit and reach* antes y después de la intervención. Puede observarse que las diferencias fueron significativas entre el grupo WBV + EJ y el EJ y entre EJ y el GC.

Finalmente, al analizar las correlaciones existentes entre las diferentes variables de estudio (fig. 2), se pudo apreciar una correlación inversa ($r = -0,55$, $p < 0,05$) entre el *sit and reach* y el número de TP. Esta correlación fue igualmente positiva entre la rigidez y TP, aunque no alcanzó una significación estadística.

DISCUSIÓN

La patente falta de condición física reflejada por los pacientes con FM y que ha sido atribuida a su compleja sintomatología sugieren la necesidad de buscar nuevas estrategias que puedan, con un menor esfuerzo para el paciente, mejorar su condición física y atenuar sus síntomas. Por

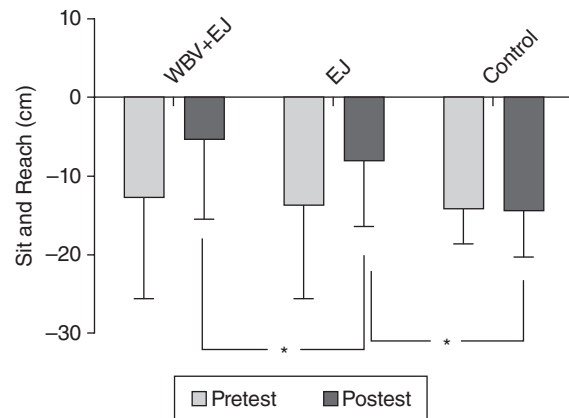


Fig. 1. Diferencias intergrupo en el *sit and reach* antes y después de la intervención (media \pm SD).

* $p < 0,05$ para la comparación intergrupo después de la intervención.

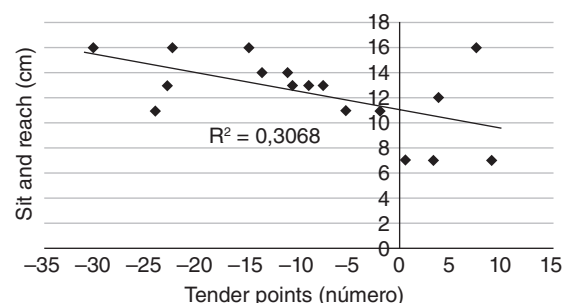


Fig. 2. Correlación entre las variables de *sit and reach* y el número de tender points.

este motivo, el objetivo del presente estudio fue valorar el efecto del ejercicio físico y el entrenamiento vibratorio sobre la amplitud de movimiento de mujeres con FM y determinar si existe alguna relación entre esta variable y la sintomatología específica (dolor y rigidez) de este grupo de población. Los resultados han mostrado que el ejercicio físico, solo o en combinación con entrenamiento vibratorio, permite la mejora de la amplitud de movimiento en este colectivo, aunque no permitió disminuir de forma significativa el número de TP o la rigidez de estos pacientes.

El sistema nervioso simpático (SNS) es el encargado de la regulación del flujo sanguíneo muscular y de la modulación del dolor endógeno, y como se sabe estos mecanismos están alterados en pacientes con FM²⁶. De hecho, Elvin et al.²⁷ reflejaron que los pacientes con FM tenían un menor flujo durante el ejercicio que sujetos controles y que, por tanto, el dolor que referían era superior. También se sabe que el ejercicio físico conlleva un efecto inhibitorio sobre el dolor por la producción de endorfinas²⁸ y la activación de las vías descendentes inhibitorias del dolor. Por este motivo, parece razonable pensar que si el entrenamiento vibratorio modula la respuesta del SNS aumentando el flujo sanguíneo y la temperatura²⁹, podría igualmente modular dicha respuesta al dolor. De hecho, estudios como el de Alentorn-Geli et al.¹³ evaluaron el efecto del ejercicio tradicional (dos días por semana) con vibraciones mecánicas (30 Hz, 2 mm) en mujeres con FM (55,97 ± 1,55 años). Las participantes realizaron 6 ejercicios (30 s cada uno con 3 min de recuperación entre cada repetición). Tras 6 semanas de intervención reflejaron que el ejercicio tradicional suplementado con entrenamiento vibratorio redujo el dolor y la fatiga de los pacientes, pero, como ocurriera en la presente investigación, la rigidez no se modificó tras el programa de entrenamiento, observándose un tamaño del efecto semejante al de nuestro estudio. En otro estudio, Danko et al.¹² aplicaron un programa de ejercicio vibratorio durante 8 semanas (16 ejercicios, dos veces por semana) en 20 mujeres diagnosticadas con FM, y, de nuevo, al finalizar la intervención reflejaron mejoras en el dolor y la fatiga. Aunque la duración y los condicionantes del entrenamiento vibratorio en estos estudios son similares a los del presente estudio, en nuestro caso no se han alcanzado dichas mejoras, lo que podría deberse a las diferencias en los niveles iniciales de afectación.

A pesar de no haberse alcanzado mejoras en rigidez o el número de TP, sí se han producido mejoras en la amplitud de movimiento en ambos grupos de intervención. Se había demostrado que los estiramientos pueden ayudar a la liberación de los generadores de dolor, especialmente de los TP, modulando las señales que llegan al órgano tendinoso de Golgi y facilitando que las fibras del músculo se relajen³⁰. A pesar de estas bases, los resultados del entrenamiento de flexibilidad en pacientes con FM son escasos y no concluyentes^{22,31,32}. Por otra parte, el entrenamiento vibratorio³³ ha demostrado activar las interneuronas inhibitorias de los músculos antagonistas lo que conllevaría aumentos en la puntuación de *sit and reach*³¹. Además de incrementar la sensibilidad de los receptores musculares de estiramiento, la vibración incrementa la temperatura muscular y aumenta el flujo sanguíneo²⁷, que son también efectos que contribuirían a estas mejoras.

Estudios previos ya han reflejado mejoras en la flexibilidad con el entrenamiento vibratorio, pero ningún estudio hasta el momento ha analizado esta variable en pacientes con FM. Cochrane y Stannard³⁴ reflejaron mejoras de un 8,2% en la flexibilidad (*sit and reach*), mientras que van den Tillaar¹⁷ tras cuatro semanas de entrenamiento vibratorio (3 veces por semana reflejaron mejoras en esta variable de un 30%, mientras que el grupo que no recibió la vibración mejoró tan solo un 14%. Los mayores porcentajes de beneficio en nuestro estudio podrían deberse a

la mayor frecuencia de entrenamiento o a las diferencias en el estímulo vibratorio.

Por otro lado, sí son varios los estudios que han analizado los efectos de un programa de ejercicio físico sobre la mejora de la flexibilidad medida con test de *sit and reach*³⁵. Así, nuestros resultados en relación a esta variable son similares a los presentados por Valim et al.³⁵, quienes evaluaron los efectos de dos programas de entrenamiento (aeróbico frente a flexibilidad) durante 20 semanas de entrenamiento en mujeres con FM con edades comprendidas entre 18 y 60 años. Los autores encontraron una mejora estadísticamente significativa en ambos grupos, con un tamaño del efecto que puede considerarse como trivial ($d = 0,39$) para el grupo de entrenamiento aeróbico y pequeño ($d = 1,02$) para el grupo de entrenamiento de la flexibilidad.

Uno de los principales hallazgos del estudio ha sido el haber reflejado una correlación inversa entre el *sit and reach* y el número de TP, lo que podría indicar que mejorando la amplitud de movimiento de estos pacientes, se conseguiría mitigar su dolor. Sin embargo, no se han analizado variables específicas para este síntoma que nos permitiesen contrastar esta hipótesis.

Se ha demostrado que la condición física está inversamente relacionada con la sintomatología, especialmente con el dolor, en mujeres con FM³⁶ lo que confirma nuestros resultados. Henriksen et al.³ mostraron que aquellos pacientes con menor fuerza en los miembros inferiores eran más sintomáticos y tenían más TP que aquellos con una fuerza normal, lo que podría hacernos pensar que pacientes con una menor amplitud de movimiento también tendrían agravados algunos de sus síntomas. De hecho, Mannerkorpi et al.³⁷ observaron que las mejores puntuaciones en los test de condición física estaban relacionadas con una mayor capacidad funcional y un menor dolor en 69 mujeres con FM. Recientemente, Salli et al.³⁸ encontraron correlaciones positivas entre el número de TP y la severidad del síndrome (FIQ y dolor). Esta misma relación también ha sido reflejada en otros estudios^{39,40}. Sin embargo, otros autores no han encontrado relaciones entre el FIQ y el número de TP y la fuerza muscular de pacientes con FM³. Los resultados del presente estudio contribuyen a reforzar dichas relaciones y nos permiten concluir que, si bien 8 semanas de ejercicio físico, complementado o no con entrenamiento vibratorio, no permitirían modificar el número de TP o la rigidez de los pacientes con FM, sí permitirían mejorar de forma significativa su amplitud de movimiento (especialmente con el entrenamiento vibratorio). Estas mejoras están relacionadas con el número de TP, lo que podría tener un gran valor en la evaluación clínica de la severidad de pacientes con FM y podría constituir una guía útil para el diseño de intervenciones en este grupo de población.

Por último, debemos reflejar diversas limitaciones del estudio, tal como el reducido número de sujetos participantes, lo cual ha podido limitar los efectos de los programas de intervención sobre las diferentes variables analizadas y la falta de control de la medicación que suelen tomar este tipo de pacientes para contrarrestar la sintomatología de la FM, lo cual también puede afectar a los resultados obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha llevado a cabo con fondos provenientes del proyecto 2009/00001546 financiado por el Centro Andaluz de Medicina del Deporte (Consejería de Turismo, Comercio y Deporte) y la Universidad de Sevilla

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB, Bennett RM, Bombardier C, Goldenberg DL, et al. The American College of Rheumatology 1990 Criteria for the Classification of Fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis Rheum.* 1990;33(2):160-72.
- Sañudo B, Galiano D, Carrasco L, De Hoyo M. Evidencias para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con fibromialgia. *Rev Andal Med Deporte.* 2010;3(4):159-69.
- Henriksen M, Lund H, Christensen R, Jespersen A, Dreyer L, Bennett RM, et al. Relationships between the fibromyalgia impact questionnaire, tender point count, and muscle strength in female patients with fibromyalgia: a cohort study. *Arthritis Rheum.* 2009;61(6):732-9.
- Sañudo B, de Hoyo M, Carrasco L, McVeigh JG, Corral J, Cabeza R, et al. The effect of 6-week exercise programme and whole body vibration on strength and quality of life in women with fibromyalgia: a randomised study. *Clin Exp Rheumatol.* 2010;28(6 Suppl 63):S40-5.
- Busch AJ, Schachter CL, Overend TJ, Peloso PM, Barber KAR. Exercise for fibromyalgia: A systematic review. *J Rheumatol.* 2008;35(6):1130-44.
- Rooks DS. Fibromyalgia treatment update. *Curr Opin Rheumatol.* 2007;9(2):111-7.
- Purepong N, Jitvimonrat A, Boonyong S, Thaveeratitham P, Pensri P. Effect of flexibility exercise on lumbar angle: a study among non-specific low back pain patients. *J Bodyw Mov Ther.* 2012;16(2):236-43.
- Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of whole-body vibration exercise on lower-extremity muscle strength and power in an older population: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2008;88(4):462-70.
- Bedient AM, Adams JB, Edwards DA, Serravite DH, Huntsman E, Mow SE, et al. Displacement and frequency for maximizing power output resulting from a bout of whole-body vibration. *J Strength Cond Res.* 2009;23(6):1683-7.
- Kawanabe K, Kawashima A, Sashimoto I, Takeda T, Sato Y, Iwamoto J. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio J Med.* 2007;56(1):28-33.
- Jacobs PL, Burns P. Acute enhancement of lower-extremity dynamic strength and flexibility with whole-body vibration. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1):51-7.
- Danko M, Le V, Todd C, Waylonis G. Use of vibration-assisted exercise in fibromyalgia patients. *Am J Phys Med Rehab.* 2006;85: 251.
- Alentorn-Geli E, Padilla J, Moras G, Lázaro Haro C, Fernández-Solà J. Six weeks of whole-body vibration exercise improves pain and fatigue in women with fibromyalgia. *J Altern Complement Med.* 2008;14(8):975-81.
- Sañudo B, Galiano D, Carrasco L, Blagojevic M, de Hoyo M, Saxton J. Aerobic exercise versus combined exercise therapy in women with fibromyalgia syndrome: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med.* 2010;91(12):1838-43.
- Olivares PR, Gusi N, Parraca JA, Adsuar JC, Del Pozo-Cruz B. Tilting Whole Body Vibration improves quality of life in women with fibromyalgia: a randomized controlled trial. *J Altern Complement Med.* 2011;17(8):723-8.
- Fagnani F, Giombini A, Di Cesare A, Pigozzi F, Di Salvo V. The Effects of a Whole-Body Vibration Program on Muscle Performance and Flexibility in Female Athletes. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* 2006;85(1):956-62.
- Van den Tillaar R. Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstrings? *J Strength Cond Res.* 2006;20(1):192-6.
- Lundeberg TC. Vibratory stimulation for the alleviation of chronic pain. *Acta Physiol Scand.* 1983;523:S1-S51.
- Wells K, Dillon E. The Sit and Reach, a test of back and leg flexibility. *Res Q Exerc Sport.* 1952;23:115-8.
- Wolfe F, Rasker JJ. The Symptom Intensity Scale, fibromyalgia, and the meaning of fibromyalgia-like symptoms. *J Rheumatol.* 2006;33(11):2291-9.
- Okifuji A, Turk DC, Sinclair JD, Starz TW, Marcus DA. A standardized manual tender point survey. I. Development and determination of a threshold point for the identification of positive tender points in fibromyalgia syndrome. *J Rheumatol.* 1997;24(2):377-83.
- Matsutani LA, Marques AP, Ferreira EA, Assumpção A, Lage LV, Casarotto RA, et al. Effectiveness of muscle stretching exercises with and without laser therapy at tender points for patients with fibromyalgia. *Clin Exp Rheumatol.* 2007;25(3):410-5.
- Burckhardt CS, Clark SR, Bennett RM. The fibromyalgia impact questionnaire: development and validation. *J Rheumatol.* 1991;18: 728-33.
- Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates; 1998.
- Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res.* 2004;18:918-20.
- Kadettoff D, Kosek E. The effects of static muscular contraction on blood pressure, heart rate, pain ratings and pressure pain thresholds in healthy individuals and patients with fibromyalgia. *Eur J Pain.* 2006;11(1):39-47.
- Elvin A, Siösteen AK, Nilsson A, Kosek E. Decreased muscle blood flow in fibromyalgia patients during standardised muscle exercise: a contrast media enhanced colour Doppler study. *Eur J Pain.* 2006;10(2):137-44.
- Carrasco L, Villaverde C, Oltras CM. Endorphin responses to stress induced by competitive swimming event. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007;47(2):239-45.
- Issurin VB, Tenenbaum G. Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *J Sports Sci.* 1999;17:177-82.
- Jones KD, Liptan GL. Exercise interventions in fibromyalgia: clinical applications from the evidence. *Rheum Dis Clin North Am.* 2009;35(2):373-91.
- Da Silva GD, Lorenzi-Filho G, Lage LV. Effects of yoga and the addition of Tui Na in patients with fibromyalgia. *J Altern Complement Med.* 2007;13(10):1107-13.
- Valim V, Oliveira L, Suda A, Silva L, de Assis M, Barros Neto T, et al. Aerobic fitness effects in fibromyalgia. *J Rheumatol.* 2003;30(5):1060-9.
- Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev.* 2003;31:3-7.
- Cochrane DJ, Stannard SR. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *Br J Sports Med.* 2005;39(11):860-5.
- Valim V, Oliveira L, Suda A, Silva L, de Assis M, Barros Neto T, et al. Aerobic fitness effects in fibromyalgia. *J Rheumatol.* 2003;30(5):1060-9.
- Aparicio VA, Carbonell-Baeza A, Ruiz JR, Aranda P, Tercedor P, Delgado-Fernández M, et al. Fitness testing as a discriminative tool for the diagnosis and monitoring of fibromyalgia. *Scand J Med Sci Sports.* 2011.
- Mannerkorpi K, Svantesson U, Broberg C. Relationships between performance-based tests and patients' ratings of activity limitations, self-efficacy, and pain in fibromyalgia. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(2):259-64.
- Salli A, Yilmaz H, Ugurlu H. The relationship between tender point count and disease severity in patients with primary fibromyalgia. *Rheumatol Int.* 2012;32(1):105-7.
- Tastekin N, Birtane M, Uzunca K. Which of the three different tender points assessment methods is more useful for predicting the severity of Fibromyalgia syndrome? *Rheumatol Int.* 2007;27:447-51.
- Schotat T, Raspe H. Elements of Fibromyalgia in an open population. *Rheumatology Oxford.* 2003;42:829-35.



Original

Influencia de la capacidad funcional sobre el perfil lipídico, daño muscular y perfil bioquímico en personas mayores no institucionalizadas

J. Del Pozo-Cruz^{a,b}, M. Magaña^b, M. Ballesteros^b, M. Porras^c, E. Rodríguez Bies^b, P. Navas^b y G. López-Lluch^b

^aDepartamento de Educación Física y Deporte. Universidad de Sevilla. Sevilla. España.

^bCentro Andaluz de Biología del Desarrollo. Universidad Pablo de Olavide - CSIC, CIBERER, Instituto de Salud Carlos III. Sevilla. España.

^cDepartamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla. España.

Historia del artículo:

Recibido el 20 de febrero de 2013

Aceptado el 4 de abril de 2013

Palabras clave:

Capacidad funcional.

Condición física.

Entrenamiento.

Mayores.

Fuerza.

Perfil lipídico.

Key words:

Physical function.

Fitness.

Training.

Elderly.

Strength.

Biochemical profile.

Correspondencia:

J. del Pozo Cruz.

Centro Andaluz de Biología del Desarrollo.

Universidad Pablo de Olavide-CSIC, CIBERER,

Instituto de Salud Carlos III.

Carretera de Utrera Km. 1, 41013 Sevilla, España.

Correo electrónico: jdelcr@upo.es.

Financiación

El presente trabajo ha sido financiado por la Junta de Andalucía. Jesús del Pozo-Cruz fue galardonado con una beca predoctoral financiada por el proyecto IMD2010-SC002 del Centro Andaluz de Medicina del Deporte, en nombre de la Junta de Andalucía.

RESUMEN

Objetivo. Describir la influencia que la capacidad funcional tiene sobre el perfil bioquímico y daño muscular, así como analizar la relación existente entre estas variables en personas mayores no institucionalizadas. **Método.** Se utilizó un diseño de corte transversal-observacional en el que se incluyeron 43 sujetos (19 hombres y 24 mujeres). Se analizó la capacidad funcional (T6MW, TUG, CST y PM) y variables bioquímicas (colesterol total, HDL, LDL, triglicéridos, glucosa, GOT, GPT, creatinina y CK). Se establecieron diferencias en función del nivel de capacidad funcional de cada una de las pruebas, así como las relaciones entre cada una de las variables.

Resultados. Los sujetos que obtuvieron mayores niveles en los test de capacidad funcional obtuvieron resultados más satisfactorios para las diferentes variables de estudio bioquímico ($p < 0,05$). Estas diferencias se mantuvieron también cuando los datos fueron analizados atendiendo al género. Además, se observó una correlación entre el daño muscular y las diferentes variables de capacidad funcional testadas.

Conclusión. Este estudio muestra la influencia que la capacidad funcional en mayores presenta sobre parámetros bioquímicos asociados a enfermedades metabólicas o cardiovasculares, así como sobre el daño muscular y sugiere la necesidad de implementar actividades tanto aeróbicas como de fuerza en población mayor.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Influence of functional capacity on lipid profile, muscle damage and biochemical profile among community-dwelling elderly-people

Objective. To analyze the influence of functional capacity on the biochemical profile and muscle damage and to test the level of relationship between these variables among community-dwelling elderly people.

Method. A cross-sectional, observational study with 43 participants (19 males and 24 women) was performed. Functional capacity (including 6MWT, TUG test, CST test and Hand grip strength test), and biochemical profile (including total cholesterol, HDL, LDL, triglycerides, glucose, GOT, GPT, creatine and CK) were assessed. Differences on biochemical profile-related variables regarding the functional capacity level were analyzed. The level of relationship between the variables comprising these two domains was also assessed.

Results. Those participants with a better results in functional capacity variables also achieved the better results in regard of the biochemical parameters measured ($p < 0,05$). These differences were also maintained after a gender-based analysis. Moreover, relationships between muscle damage and functional capacity variables were also achieved.

Conclusion. This study shows the influence of the functional capacity on the biochemical parameters (mostly associated to cardiovascular and metabolic diseases) along with the influence that such variables have on the muscle damage and suggest the needed on the implementation of both aerobic and strength training for elderly.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un proceso multifactorial que se ve influenciado por el paso del tiempo y por cambios funcionales, fisiológicos, biológicos y sociales¹. Existe una disminución de las capacidades físicas y de los compromisos de actividad de la vida diaria. Este decrecimiento está relacionado en la vejez con las condiciones sociodemográficas, autocuidado, salud física y salud mental de los individuos¹². Además, durante el envejecimiento se observa un incremento en los perfiles lipídicos y bioquímicos repercutiendo todo ello en un aumento de la morbimortalidad^{3,4}. Dentro del marco multifactorial propuesto para el tratamiento de los problemas asociados al envejecimiento, el ejercicio físico se ha perfilado como eje central de acción, como factor tanto preventivo como de tratamiento, mejorando las consecuencias propias del proceso de envejecimiento e incrementando así los niveles de calidad de vida en aquellos sujetos que adoptan un estilo de vida más activo. En este sentido, las relaciones entre la actividad física y la salud es un tema de investigación bastante abordado por investigadores desde diferentes puntos de vista, siendo multitud los estudios que tratan de explicar la relación entre estos dos paradigmas. Muchos estudios muestran los efectos que la actividad física tiene sobre los diferentes sistemas y órganos que componen el cuerpo humano, mejorando así la capacidad funcional de los individuos⁵. Así, también ha sido ampliamente comprobado el efecto protector y preventivo que la práctica regular de actividad física tiene sobre diferentes enfermedades, como por ejemplo las de tipo metabólico⁶. Por otro lado, se ha podido determinar también que una adecuada nutrición influye sobre la salud de las personas⁷. Hoy, existe evidencia científica de que el incremento de algunas capacidades funcionales tiene efectos beneficiosos sobre la salud^{8,9}. Así, una mayor capacidad aeróbica ha demostrado tener efectos positivos sobre el perfil de riesgo cardiovascular (lipídico) y metabólico en personas mayores¹⁰. Pero aún no parece clara la influencia que el *fitness* puede tener sobre el daño muscular. Estudios previos han asociado mayores niveles de marcadores de daño muscular a patologías, edad e incluso a la ingesta de fármacos¹¹, mostrando además relación estrecha con la práctica de actividad física e indicando cómo altas intensidades de ejercicio pueden estar relacionadas con niveles más elevados de daño muscular, siendo la relación inversa cuando la intensidad es de baja a moderada¹¹. Lo que sí parece claro es que los niveles séricos de daño muscular parecen ser marcadores del estado funcional de los tejidos musculares, representando un incremento de estos marcadores disfunción tisular y muscular importante^{12,13}. Aunque son numerosos los estudios que relacionan la actividad física y el *fitness* funcional con la calidad de vida, son escasos los estudios que analizan y evalúan la influencia que la capacidad funcional pueda tener sobre los perfiles bioquímicos de personas mayores de 65 años. Por ello, los objetivos del presente estudio fueron:

- 1) Establecer la influencia que la capacidad funcional de personas mayores pueda tener sobre sus perfiles lipídicos, bioquímicos y daño muscular.
- 2) Establecer las relaciones que en población mayor se dan entre la capacidad funcional y los diferentes perfiles bioquímicos objeto de estudio.

MÉTODOS

Diseño

Se usó un diseño de corte transversal observacional. Se cumplieron las consideraciones éticas para el estudio con humanos declaradas en Hel-

sinki y más tarde revisadas en el año 2004. Se informó a todos los sujetos del propósito del estudio tanto verbalmente como por escrito. Se informó a su vez que eran libres de abandonar el estudio en cualquier momento, no necesariamente teniendo que declarar el motivo. Previa inclusión en el estudio, todos los participantes firmaron el documento de consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el comité ético de la universidad.

Participantes

La recogida de datos se llevó a cabo en diferentes asociaciones de la provincia de Sevilla, en el sur de España, entre los meses de febrero y abril del año 2011, intentando limitar al máximo el tiempo invertido en esta acción para garantizar la validez de los resultados obtenidos, minimizando en la medida de lo posible el efecto de los factores medioambientales y estacionales. De las 3 asociaciones y centros de día visitados, dos decidieron participar en el estudio. De los 91 sujetos que firmaron el consentimiento informado, finalmente se incluyeron 43 sujetos voluntarios que cumplían con la totalidad de los criterios de inclusión/exclusión, de los cuales 19 eran hombres y 24 mujeres. Los criterios de inclusión fueron: ser sujetos mayores de 65 años, estar adscritos al centro de día donde se llevó a cabo el estudio, no padecer enfermedades cognitivas de gravedad, enfermedades cardíacas de gravedad y enfermedades hepáticas o renales de severidad. Los criterios de exclusión fueron ser menor de 65 años y tener alguna patología severa que impidiera la realización de las pruebas físicas.

Procedimientos

Se recogieron en un cuestionario de elaboración propia las características sociodemográficas, de salud y de hábitos de vida que incluyeron: edad, sexo, vivienda, nivel de estudios y situación laboral, número de enfermedades y número de fármacos. Así mismo se recogieron las características clínicas (que incluyeron: presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y frecuencia cardíaca (FC) mediante un monitor de presión arterial (OMROM M6 W HEM-7213-E, con precisión de presión de ± 3 mm Hg y de pulso de ± 5 latidos por minuto), variables relacionadas con el estado nutricional (a través del cuestionario *Mini Nutritional Assessment* versión española¹⁴) y la composición corporal (peso, altura, porcentaje -% de grasa corporal mediante sistema de bioimpedancia (tanita BF 350). Se calculó así mismo el índice de masa corporal (IMC) y el índice cadera cintura. Todas las mediciones se llevaron a cabo en una habitación con temperatura ambiente agradable ($22 \pm 2^\circ\text{C}$) y de forma individual.

Variables bioquímicas

Tras la extracción de sangre, se separó el plasma y se guardó a -80 grados hasta su análisis. Se evaluó el perfil lipídico de los sujetos (colesterol total, HDL, LDL y triglicéridos), perfil bioquímico general (glucosa, transaminasas - GOT y GPT - y creatinina) así como el daño muscular en estado basal de los sujetos (CK). Todas las evaluaciones fueron realizadas con el sistema reflotron plus (2008, Roche Diagnostics, S.L).

Valoración antropométrica

Para la valoración antropométrica utilizamos como material una báscula de la marca Seca, con una precisión de ± 100 g. y un tallímetro de la

misma marca, con una precisión de ± 1 mm. Para determinar el IMC se utilizó la fórmula: peso (Kg) / estatura $2(m)$. Para evaluar el porcentaje de grasa se usó un monitor de grasa de la marca tanita BF 350. Para la evaluación de los perímetros corporales se utilizó una cinta métrica con una precisión de ± 1 mm. Se evaluaron los perímetros de cintura-cadera y se calculó el índice derivado, índice de cintura-cadera (mediante la fórmula $\text{perímetro de cintura} - \text{cm} - / \text{perímetro de cadera} - \text{cm} -$).

Condición física relacionada con la salud

Las medidas correspondientes a la evaluación de la condición física relacionada con la salud (CFRS) utilizadas en el estudio fueron previamente validadas y estandarizadas para población adulta - mayor española¹⁵. Para la evaluación de la fuerza de prensión manual¹⁶⁻¹⁸ en la mano dominante (PM_{md}) se utilizó un dinamómetro de prensión manual digital (TKK 5401, Tokio, Japón). Previo a la evaluación de cada paciente se ajustó el instrumental al tamaño de la mano. En bipedestación y con el dinamómetro sostenido con la mano dominante, se le pidió al sujeto que flexionara los dedos de la mano con la máxima fuerza posible, manteniendo la posición del dinamómetro en relación al antebrazo extendido, sin ninguna flexión, extensión o rotación de la mano. Para obtener la puntuación, se anotaron dos intentos y se anotó el mejor intento realizado. Para evaluar la resistencia de las extremidades inferiores se usó el test de "sentarse y levantarse" (CST)¹⁹ pidiendo al sujeto que se levantara y sentara de una silla (tamaño estándar, 43 - 44 cm de altura) con los brazos en cruz y pegados al pecho. El sumatorio de veces que el sujeto consiguió esta combinación en 30 segundos se consideró la puntuación de la prueba. Para valorar el equilibrio dinámico se utilizó el test "time up and go" (TUG)¹⁹. Desde una posición de sentado en una silla se le pidió a los sujetos que se levantaran y caminasen hasta una señal colocada a 3 metros de la silla y diesen la vuelta hasta volver a sentarse en la misma. La puntuación final se obtuvo contando el tiempo total invertido en la realización de la prueba. Se anotó el mejor de dos intentos (con un descanso de 10 segundos entre pruebas). Para valorar la capacidad aeróbica se usó el test de los 6 minutos andando (T6MW)¹⁹. Se le pidió a los sujetos que anduvieran al máximo de sus posibilidades, pero sin llegar a correr, en un terreno de distancia conocida durante 6 minutos. Se anotó el número de metros recorridos durante el tiempo total de la prueba.

Tras la firma del consentimiento informado, los sujetos fueron citados para la evaluación en dos días alternos. El primer día se procedió a la extracción de sangre por parte del profesional correspondiente (se le pidió a los sujetos que acudieran a dicha extracción en ayunas) y tras ello a la administración de los diferentes cuestionarios usados en el estudio y al registro de las características clínicas. El segundo día de evaluación se procedió a la administración de la batería de *fitness* tras la valoración del perfil antropométrico y de composición corporal en el siguiente orden: dinamometría manual, test de equilibrio, tras esto se evaluó el test de sentarse y levantarse, y por último el test de los 6 minutos andando. Entre prueba y prueba se dio un descanso de entre 3 y 5 minutos para favorecer una completa recuperación.

Análisis estadístico

La estadística descriptiva ha sido presentada como media y DE (desviación estándar) para las variables continuas y en términos de frecuencia y porcentajes para las variables categóricas. La normalidad de los datos fue explorada inicialmente usando el test de Kolgomorov-Smirnov con

corrección de Lillifors. Para el propósito del estudio todos los datos fueron organizados en diferentes subgrupos de acuerdo al sexo (hombres y mujeres) y al nivel de capacidad funcional (bajo nivel de capacidad funcional - sujetos alojados bajo el percentil 50 de los datos- y alto nivel de capacidad funcional - sujetos alojados por encima del percentil 50 de los datos-). Tras comprobar la normalidad de los datos, las diferencias entre grupos fueron analizadas mediante el test de Student para las variables continuas con distribución paramétrica y mediante el test U de Mann Whitney para variables de distribución no paramétrica y se usó el test de chi Cuadrado para las variables categóricas. El nivel de correlación fue establecido atendiendo a las recomendaciones de los expertos²⁰. Un nivel comprendido entre 0,1 y 0,29 fue considerado bajo; un nivel de entre 0,3 y 0,49 fue considerado moderado y un nivel mayor de 0,5 fue considerado alto. Para todos los test, el nivel de significación se fijó en $p < 0,05$. Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico SPSS versión 17.0. (SPSS, Inc., Chicago, IL).

RESULTADOS

La tabla 1 muestra las características sociodemográficas de la población de estudio. Las variables son presentadas y diferenciadas en función del género. Tan solo en la variable edad encontramos diferencias significativas, donde la media de edad de los hombres es mayor que la media de edad de las mujeres ($p = 0,031$). Las características clínicas, nutricionales y de composición corporal son mostradas en la tabla 2. Tras los análisis estadísticos realizados para género, tan solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la altura ($p = 0,001$) donde los hombres tienen más que las mujeres en nuestra población de estudio.

Capacidad funcional y perfil bioquímico

En general, los hombres tienen una mayor capacidad funcional que las mujeres. En este sentido encontramos diferencias significativas en los test T6MW ($p = 0,050$), TUG ($p = 0,050$) y PM_{md} ($p < 0,01$), donde los hombres alcanzan valores más satisfactorios que las mujeres (tabla 3). Resultados parecidos observamos cuando exploramos el perfil lipídico, encontramos diferencias significativas en todos los parámetros de estudio (colesterol total: $p = 0,021$; colesterol HDL: $p = 0,032$; colesterol LDL: $p = 0,001$) excepto en triglicéridos (tabla 3). Cuando analizamos el resto de las variables tan solo localizamos diferencias significativas a favor de los hombres en glucosa basal ($p = 0,024$) y en la CK ($p = 0,011$) (tabla 3).

La figura 1 muestra la influencia que la capacidad aeróbica de los sujetos tiene sobre los parámetros bioquímicos de estudio. Pese a que existe una tendencia de resultados más satisfactorios (en este caso valores menos elevados) en aquellos sujetos que alcanzan mayores niveles de capacidad aeróbica (T6MW $p \geq 50$), solamente en las variables colesterol total (fig. 1a) y CK (fig. 1i) encontramos diferencias significativas donde aquellos sujetos que tienen menor capacidad aeróbica alcanzan mayores niveles de colesterol ($p = 0,041$) y CK ($p = 0,036$). Cuando analizamos la influencia de la capacidad aeróbica basada en género hallamos diferencias estadísticamente significativas en la variable colesterol total tanto en hombres ($p = 0,021$) como en mujeres (0,026), encontrando diferencias significativas en la CK ($p = 0,034$) tan solo para hombres (tabla 4), siendo mayores los valores encontrados en aquellos sujetos que reportan menores niveles de capacidad aeróbica. Cuando analizamos la influencia que el equilibrio dinámico puede tener sobre los parámetros bioquímicos estudiados (fig. 2) pese a existir una ten-

Tabla 1
Caracterización de la muestra. Nivel socio-demográfico (N = 43)

Variables ^a	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Valor de p
Edad (años)	70,46 (5,78)	72,57 (5,94)	68,79 (5,17)	0,031 ^a
Sexo, n (%)	M:19 (44,8)/F:24 (55,2)	-	-	
<i>Con quién vive actualmente</i>				
En casa solo, n (%)	16 (37,2)	8 (42,1)	8 (33,3)	0,663 ^b
En casa con mi esposo/a, n (%)	23 (53,5)	10 (52,6)	13 (54,2)	
Con mis hijos, hermanos..., n (%)	4 (9,3)	1 (5,3)	3 (12,5)	
<i>Nivel de estudios</i>				
Ninguno, n (%)	17 (39,5)	6 (31,6)	11 (45,8)	0,507 ^b
Primaria incompleta (saber leer y escribir), n (%)	12 (27,9)	5 (26,3)	7 (29,2)	
Primaria completa, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Escuela de oficios o FP, n (%)	13 (30,2)	7 (36,3)	6 (25,0)	
Bachiller incompleto, n (%)	1 (2,3)	1 (5,3)	0 (0)	
Bachiller completo, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Diplomado universitario, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Licenciado, Ingeniero o Arquitecto, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
<i>Situación laboral</i>				
Trabaja a tiempo parcial o completo, n (%)	7 (16,3)	1 (5,3)	6 (25,0)	0,177 ^b
Parado/a, n (%)	1 (2,3)	1 (5,3)	0 (0)	
Jubilado/a, n (%)	22 (51,2)	12 (63,2)	10 (41,7)	
No trabaja, n (%)	13 (30,2)	5 (26,3)	8 (33,3)	

Variables presentadas como media (DE) y en frecuencia (%); a: valor de p calculado mediante la prueba t-test para muestras independientes; b: valor de p calculado mediante la prueba estadística chi Cuadrado.

Tabla 2
Características clínicas de la muestra. Diferencias basadas en género (N = 43)

Variables	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Valor de p
Clínicas				
PA sistólica (mm Hg)	137 (25,76)	139,52 (16,86)	135,00 (31,31)	0,574 ^a
PA diastólica (mm Hg)	76,72 (14,38)	77,84 (9,73)	75,83 (17,37)	0,655 ^a
FC reposo	73,86 (11,49)	77,84 (9,73)	75,20 (12,09)	0,394 ^a
N.º Enfermedades	2,23 (1,63)	2,21 (1,65)	2,25 (1,64)	0,428 ^a
N.º Fármacos	3,98 (3,26)	3,52 (3,13)	4,33 (3,39)	0,938 ^a
Estado nutricional				
Estado nutricional satisfactorio, n (%)	28 (65,11)	12 (63,2)	16 (66,7)	0,811 ^a
Riesgo de malnutrición, n (%)	15 (34,88)	7 (36,8)	8 (33,3)	
Mal estado nutricional, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Composición corporal				
Peso (Kg)	77,0 (19,47)	84,76 (17,24)	73,49 (20,71)	0,10 ^a
Altura (cm)	69,27 (27)	166,89 (8,54)	156,33 (7,67)	0,00 ^b
IMC (Kg/m ²)	29,94 (7,91)	30,07 (5,32)	30,05 (10,00)	0,99 ^a
ICC	0,87 (0,8)	0,90 (0,1)	0,85 (0,07)	0,13 ^a
% Grasa corporal	27,40 (11,91)	25,15 (7,48)	29,18 (14,41)	0,27 ^a

Resultados presentadas como media (DE) para variables continuas y frecuencia (porcentaje) para variables categóricas. PA sistólica: presión arterial sistólica; PA diastólica: presión arterial diastólica; FC reposo: frecuencia cardiaca de reposo; a: valor de p calculado mediante prueba t-test para muestras independientes; b: valor de p calculado mediante prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

dencia de hallar más valores satisfactorios para aquellos sujetos que reportan mejores resultados en la prueba TUG, no se encuentran diferencias significativas. Algo similar ocurre cuando analizamos los resultados de la prueba basados en género, donde tampoco hallamos diferencias significativas (tabla 4). La figura 3 muestra la influencia que la fuerza de los miembros inferiores tiene sobre los parámetros bioquímicos de estudio. Aunque tan solo localizamos diferencias estadísticas para la variable TG (fig. 3h) (p = 0,019) (donde aquellas personas que reportan mejores resultados en la prueba CST tienen menores niveles de TG), observamos una tendencia a la disminución en la mayoría de los parámetros de estudios para aquellas personas que obtienen mejores resultados en CST. Además, si analizamos los resultados de la prueba por sexo, aunque observamos la misma tendencia no existen diferencias estadísticamente significativas (tabla 4). Cuando analizamos la influencia que la fuerza de prensión manual hace sobre las variables de estudio, hallamos diferencias significativas para el perfil lipídico - coles-

terol total: p = 0,026 (fig. 4a); colesterol LDL: p = 0,006 (fig. 4g); colesterol HDL: p = 0,048 (fig. 4f) - y en las transaminasas - GOT: p = 0,041 (fig. 4d) -, obteniendo mayores valores aquellas personas con una menor fuerza de prensión manual. Similares resultados obtenemos si analizamos los resultados basados en género, donde la fuerza de prensión manual ejerce influencia obteniendo diferencias significativas en las variables Col-C para hombres (p = 0,042) y LDL para mujeres (p = 0,022), obteniendo mayores niveles aquellos sujetos que reportan menores niveles de fuerza de prensión manual (tabla 4).

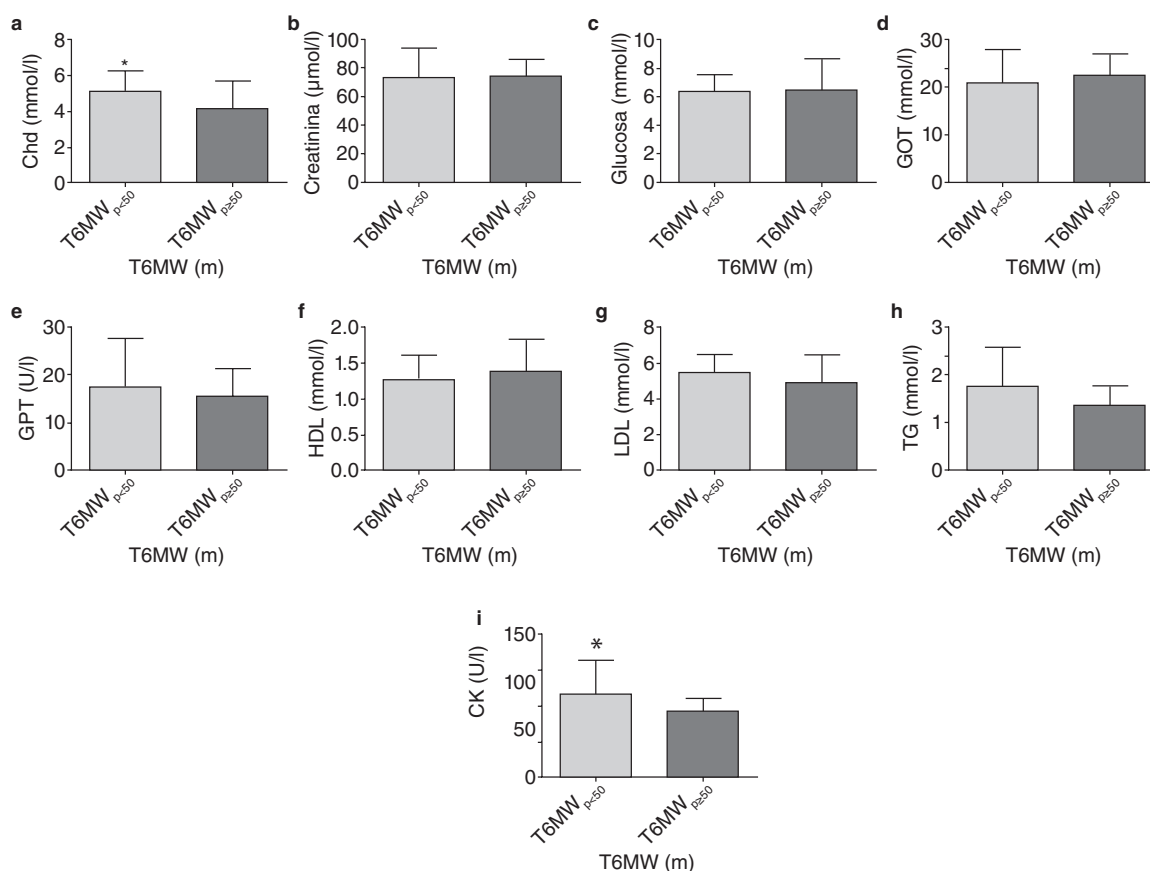
Relación entre capacidad funcional y perfil bioquímico

La tabla 5 muestra los resultados obtenidos tras los análisis de correlación entre las variables de capacidad funcional y las variables bioquímicas objeto de estudio, tanto para población total como disgregado entre hombres y mujeres. Se halló una correlación negativa y alta entre la ca-

Tabla 3Nivel de *fitness* de los sujetos participantes en el estudio y variables bioquímicas. Diferencias basadas en género (N = 43)

Test de capacidad funcional	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Valor de p
6MWT (m)	461,45 (93.18)	490,77 (95.86)	438,23 (85.97)	0,05^a
TUG (s)	7,84 (1.74)	7,27 (1.77)	8,29 (1.61)	0,05^a
CST (N.º ciclos sentarse-levantarse)	15,09 (2.88)	15,78 (2.85)	14,54 (2.8)	0,16 ^a
PM _{md} (Kg)	29,59 (12.89)	39,42 (12.73)	21,81 (5.80)	0,00^a
Perfil lipídico				
Col-T (mmol/l)	4,61 (1.43)	4,04 (1.58)	5,05 (1.12)	0,02^a
HDL-C (mmol/l)	1,37 (0.44)	1,19 (0.36)	1,48 (0.48)	0,03^a
LDL-C (mmol/l)	5,33 (1.47)	4,59 (1.49)	5,83 (1.30)	0,00^a
TG (mmol/l)	1,55 (0.66)	1,55 (0.86)	1,54 (0.54)	0,956 ^a
Perfil bioquímico general				
Glucosa (mmol/l)	6,66 (2,19)	6,86 (2,45)	6,50 (2,00)	0,574 ^b
GOT (U/l)	21,52 (6,07)	21,58 (5,76)	21,47 (6,43)	0,950 ^a
GPT (U/l)	16,48 (8,1)	15,66 (4,34)	17,13 (10,32)	0,563 ^a
Creatinina (µmol/l)	75,04 (17,31)	81,01 (18,40)	70,56 (15,33)	0,024^b
Daño muscular				
CK (U/l)	66,58 (27,78)	82,96 (30,30)	54,89 (19,89)	0,011^a

Variables presentadas como media (desviación estándar). T6MW: test de 6 minutos caminando; TUG: test de levántate y anda; CST: test de sentarse y levantarse; PM_{md}: presión manual evaluada en la mano dominante; Col-T: colesterol total; HDL-C: lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: lipoproteínas de baja densidad; TG: triglicéridos; GOT: transaminasa glutámico-oxalacética; GPT: transaminasa glutámico-piruvírica; CK: creatinquinasa; a: valor de p calculado mediante prueba t-test para muestras independientes; b: valor de p calculado mediante prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

**Fig. 1.** Influencia de la capacidad aeróbica sobre los parámetros bioquímicos de estudio. T6MW p < 50: percentil 0 - 50; T6MW p > 50: Percentil mayor de 50.

pacidad funcional y el daño muscular ($r = -0,662$; $p = 0,001$) para mujeres. Así mismo se halló una correlación negativa y alta entre las variables TUG y CK ($r = -0,572$; $p = 0,001$) para población total. Similares resultados encontramos con la PM_{md} y la CK, donde se observó una correlación positiva y moderada entre las variables ($r = 0,460$; $p = 0,037$). Por último,

se encontró una correlación positiva y alta en hombres entre la variable TUG y GOT ($r = 0,580$; $p = 0,009$). Además, en hombres también se observó una correlación negativa y alta entre las variables PM_{md} y GOT ($r = -0,663$; $p = 0,002$). Para el resto de variables no se hallaron correlaciones significativas.

Tabla 4
Influencia de la capacidad funcional sobre parámetros bioquímicos. Diferencias basadas en género (n = 43)

Variable	Test de capacidad funcional													
	T6MW (m)		TUG (s)		CST (No. of stands)		Presión manual mano dominante (Kg)							
	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)						
	p < 50 (n = 7)	p ≥ 50 (n = 12)	p < 50 (n = 10)	p ≥ 50 (n = 9)	p < 50 (n = 11)	p ≥ 50 (n = 13)	p < 50 (n = 11)	p ≥ 50 (n = 12)	p < 50 (n = 9)	p ≥ 50 (n = 10)	p < 50 (n = 11)	p ≥ 50 (n = 13)		
Perfil lipídico														
Col-T (mmol/l)	4,91* (1,34)	5,39* (1,28)	4,43 (0,83)	4,75 (1,13)	4,81 (1,49)	5,07 (0,902)	4,31-1,02	4,39 (1,77)	5,26 (1,32)	4,84 (0,93)	4,91* (1,23)	3,43 (1,31)	5	
HDL (mmol/l)	1,51 (0,31)	1,16 (0,36)	1,2 (0,29)	1,48 (0,379)	1,27 (0,437)	1,30 (0,434)	1,36 (0,39)	1,36 (0,41)	1,45 (0,38)	1,27 (0,60)	1,3 (0,42)	1,4 (0,39)	1,38 (0,534)	
LDL (mmol/l)	5,43* (1,22)	4,11 (1,49)	4,86 (1,16)	5,16 (0,969)	6,54 (1,34)	5,00 (1,04)	5,44 (1,22)	5,29 (0,73)	4,93 (1,69)	4,72 (-1,06)	5,30 (1,22)	4,92 (0,967)	6,43* (-1,34)	
TG (mmol/l)	1,58 (0,64)	1,32 (0,46)	1,35 (0,42)	1,45 (0,619)	1,59 (0,837)	1,59 (0,546)	1,59 (0,47)	1,32 (0,63)	1,44 (0,54)	1,45 (0,371)	1,41 (0,596)	1,33 (0,451)	1,58 (0,539)	
Daño muscular														
CK (U/l)	107,94* (15,46)	67,95 (22,14)	85,35 (-35,59)	64,07 (22,20)	74,78 (18,97)	91,47 (34,15)	71,49 (22,88)	73,48 (35,00)	83,76 (27,96)	81,21 (29,39)	78,42 (36,09)	65,45 (18,05)	77,62 (26,02)	87,25 (29,88)
Perfil bioquímico														
Glucosa (mmol/l)	6,55 (2,07)	6,98 (2,81)	6,35 (1,09)	6,96 (2,49)	7,30 (3,11)	5,94 (1,50)	6,23 (1,37)	7,24 (3,60)	6,05 (0,68)	7,31 (2,59)	6,49 (1,81)	5,88 (1,26)	7,00 (2,73)	6,41 (0,994)
GOT (U/l)	23,7 (8,37)	21,1 (21,1)	19,6 (4,68)	22,4 (6,49)	23,7 (6,53)	21,7 (5,43)	22,7 (7,34)	21,1 (5,65)	20,5 (5,89)	21,8 (5,87)	24,4 (6,18)	18,1 (5,59)	21,9 (7,17)	20,5 (4,51)
GPT (U/l)	21,6 (16,4)	16,6 (4,22)	15,5 (7,20)	14,4 (4,45)	15,7 (4,17)	15,9 (3,27)	16,4 (4,52)	16,1 (3,50)	14,3 (3,31)	15,6 (7,58)	16,8 (4,24)	15,8 (3,94)	15,1 (3,68)	15,6 (6,70)
Creatinina (μmol/l)	68,4 (6,43)	78,2 (13,9)	69,8 (16,7)	76,9 (20,8)	74,9 (14,7)	73,8 (10,4)	71,2 (12,8)	79,4 (10,5)	69,4 (15,7)	81,7 (23,5)	73,5 (12,8)	75,3 (12,6)	81,5 (21,6)	70,5 (18,9)

Variables presentadas como media (desviación estándar). T6MW: test de 6 minutos caminando; TUG: test de levantate y anda; CST: test de sentarse y levantarse; PM_{ma}: presión manual evaluada en la mano dominante; Col-T: colesterol total; HDL-C: lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: lipoproteínas de baja densidad; TC: triglicéridos; GOT: transaminasa glutámico-oxalacética; GPT: transaminasa glutámico-piruvífica; CK: creatininas; a: valor de p calculado mediante prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes; b: valor de p calculado mediante prueba t-test para muestras independientes.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se muestra un novedoso análisis donde 43 sujetos mayores de 65 años no institucionalizados (19 hombres y 24 mujeres) son caracterizados en función de su capacidad funcional y se analiza la influencia que esta puede tener sobre el perfil bioquímico y daño muscular y general, presentando además las relaciones que existen entre estas variables. Aunque la muestra de nuestro estudio parece no ser representativa de la población general mayor de 65 años, al comparar las características funcionales de nuestros sujetos con estudios poblacionales que caracterizan a la población española en base a su nivel de *fitness*, observamos que nuestros resultados son similares a los obtenidos por estos estudios que caracterizan a la población española e internacional^{21,22}.

El principal hallazgo de este estudio fue, por una parte, la influencia positiva que altos niveles de capacidad aeróbica y fuerza pueden tener tanto sobre el perfil lipídico, así como sobre el daño muscular y la relación hallada entre la capacidad funcional y el daño muscular. En este sentido nuestros resultados concuerdan con los hallados en estudios previos, donde se plantea la evaluación de la capacidad aeróbica y de la fuerza como capacidades relacionadas con la prevención del riesgo cardiovascular y factores de riesgo asociados¹⁰. Además, y en consonancia con nuestros resultados, estudios previos muestran únicamente la necesidad de evaluar las capacidades de fuerza y capacidad aeróbica como representantes de la salud de los individuos²²⁻²⁴. Por otro lado, nuestro estudio sugiere la idea de que estos resultados se mantienen cuando pormenorizamos el estudio por género dando consistencia a los resultados encontrados, siendo además estos consistentes junto con los presentados por estudios poblacionales basados en género, en donde se muestra que la capacidad aeróbica y la fuerza muscular o la resistencia pueden ser predictivos de la morbimortalidad de las personas y del riesgo cardiovascular^{25,26}. Pese a no existir bibliografía específica que relacione la capacidad funcional y los niveles de CK en personas mayores de 65 años, otros ensayos revelan la relación que diferentes deportes tienen sobre estos niveles, encontrando que aquellos sujetos practicantes de deportes más extenuantes, o que implican a la musculatura general con mayor intensidad muestran mayores niveles de CK y aquellos más aeróbicos menores niveles^{13,27-29}, soportando esto lo encontrado en nuestro estudio, donde la relación es inversa con la fuerza y positiva con la capacidad aeróbica. Estos resultados pueden ser explicados por la idea de que la intensidad en el ejercicio parece dañar el músculo esquelético a nivel de sarcolema, y esto se traduce en un aumento de CK total. Cuando la carga supera un cierto límite de capacidad muscular, existe una fuga de CK en el flujo intersticial, que es tomada por el sistema linfático y devuelto a la circulación, aumentando los niveles de CK en sangre³⁰.

Adicionalmente, en nuestro estudio se puede observar que la fuerza de resistencia de los miembros inferiores, evaluada mediante la prueba CST, parece mostrar una influencia positiva sobre el perfil lipídico, disminuyendo los niveles de triglicéridos en aquellos sujetos con mayores niveles alcanzados en esta prueba. Estudios anteriores han mostrado que el entrenamiento de resistencia puede estar relacionado positivamente con la disminución de triglicéridos en sangre³¹ concordando esto con lo hallado en nuestros resultados. Esto puede ser explicado por la idea de que el entrenamiento de resistencia aumenta la tasa de oxidación de las grasas, presentando además los triglicéridos una fuente importante de combustible para este tipo de ejercicio. La oxidación de triglicéridos aumenta progresivamente con el ejercicio al aumentar la tasa de requerimientos energéticos del músculo, movilizándolo así los ácidos

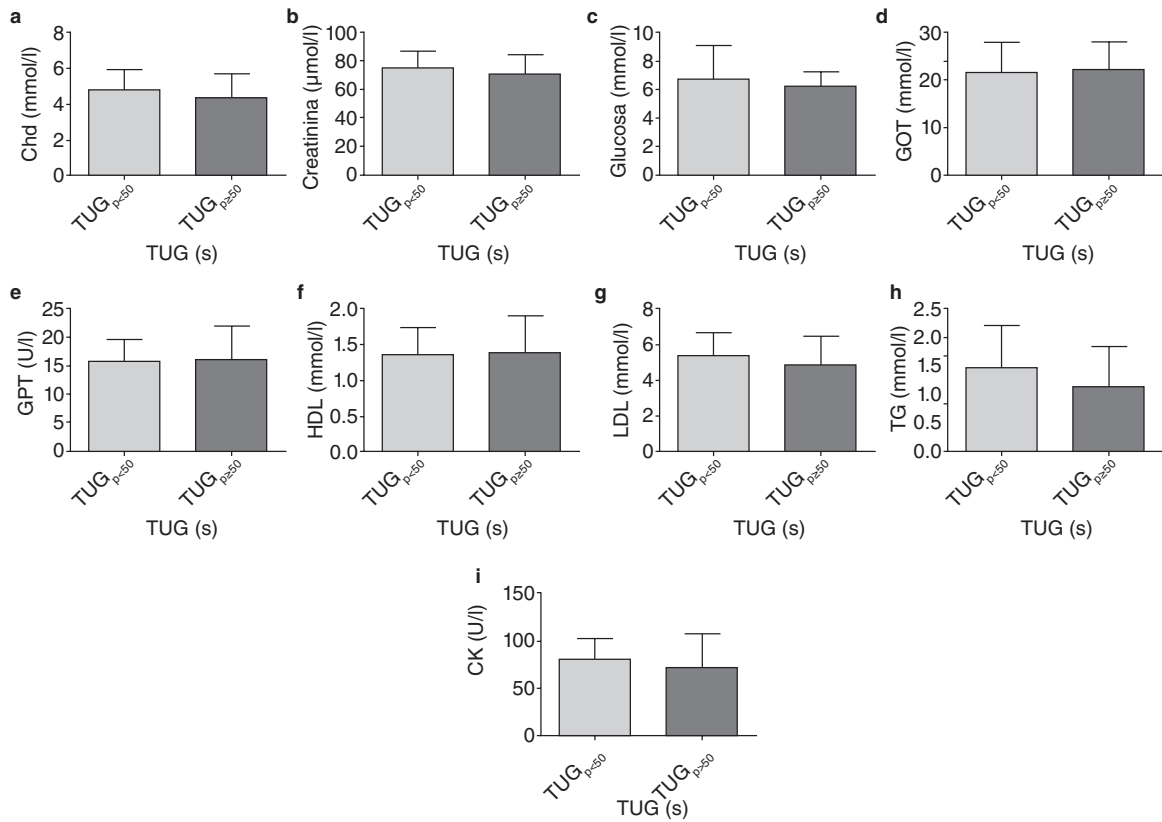


Fig. 2. Influencia de la agilidad sobre los parámetros bioquímicos de estudio. TUG p < 50: percentil 0 - 50; TUG p > 50: percentil mayor de 50.

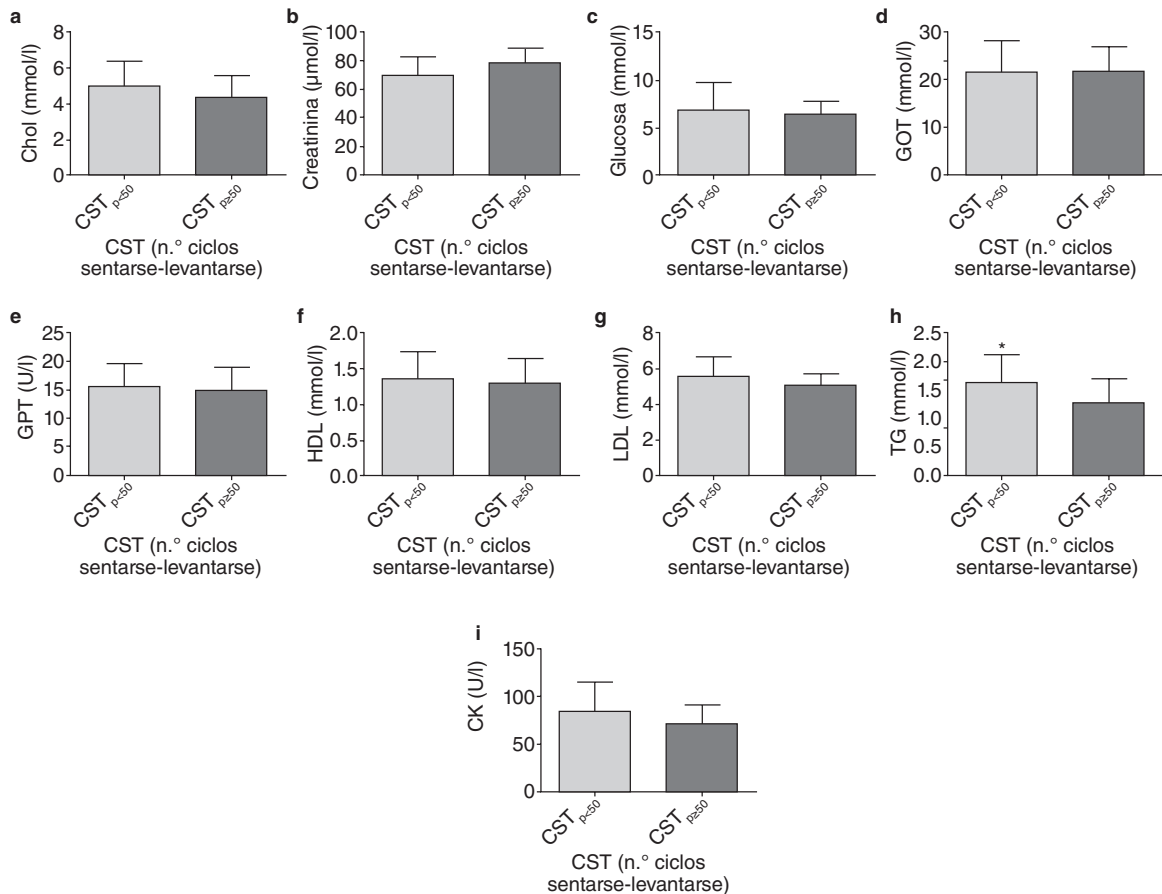


Fig. 3. Influencia de la fuerza de miembros inferiores sobre los parámetros bioquímicos de estudio. CST p < 50: percentil 0 - 50; CST p > 50: percentil mayor de 50.

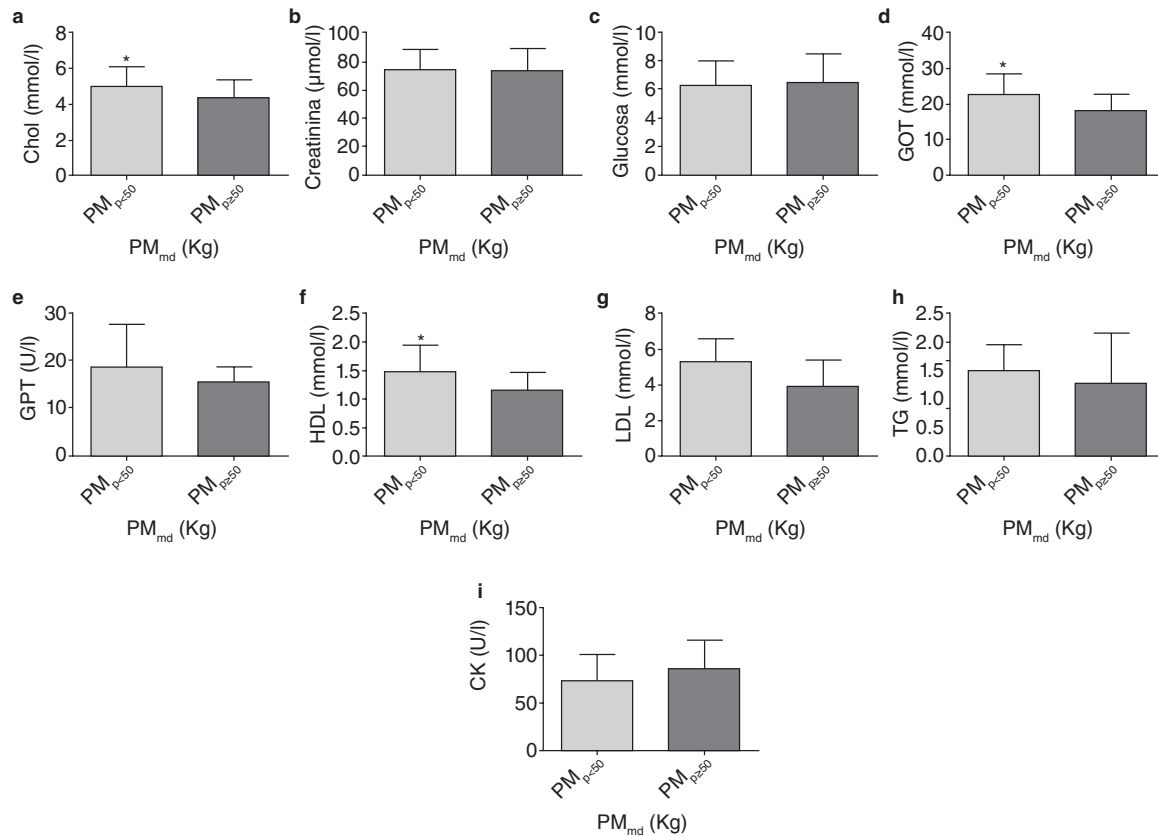


Fig. 4. Influencia de la presión manual sobre los parámetros bioquímicos de estudio. PM p < 50: percentil 0 - 50; PM p > 50: percentil mayor de 50.

Tabla 5

Correlación bivariada entre capacidad funcional y variables bioquímicas (N = 43)

Variable	Test de capacidad funcional											
	T6MW (m)			CST (N.º ciclos sentarse-levantarse)			TUG (s)			PM _{md} (Kg)		
	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)
Perfil lipídico												
Col-T (mmol/l)	-0,249	-0,394	0,112	-0,102	0,023	-0,083	0,033	0,013	-0,190	-0,238	-0,072	0,197
HDL (mmol/l)	0,026	0,292	0,034	0,034	0,130	0,102	-0,002	-0,190	-0,053	-0,135	0,241	0,004
LDL (mmol/l)	-0,198	-0,281	0,102	-0,069	-0,014	0,057	-0,053	-0,131	-0,267	-0,280	-0,090	0,188
TG (mmol/l)	-0,241	-0,390	-0,064	-0,152	-0,018	-0,381	0,116	0,129	0,126	0,113	0,140	0,168
Daño muscular												
CK (U/l)	-0,344	-0,252	-0,662**	0,389	0,405	0,122	-0,572**	-0,602	-0,491	0,460*	0,354	-0,116
Perfil bioquímico												
Glucosa (mmol/l)	-0,031	0,099	-0,222	-0,027	-0,069	-0,024	-0,116	-0,250	0,065	0,223	0,227	0,267
GOT (U/l)	0,141	-0,122	0,349	-0,119	-0,069	0,028	0,088	0,580**	-0,280	-0,226	-0,663**	0,127
GPT (U/l)	-0,064	-0,263	0,036	-0,045	-0,117	0,001	-0,136	-0,087	-0,223	0,007	0,002	0,220
Creatinina (µmol/l)	-0,011 [^]	-0,351 [^]	0,129 [^]	0,071 [^]	-0,165 [^]	0,164 [^]	-0,074 [^]	-0,020 [^]	0,050 [^]	0,167 [^]	0,030 [^]	-0,236 [^]

Valor de Pearson excepto las marcadas diferentes; [^]: valor de Spearman; *p<0,005; **p<0,001; Col-T: colesterol total; HDL-C: lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: lipoproteínas de baja densidad; TG: triglicéridos; GOT: transaminasa glutámico-oxalacética; GPT: transaminasa glutámico-piruvírica; T6MW: test de 6 minutos caminando; TUG: test de levántate y anda; CST: test de sentarse y levantarse; PM_{md}: presión manual evaluada en la mano dominante.

grasos hacia las mitocondrias musculares³². Por último, parece haber una relación entre la transaminasa glutámico-oxalacética (GOT) y el *fitness* muscular, donde se observa que para altos niveles de *fitness* muscular disminuyen los niveles de GOT, mostrándose además una relación inversa en las correlaciones. Estos resultados son contradictorios con los presentados por otros autores, quienes indican que mayores niveles de ejercicios y capacidad funcional se relacionan con aumentos en GOT,

aunque aún parece no estar muy clara esta relación debido a los múltiples factores (como enfermedades) que pueden influir en la elevación de estos factores³³.

Este estudio presenta ciertas limitaciones que necesitan ser discutidas para un total entendimiento del mismo. Aunque el tipo de diseño utilizado puede limitar en parte la generalización de los datos, las características socio-demográficas son similares a las de otros estudios pobla-

cionales encontrados^{34,35}. Además, por el tipo de diseño utilizado no es posible establecer relaciones de causalidad entre las variables de nuestro estudio. Se hacen necesarios futuros estudios longitudinales en población mayor no institucionalizada para poder corroborar nuestros resultados. Dada la escasez de datos desagregados en base al nivel de actividad física referidos a CFRS y parámetros bioquímicos en población mayor, son necesarios futuros estudios para determinar la influencia que el nivel de actividad y condición física y el tipo de entrenamiento puedan tener sobre los diferentes perfiles presentados en este trabajo.

En conclusión, este estudio muestra la influencia y la relación que la capacidad funcional en mayores (fuerza, movilidad, aptitud aeróbica y equilibrio dinámico) tiene sobre parámetros bioquímicos asociados a enfermedades metabólicas o cardiovasculares, así como sobre el daño muscular. A la vista de los resultados obtenidos en nuestro estudio parece ser que la capacidad aeróbica y la fuerza son las capacidades que más positivamente influyen sobre los diferentes perfiles bioquímicos estudiados y sobre el daño muscular, y por ello las orientaciones en el trabajo con mayores deberían contemplar el trabajo muscular en combinación con el trabajo de carácter aeróbico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Patronato municipal de deportes de Dos Hermanas (Sevilla) su colaboración, así como a todas las personas que se prestaron voluntarias para la realización del estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Rosa TE, Benicio MH, Latorre Mdo R, Ramos LR. [Determinant factors of functional status among the elderly]. *Rev Saude Publica*. 2003;37(1):40-8. Epub 2002/12/19. Factores determinantes da capacidade funcional entre idosos.
- Pfitzenmeyer P, Mourey F, Mischis-Troussard C, Bonneval P. Rehabilitation of serious postural insufficiency after falling in very elderly subjects. *Arch Gerontol Geriatr*. 2001;33(3):211-8. Epub 2004/09/18.
- Martinson BC, O'Connor PJ, Pronk NP. Physical inactivity and short-term all-cause mortality in adults with chronic disease. *Arch Intern Med*. 2001;161(9):1173-80. Epub 2001/05/18.
- Myers J, Kaykha A, George S, Abella J, Zaheer N, Lear S, et al. Fitness versus physical activity patterns in predicting mortality in men. *Am J Med*. 2004;117(12):912-8. Epub 2005/01/05.
- Williams NH, Hendry M, France B, Lewis R, Wilkinson C. Effectiveness of exercise-referral schemes to promote physical activity in adults: systematic review. *Br J Gen Pract*. 2007;57(545):979-86. Epub 2008/02/07.
- Piepoli MF, Conraads V, Corra U, Dickstein K, Francis DP, Jaarsma T, et al. Exercise training in heart failure: from theory to practice. A consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Heart Fail*. 2011;13(4):347-57. Epub 2011/03/26.
- Kaburagi T, Hirasawa R, Yoshino H, Odaka Y, Satomi M, Nakano M, et al. Nutritional status is strongly correlated with grip strength and depression in community-living elderly Japanese. *Public Health Nutr*. 2011;1-7. Epub 2011/03/24.
- Paterson DH, Jones GR, Rice CL. Ageing and physical activity: evidence to develop exercise recommendations for older adults. *Can J Public Health*. 2007;98 Suppl 2:S69-108. Epub 2008/01/25.
- Manini TM, Everhart JE, Patel KV, Schoeller DA, Colbert LH, Visser M, et al. Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *JAMA*. 2006;296(2):171-9. Epub 2006/07/13.
- Martins RA, Verissimo MT, Coelho e Silva MJ, Cumming SP, Teixeira AM. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. *Lipids Health Dis*. 2010;9:76. Epub 2010/07/29.
- Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull*. 2007;81-82:209-30. Epub 2007/06/16.
- Szumilak D, Sulowicz W, Walatek B. [Rhabdomyolysis: clinical features, causes, complications and treatment]. *Przegl Lek*. 1998;55(5):274-9. Epub 1998/09/19. Rhabdomioliza: obraz kliniczny, przyczyny, powikłania i leczenie.
- Mokuno K, Riku S, Sugimura K, Takahashi A, Kato K, Osugi S. Serum creatine kinase isoenzymes in Duchenne muscular dystrophy determined by sensitive enzyme immunoassay methods. *Muscle Nerve*. 1987;10(5):459-63. Epub 1987/06/01.
- Bastiaanse LP, Vlasveld G, Penning C, Evenhuis HM. Feasibility and reliability of the Mini Nutritional Assessment (MNA) in older adults with intellectual disabilities. *J Nutr Health Aging*. 2012;16(9):759-62. Epub 2012/11/08.
- Rikli RE, Jones J. Development and validation of a functional fitness test for community residing older adults. *J Aging Phys Act*. 1999;7:129-61.
- Aparicio VA, Carbonell-Baeza A, Ruiz JR, Aranda P, Tercedor P, Delgado-Fernández M, et al. Fitness testing as a discriminative tool for the diagnosis and monitoring of fibromyalgia. *Scand J Med Sci Sports*. 2011. Epub 2011/11/19.
- Carbonell-Baeza A, Aparicio VA, Sjostrom M, Ruiz JR, Delgado-Fernandez M. Pain and functional capacity in female fibromyalgia patients. *Pain Med*. 2011;12(11):1667-75. Epub 2011/09/24.
- Tomas-Carus P, Hakkinen A, Gusi N, Leal A, Hakkinen K, Ortega-Alonso A. Aquatic training and detraining on fitness and quality of life in fibromyalgia. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(7):1044-50. Epub 2007/06/29.
- Rikli J. *Senior Fitness Test Manual*. IL: Champaign: Human Kinetics; 2001.
- Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Publishers; 1988.
- Olivares PR, Gusi N, Prieto J, Hernández-Mocholi MA. Fitness and health-related quality of life dimensions in community-dwelling middle aged and older adults. *Health Qual Life Outcomes*. 2011;9:117. Epub 2011/12/24.
- Garber CE, Greaney ML, Riebe D, Nigg CR, Burbank PA, Clark PG. Physical and mental health-related correlates of physical function in community dwelling older adults: a cross sectional study. *BMC Geriatr*. 2010;10:6. Epub 2010/02/05.
- Hakkinen A, Rinne M, Vasankari T, Santtila M, Hakkinen K, Kyrolainen H. Association of physical fitness with health-related quality of life in Finnish young men. *Health Qual Life Outcomes*. 2010;8:15. Epub 2010/01/30.
- Uemura S, Machida K. [The relationship of quality of life (QOL) with physical fitness, competence and stress response in elderly in Japan]. *Nihon Ei-seigaku Zasshi*. 2003;58(3):369-75. Epub 2003/10/10.
- Di Blasio A, Bucci I, Ripari P, Giuliani C, Izzicupo P, Di Donato F, et al. Lifestyle and high density lipoprotein cholesterol in postmenopause. *Climacteric*. 2013. Epub 2012/12/20.
- Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med*. 2001;31(15):1033-62. Epub 2001/12/12.
- Koutedakis Y, Raafat A, Sharp NC, Rosmarin MN, Beard MJ, Robbins SW. Serum enzyme activities in individuals with different levels of physical fitness. *J Sports Med Phys Fitness*. 1993;33(3):252-7. Epub 1993/09/01.
- Vincent HK, Vincent KR. The effect of training status on the serum creatine kinase response, soreness and muscle function following resistance exercise. *Int J Sports Med*. 1997;18(6):431-7. Epub 1997/08/01.
- Maxwell JH, Bloor CM. Effects of conditioning on exertional rhabdomyolysis and serum creatine kinase after severe exercise. *Enzyme*. 1981;26(4):177-81. Epub 1981/01/01.
- Mansi IA, Huang J. Rhabdomyolysis in response to weight-loss herbal medicine. *Am J Med Sci*. 2004;327(6):356-7. Epub 2004/06/18.
- Song WJ, Sohng KY. Effects of progressive resistance training on body composition, physical fitness and quality of life of patients on hemodialysis. *J Korean Acad Nurs*. 2012;42(7):947-56. Epub 2013/02/05.
- Horowitz JF, Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(2 Suppl):585S-635S. Epub 2000/08/02.
- Harrington DW. Viral hepatitis and exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(7 Suppl):S422-30. Epub 2000/07/26.
- Vázquez VC, González LM, Ruiz EM, Isidoro JM, Ordóñez MS, García CS. [Assessment of health outcomes in the type 2 diabetes process]. *Atencion primaria / Sociedad Espanola de Medicina de Familia y Comunitaria*. 2011;43(3):127-33. Epub 2010/06/15. Evaluación en resultados de salud del proceso diabetes tipo 2.
- López-García E, Banegas JR, Graciani Pérez-Regadera A, Gutiérrez-Fisac JL, Alonso J, Rodríguez-Artalejo F. [Population-based reference values for the Spanish version of the SF-36 Health Survey in the elderly]. *Medicina clinica*. 2003;120(15):568-73. Epub 2003/05/06. Valores de referencia de la versión española del Cuestionario de Salud SF-36 en población adulta de más de 60 años.



Original

Estudio del crecimiento físico de escolares a moderada altitud usando el área muscular del brazo por estatura y edad

M. A. Cossio-Bolaños^{a,b}, R. Gómez Campos^a, J. E. Hespanhol^c, W. Cossio Bolaños^d, M. de Arruda^a, M. Castillo Retamal^b y J. L. Lancho Alonso^b

^aFacultad de Educación Física. Unicamp, SP. Brasil.

^bDepartamento de Ciencias de la Actividad Física. Universidad Católica del Maule. Talca. Chile.

^cFacultad de Educación Física. Pontificia Universidad Católica de Campinas, SP. Brasil.

^dUnidad de Consulta Externa del Centro Médico Naval "CMST" Lima. Perú

^eDepartamento de Ciencias Morfológicas. Facultad de Medicina. Universidad de Córdoba. Córdoba. España.

Historia del artículo:

Recibido el 10 de septiembre de 2012

Aceptado el 27 de febrero de 2013

Palabras clave:

Crecimiento.
Escolares.
Área muscular.
Altitud.

Key words:

Growth.
School.
Muscle area.
Altitude.

Correspondencia:

M. A. Cossio-Bolaños.
Av. Erico Verissimo 701.
Ciudad Universitaria CEP.
13083-851. Campinas, S.P. Brasil.
Correo electrónico: mcossio1972@hotmail.com

RESUMEN

Objetivo. Comparar el crecimiento físico de escolares a moderada altitud con las normas de referencia propuestas por Frisancho y Tracer para el área muscular del brazo por estatura y de Frisancho para el área muscular del brazo por edad.

Método. Se realizó un estudio transversal en escolares de zonas urbanas de la provincia de Arequipa (Perú). La muestra se estratificó por edad y sexo, siendo 473 hombres y 482 mujeres con un rango de edad de 6 a 12 años, pertenecientes al nivel primario del sistema educativo peruano de condición socioeconómica media. Se evaluaron las variables antropométricas de peso, estatura, circunferencia del brazo y pliegue tricipital, así como el área muscular del brazo para la estatura y para la edad. Los datos se compararon a través de escores Z y de acuerdo con la fracción: $100 \log$ (percentil de la referencia/percentil calculado). Las diferencias entre la muestra estudiada y la referencia fueron analizadas por medio del test t para muestras apareadas con una significancia de $p < 0,001$.

Resultados. Los valores de la referencia de las áreas musculares del brazo en relación a la estatura y edad son superiores en comparación con los escolares de zonas con moderada altitud. Se observó 2 años de retraso en hombres y mujeres de acuerdo a la comparación con el área muscular por edad. Del mismo modo, utilizando el área muscular por estatura se verificó un atraso de 17cm en los hombres y de 20cm en las mujeres.

Conclusión. En general, los resultados sugieren retraso sobre el crecimiento físico lineal y muscular, atribuyéndose este fenómeno a factores medio-ambientales como la altitud.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Study of physical growth of students to moderate altitude using arm muscle area by height and age

Objective. To compare the physical growth of schoolchildren to moderate altitude with reference standards proposed by Frisancho and Tracer for arm muscle area by height and Frisancho for arm muscle area by age.

Method. A cross-sectional study of urban schoolchildren in the province of Arequipa (Perú). The sample was stratified by age and sex, with 473 men and 482 women ranging in age from 6 to 12 years for belonging to the education system at primary level socioeconomic status Peruvian media. Anthropometric variables were assessed weight, height, arm circumference and triceps skinfold and arm muscle area for height and age. Data were compared by Z scores according to the fraction: $100 \log$ (percentile of the reference / percentile calculated). The differences between the sample and reference were analyzed by the paired t test with a significance of $p < 0.001$.

Results. The values of the reference arm muscle areas in relation to height and age are higher in comparison with students of moderate altitude. Was observed 2 years behind men and women according to the comparison with age-muscle area. Similarly, using the muscle area by height 17cm lag was observed in men and 20cm in women.

Conclusions. Overall, the results suggest the physical growth retardation and muscle linear, attributing this phenomenon to environmental factors such as altitude.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento humano es un proceso dinámico y complejo que comienza con la fertilización del óvulo y se completa con la fusión de las epífisis y las metáfisis de los huesos largos que caracteriza la terminación de la adolescencia¹. Este proceso se produce en tres fases: la infancia, la niñez y la adolescencia², terminando con el cierre de la senectud. En este sentido, muchas técnicas antropométricas se han utilizado para evaluar el crecimiento y el estado nutricional con el objetivo de obtener información acerca del estado de salud de una persona y una población específica³.

Para evaluar las desviaciones del crecimiento normal son necesarios patrones referenciales. A menudo estas referencias reflejan variables de masa corporal, estatura e índice de masa corporal. Aunque para una mejor interpretación del crecimiento y la composición corporal se sugiere el uso de las áreas del brazo y la utilización de índices corporales⁴, puesto que la valoración del estado nutricional a partir del peso y la estatura son ineficaces para distinguir la masa grasa y muscular⁵. De hecho, varios estudios fueron desarrollados en regiones geográficas de elevadas altitudes utilizando normas referenciales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y/o el Centro Nacional de Estadística de Salud (NCHS) basados en peso y estatura para estudiar el crecimiento físico de niños y adolescentes⁶⁻⁸. Sin embargo, el uso de la composición corporal por medio del área muscular del brazo no ha sido utilizado para monitorizar el crecimiento físico de escolares que viven a moderada altitud, a pesar de que varios estudios sugieren su aplicación para evaluar la reserva orgánica de proteína⁹⁻¹¹ independientemente de la región geográfica. De esa forma, el uso de normas y estándares internacionales es de suma importancia en la valoración de la salud y el diagnóstico de enfermedades¹² de poblaciones en proceso de crecimiento. Es por esta razón que es necesario contar con estudios de referencia para poder caracterizar el crecimiento físico de niños que viven a moderada altitud, ya que a partir de una altitud superior a los 2.500 msnm se considera que el organismo implica un consumo extra de energía¹³, lo que presumiblemente podría diferir de los valores referenciales del área muscular por estatura y edad propuestos para el nivel del mar. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue comparar el crecimiento físico de escolares de una zona con moderada altitud con las normas de referencia propuestas por Frisancho y Tracer⁵ para el área muscular del brazo por estatura y las de Frisancho¹⁴ para el área muscular del brazo por edad.

MÉTODOS

La investigación corresponde a un diseño descriptivo transversal, a través del cual se estudiaron niños y adolescentes de ambos géneros de 6 a 12 años, pertenecientes al nivel primario de Educación Básica Regular del sistema educativo peruano. En el Perú, la educación Básica Regular comprende tres niveles: Inicial (entre 3-6 años), Primaria (entre 6-12 años) y Secundaria (entre 12-16 años). Todos los escolares se encontraban matriculados en cuatro escuelas públicas del área urbana del distrito de José Luis Bustamante y Rivero de la provincia de Arequipa, Perú. Esta ciudad está ubicada a 2.320 msnm, considerada como altitud¹⁵ moderada.

Muestra

El universo estuvo conformado por un total de 6.659 alumnos, siendo 3.300 hombres y 3.359 mujeres de condición socioeconómica media

(tabla 1). Para calcular el tamaño de la muestra se tomó la hipótesis más desfavorable (0,50), precisión de (0,05) para un intervalo de confianza (IC) del 95% y el tamaño óptimo fue de 955 sujetos (14,34%), 473 hombres y 482 mujeres, respectivamente.

La muestra se obtuvo a través del muestreo estratificado de tipo proporcional. La distribución se hace de acuerdo con el peso (tamaño) de la población en cada estrato (edad y sexo), en este sentido, a cada estrato le corresponde igual número de elementos muestrales.

Condición socioeconómica

Los escolares evaluados pertenecen a la condición socioeconómica media. Se aplicó un cuestionario propuesto por Cossio-Bolaños¹⁶. Este instrumento incluye 7 preguntas, lo que permitió identificar a los escolares de condición socioeconómica media por medio de una escala que va de 12 a 75 puntos. Donde valores ≤ 35 puntos indican condición baja, valores entre 35-59 puntos indican condición media y ≥ 60 puntos especifican condición alta. En este sentido, por lo general en el Perú, los niños y adolescentes que frecuentan las escuelas de zonas urbano-marginales son de baja condición socioeconómica¹⁷ y los que viven en zonas rurales de altitud son de clase muy baja^{18,19}.

Fueron excluidos los escolares que nacieron en regiones geográficas a nivel del mar (0,5%) y fueron considerados en el estudio únicamente los niños que vivían en la región y zonas alejadas de altitud ubicadas a 2.320 msnm.

Respecto a la estructura étnica, la muestra es considerada mestiza, en razón al color de la piel y al idioma principal que utilizaban para la comunicación entre sus familias y su entorno social que fue el castellano. Estos datos fueron obtenidos dentro del cuestionario de condición socioeconómica en el que se creó un apartado de datos informativos (tabla 1).

Procedimientos

Para la edad se utilizó el registro de nacimiento de cada alumno, que fue facilitado por cada Escuela, así como la autorización por parte de los Directores de cada Institución Educativa. En todos los casos se obtuvo el consentimiento libre y aclarado de los escolares, firmado por el tutor y/o padre responsable de ellos, autorizando las medidas antropométricas especificadas.

Para la evaluación de las variables antropométricas se adoptaron protocolos estandarizados a nivel internacional, siguiendo las normas y sugerencias realizadas por el "international working group of kineanthropometry" descrita por Ross y Marfell-Jones²⁰. Las mediciones de la circunferencia del brazo y el pliegue tricípital fueron realizadas en el lado derecho y la parte superior del brazo. A continuación se describen cada una de las variables utilizadas para el estudio:

Tabla 1
Composición estratificada de la muestra estudiada, según la edad y el sexo

Edad (años)	Hombres		Mujeres		Total
	Universo	Muestra	Universo	Muestra	
6,00-6,99	430	56	517	80	136
7,00-7,99	470	67	453	61	128
8,00-8,99	475	68	461	63	131
9,00-9,99	490	73	442	58	131
10,00-10,99	440	59	461	63	122
11,00-11,99	485	71	503	76	147
12,00-12,99	510	79	522	81	160
Total	3.300	473	3.359	482	955

1) Masa corporal (kg). Se evaluó descalzo y con la menor cantidad de ropa posible, utilizando una balanza digital con una precisión de (200 g) de marca Tanita con una escala de (0 a 150 kg).

2) Estatura (m). Se evaluó descalzo ubicado en el plano de Frankfurt, utilizando un estadiómetro de aluminio graduado en milímetros de marca Seca, presentando una escala de (0 - 2,50 m) con una precisión de (0,1 cm) respectivamente.

3) Circunferencia del brazo (cm). Se evaluó la circunferencia del brazo derecho relajado en el punto medio y/o en la unión del tercio superior con los dos tercios inferiores de la distancia que hay entre el acromion y olécranon. La medición se realizó a través de una cinta métrica de nylon (Seca), milimetrada y con una precisión de 0,1 cm.

4) Pliegue tricaptal (mm). Se evaluó de acuerdo a la línea de clivaje en la parte posterior del brazo, entre el acromion y el olécranon con un calibrador de grasa Harpenden, ejerciendo una presión constante de (10 g/mm²).

El área muscular del brazo (AMB) fue calculado por la técnica de medición sugerida por varios estudios^{12,14,21} a través de la siguiente derivación matemática: $(AMB = [(((PT*CB)/2) - (\pi*PT^2))/4])$. Para el estudio utilizamos como referencia el área muscular del brazo por estatura (AMBH)⁵ y por edad (AMBE)¹⁴ para comparar con la muestra de niños de moderada altitud.

Con el objetivo de garantizar y dar una mayor calidad a las medidas antropométricas, se utilizó una doble medición a cada 10 sujetos en todas las variables. Todas las evaluaciones fueron realizadas por un mismo evaluador altamente entrenado. El error técnico de la medida intraevaluador oscila entre 2-3% y el coeficiente de reproductibilidad es mayor de 0,85. De esta forma se garantiza la fiabilidad de las medidas²¹.

Aspectos éticos

El estudio contó con la respectiva aprobación del Comité de Ética del Departamento Médico del Instituto del Deporte Universitario de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú). Por su parte los padres y tutores de los niños llenaron y firmaron la ficha de consentimiento para autorizar las evaluaciones antropométricas de sus hijos.

Análisis estadístico

Los datos del área muscular del brazo por estatura (AMBH) y edad (AMBE) se transformaron a escores Z, según las encuestas Americanas I

y II (National Health and Nutrition Examination Survey) estudiadas por Frisancho y Tracer⁵ y Frisancho¹⁴.

Para cada segmento de edad y género se elaboraron percentiles y se hallaron valores medios y desviaciones estándar. A su vez, los valores de las áreas (AMBH y AMBE) se distribuyeron en percentiles (p5, p10, p15, p25, p50, p75, p85, p90 y p95). Tales percentiles fueron comparados con el estudio referencial de acuerdo con la fracción: 100 log (percentil de la referencia/percentil calculado).

Se aplicó el test *t* para muestras apareadas con una significancia de ($p < 0,001$) para verificar las diferencias entre los promedios de la referencia y los valores medios del presente estudio. Todos los datos fueron procesados mediante el programa Sigma Estat 8,0 y la distribución normal fue verificada a través de la prueba Shapiro Wilks.

RESULTADOS

La tabla 2 muestra las medidas antropométricas de ambos géneros. Todas las variables evaluadas se incrementan con el transcurso de la edad hasta los 12 años (fig. 1). Respecto a la comparación del AMBE entre ambos sexos, se verificaron diferencias significativas en las edades de 7, 8 y 12 años ($p < 0,001$). Los hombres presentan valores medios superior-

Tabla 2
Comparaciones entre medidas antropométricas, edades y género

Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (m)	Pliegue tricaptal (mm)	Circunferencia brazo (cm)	AMB (cm ²) ^a
Hombres (n = 473)					
6 - 6,99	21,88 ± 2,38	1,14 ± 0,05	9,01 ± 1,99	16,67 ± 1,18	15,34 ± 2,53
7 - 7,99	22,91 ± 3,92	1,18 ± 0,05	9,03 ± 2,70	17,23 ± 1,37	16,58 ± 2,53 *
8 - 8,99	25,88 ± 3,55	1,25 ± 0,05	9,29 ± 2,50	17,49 ± 1,43	17,03 ± 2,84 *
9 - 9,99	29,38 ± 3,80	1,28 ± 0,04	9,55 ± 3,10	18,07 ± 1,27	18,17 ± 2,52
10 - 10,99	33,25 ± 4,05	1,36 ± 0,07	10,81 ± 2,22	19,03 ± 1,06	19,54 ± 2,64
11 - 11,99	37,01 ± 4,83	1,43 ± 0,06	11,58 ± 2,68	19,91 ± 2,29	21,50 ± 6,82
12 - 12,99	42,04 ± 6,32	1,47 ± 0,06	11,08 ± 3,69	21,18 ± 1,82	25,10 ± 4,37 *
Mujeres (n = 482)					
6 - 6,99	22,48 ± 2,62	1,19 ± 0,05	10,30 ± 2,22	17,00 ± 1,10	15,18 ± 2,69
7 - 7,99	24,62 ± 3,45	1,22 ± 0,04	11,38 ± 2,96	17,38 ± 1,51	15,30 ± 2,97
8 - 8,99	26,57 ± 3,04	1,26 ± 0,06	12,09 ± 2,08	17,7 ± 1,09	15,46 ± 2,34
9 - 9,99	30,36 ± 4,62	1,32 ± 0,06	13,10 ± 2,09	18,71 ± 1,85	17,16 ± 3,84
10 - 10,99	36,64 ± 5,47	1,40 ± 0,06	13,11 ± 3,15	19,49 ± 1,83	18,98 ± 3,76
11 - 11,99	38,91 ± 5,98	1,44 ± 0,05	13,56 ± 2,91	20,45 ± 2,50	21,22 ± 6,53
12 - 12,99	43,67 ± 5,12	1,51 ± 0,05	15,61 ± 3,26	21,84 ± 1,58	22,95 ± 3,29

^a(AMB): área muscular del brazo; *: diferencia entre ambos géneros ($p < 0,001$).

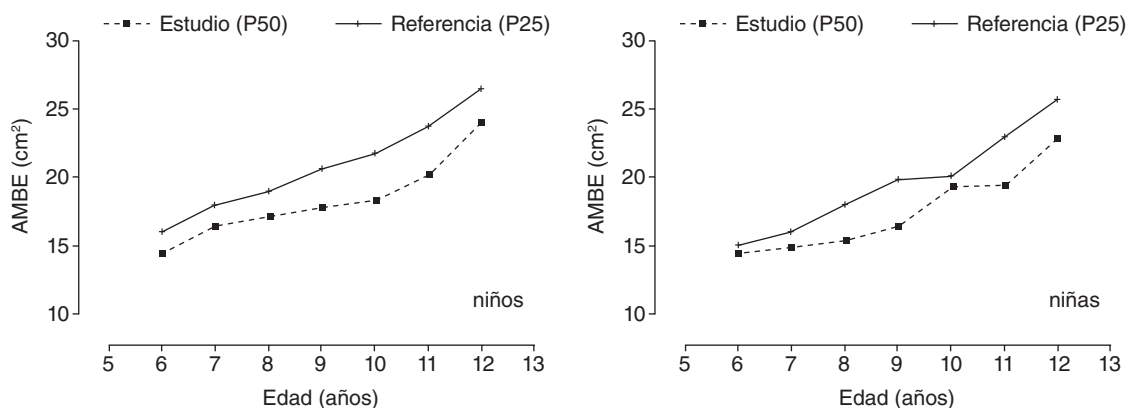


Fig. 1. Curvas de crecimiento transversal del área muscular del brazo por edad (AMBE) para ambos géneros.

res en relación a las mujeres, sin embargo, cuando se comparó en relación al AMBH (tabla 3) se observó diferencias significativas ($p < 0,001$) en 8 rangos de estatura.

Las diferencias del AMBH se observan en la tabla 3. Los valores de la referencia son altamente superiores y significativos en relación a los promedios de la muestra del estudio ($p < 0,001$) en ambos géneros. La curva de crecimiento del AMBH para ambos géneros son ascendentes con el transcurso de la edad (fig. 2).

Las comparaciones del AMBH y AMBE en función de la distribución percentilar de la muestra del estudio con la referencia de Frisancho y Tracer⁵ y Frisancho¹⁴ pueden observarse en las tablas 4 y 5. Los resultados de las comparaciones muestran discrepancia entre los percentiles regionales (estudio) con ambas referencias. Esto evidencia que la distribución percentilar de las curvas referenciales muestra altos valores po-

sitivos en todos los percentiles y en ambos sexos. Excepto en los percentiles del AMBH donde se observan valores negativos para el caso de los hombres en el p5 (-0,13) en los rangos de estatura de (108 - 10 cm); p90 (-7,46) y p95 (-15,17) en el rango de estatura de (135 - 137cm); y en las mujeres en el p5 (-0,35) y (-0,91) para las estaturas de (108 - 110cm) y (111-113cm), respectivamente.

DISCUSIÓN

Las variables antropométricas evaluadas de peso, estatura, circunferencia del brazo relajado y pliegue tricípital muestran una curva ascendente con el transcurso de la edad en ambos géneros. Esta tendencia ha sido observada por otros estudios investigando escolares que viven en

Tabla 3

Comparación del área muscular del brazo por estatura (AMBH) entre la curva de referencia de Frisancho, Tracer⁵ y la muestra del estudio

Estatura (cm)	Frisancho			Estudio			Score Z	t	P
	n	AMBH (cm ²) ^a	DE	n	AMBH (cm ²)	DE			
Hombres (n = 473)									
108 - 110	209	17,10	3,50	16	15,19	2,07	0,92	2,15	0,0325
111 - 113	200	17,70	2,60	30	15,22	2,22	1,12	2,15	0,0325
114 - 116	155	18,30	3,40	30	14,87	3,15	1,09	2,15	0,0325
117 - 119	146	19,20	3,80	17	16,59	2,92	0,89	2,74	0,0069
120 - 122	129	19,70	3,50	34	16,6	2,15	1,44	4,92	0,0001
123 - 125	133	20,80	4,10	61	16,94	2,70	1,43	6,71	0,0001
126 - 128	132	22,00	4,70	39	17,44	3,52	1,30	5,61	0,0001
129 - 131	128	21,90	3,40	25	18,02	3,42	1,13	5,21	0,0001
132 - 134	134	23,20	3,50	37	20,83	3,77	0,63	3,59	0,0004
135 - 137	120	23,90	3,60	20	21,72	9,56	0,23	1,85	0,0660
138 - 140	117	25,20	5,10	41	20,11	3,23	1,58	5,98	0,0001
141 - 143	112	27,10	5,00	24	21,14	3,13	1,90	5,61	0,0001
14 - 146	83	27,80	3,90	35	22,83	3,60	1,38	6,47	0,0001
Mujeres (n = 482)									
108 - 110	224	16,20	3,0	8	13,87	2,05	1,14	2,18	0,0031
111 - 113	199	16,60	2,4	6	13,72	1,45	1,20	2,91	0,0039
114 - 116	159	17,20	2,8	18	13,75	1,83	1,88	5,11	0,0001
117 - 119	140	17,50	2,3	37	13,79	1,62	2,30	9,22	0,0001
120 - 122	144	18,40	2,8	54	14,98	2,99	1,14	7,51	0,0001
123 - 125	122	20,20	5,8	37	15,80	1,67	2,64	4,55	0,0001
126 - 128	126	19,50	2,9	42	15,01	1,99	2,26	9,39	0,0001
129 - 131	112	20,90	4,1	16	18,36	3,88	0,65	2,33	0,0213
132 - 134	106	21,90	4,3	33	18,03	2,64	1,47	4,88	0,0001
135 - 137	112	22,20	3,8	18	19,70	3,21	0,78	2,64	0,0093
138 - 140	87	23,50	3,3	59	18,13	3,10	1,73	9,89	0,0001
141 - 143	74	23,50	4,0	31	20,04	2,39	1,45	4,49	0,0001
144 - 146	44	25,60	6,3	19	19,62	3,48	1,72	3,88	0,0003

^aAMB: área muscular del brazo; DE: desviación estándar.

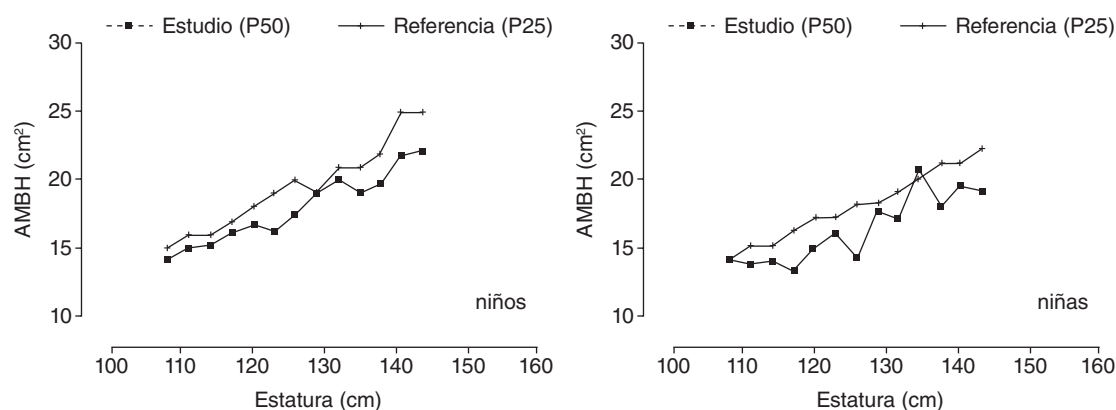


Fig. 2. Curvas de crecimiento transversal del área muscular del brazo por estatura (AMBH) para ambos géneros.

Tabla 4
Diferencias de la distribución percentilar del área muscular del brazo por estatura (AMBH) entre los valores de la referencia de Frisancho, Tracer⁵ y la muestra del estudio

Estatura (cm)	P5	P10	P15	P25	P50	P75	p85	P90	P95
Hombres (n = 409)									
108 - 110	-0,13	2,02	0,98	3,98	8,00	5,41	4,84	4,48	4,15
111 - 113	3,90	2,31	2,97	4,35	7,92	4,50	5,74	6,26	5,94
114 - 116	7,46	10,09	11,48	7,92	7,29	8,21	7,09	6,12	7,26
117 - 119	6,88	8,92	7,19	7,36	7,15	4,15	4,77	6,36	7,44
120 - 122	7,84	9,33	5,18	5,71	5,60	7,00	6,70	8,49	8,68
123 - 125	7,72	8,19	10,30	10,18	9,38	9,55	6,19	7,81	6,06
126 - 128	4,52	8,53	7,51	8,99	10,10	8,24	8,27	7,65	7,63
129 - 131	15,48	9,47	6,42	4,10	6,31	7,32	8,27	9,85	10,69
132 - 134	3,12	4,41	6,03	6,67	6,07	2,75	2,38	1,35	1,57
135 - 137	7,51	9,73	10,89	8,45	8,30	6,97	1,46	-7,46	-15,17
138 - 140	6,38	6,72	8,16	9,77	8,60	9,63	9,85	7,98	9,61
141 - 143	17,06	14,93	14,81	7,96	7,69	8,26	11,16	11,16	13,33
144 - 146	9,98	9,76	8,89	6,29	8,73	10,58	9,79	7,72	6,53
Mujeres (n = 378)									
108 - 110	-0,35	3,13	6,34	6,34	6,20	3,61	8,44	10,67	12,79
111 - 113	-0,91	2,31	2,31	5,03	7,02	10,58	12,42	12,42	14,65
114 - 116	6,51	9,73	9,74	7,00	8,65	13,48	12,92	10,58	11,70
117 - 119	7,14	10,04	10,04	10,86	11,13	11,08	11,32	9,25	12,54
120 - 122	11,93	10,09	11,56	11,09	8,43	9,38	8,77	9,43	3,75
123 - 125	6,50	7,72	5,64	6,89	7,73	10,35	11,91	13,28	14,28
126 - 128	9,37	8,50	11,13	13,03	13,06	9,75	9,82	9,76	11,05
129 - 131	6,87	7,42	5,43	7,21	5,92	2,92	1,59	0,87	3,63
132 - 134	5,27	6,71	5,16	7,51	9,26	8,52	7,34	8,26	10,41
135 - 137	11,13	6,94	6,72	4,56	3,02	3,91	6,44	6,96	9,84
138 - 140	13,22	11,31	12,92	12,64	11,17	10,74	12,38	12,37	8,61
141 - 143	1,54	5,26	4,14	3,83	9,31	11,30	8,18	7,09	9,41
144 - 146	8,74	10,96	9,88	10,60	12,12	12,27	11,51	10,43	9,07

*Diferencias entre percentiles: 100 log (percentil de la referencia/percentil calculado).

Tabla 5
Diferencias de la distribución percentilar del área muscular del brazo por edad (AMBE) entre los valores de la referencia de Frisancho¹⁴ y la muestra del estudio

Edad (años)	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
Hombres (n = 473)							
6 - 6,9	9,67	5,48	7,38	9,74	9,11	8,10	10,37
7 - 7,9	10,04	4,01	7,71	8,82	11,07	8,43	13,73
8 - 8,9	11,88	8,38	9,27	8,41	9,88	9,85	8,07
9 - 9,9	13,08	9,34	10,88	10,76	12,67	16,29	16,49
10 - 10,9	8,19	7,79	9,37	14,54	14,25	18,32	20,26
11 - 11,9	14,11	13,08	13,22	11,82	12,56	4,35	9,47
12 - 12,9	10,16	4,23	8,33	9,80	10,69	12,23	16,40
Mujeres (n = 482)							
6 - 6,9	8,15	5,70	4,51	6,59	5,36	6,13	4,41
7 - 7,9	5,23	7,46	8,50	8,76	8,56	9,79	2,83
8 - 8,9	18,03	8,54	10,97	11,79	13,57	15,72	18,40
9 - 9,9	18,77	15,12	16,60	13,50	8,86	13,46	12,88
10 - 10,9	12,14	8,24	10,17	7,78	10,02	8,16	4,38
11 - 11,9	7,25	7,65	11,74	12,95	16,57	16,00	6,39
12 - 12,9	12,88	4,66	10,09	10,21	12,01	12,90	12,71

*Diferencias entre percentiles: 100 log (percentil de la referencia/percentil calculado)

bajas altitudes²¹⁻²³ y a elevadas latitudes⁶, por lo que los resultados sugieren valores relativamente similares en ambos géneros con una tendencia a diferenciarse en la adolescencia, como se describe en la literatura^{22,24}.

Respecto a la comparación del crecimiento físico de escolares que viven en zonas de altitud, Pawson et al⁸ destacan que los niños que viven a gran altitud han sido durante mucho tiempo foco para los investigadores que tratan de comprender los vínculos entre el entorno físico y los estándares de cultura física y variación humana. De hecho, estudios clásicos que investigaron el efecto de las condiciones medio-ambientales como la altitud verificaron retardo en el crecimiento físico de niños y

adolescentes^{6,25,26}. Tales estudios utilizaron variables de peso y estatura para investigar el impacto de la altitud sobre el tamaño corporal; sin embargo, en el presente estudio se buscó dar otro enfoque para estudiar el comportamiento del crecimiento físico de escolares que vivían a moderada altitud. Pues de hecho, a nuestro entender, el uso de las áreas musculares no fue utilizado previamente para estudiar el crecimiento físico de escolares que viven a moderada altitud.

En este sentido, los resultados del presente estudio expresados a través de scores Z y distribución percentilar, muestran valores inferiores de AMBH y AMBE en ambos géneros y en todas las series de edades en relación a las referencias americanas de Frisancho y Tracer⁵ y Frisan-

cho¹⁴. Esto evidentemente muestra un retardo en el crecimiento físico de escolares que viven en una altitud moderada, verificándose un atraso de 2 años aproximadamente para ambos sexos, tras la comparación realizada con el percentil 50 del AMBE de los estándares americanos. Este fenómeno también fue observado en niños bolivianos en zonas de altitudes elevadas (3.900 msnm) identificándose un atraso de 2 años aproximadamente²⁷. A su vez, cuando se comparó con el percentil 50 del AMBH de la referencia, se observó un atraso aproximados de 17 cm en los hombres y de 20 cm en las mujeres.

En general nuestros hallazgos son coincidentes con otros estudios realizados a elevadas altitudes^{6,8,28}, en el que sugieren retardo en el crecimiento físico tras la comparación realizada a través de variables antropométricas como el peso y la estatura. Sin embargo, la relevancia de nuestro estudio radica en que los escolares de Arequipa además de evidenciar baja estatura como los anteriores estudios, estos mostraron bajos valores de área muscular en todas las edades y en ambos sexos, con lo que queda en evidencia que a moderada altitud también se produce un lento crecimiento lineal y a su vez muscular, independientemente de la condición socioeconómica. En este sentido, los bajos valores de masa muscular podrían estar vinculados con el consumo extra de energía observados a 2.320 msnm, a pesar de que la teoría define el nivel crítico de respuesta compensatoria en 2.500 msnm¹³ y 3.000 msnm²⁹⁻³¹, aunque algunos estudios efectuados a bajas altitudes los atribuyen al consumo de dietas bajas en proteínas^{32,33}, sobre todo si existe un desbalance energético y un patrón dietético inadecuado. Sin embargo, el tipo de alimentación no fue contralado en el estudio. Por lo tanto, el uso de las áreas musculares del brazo en niños podría ser relevante, no solamente para verificar el impacto de la altitud sobre el crecimiento lineal, sino también para monitorizar el crecimiento, el estado nutricional y la composición corporal en condiciones de altitud. A su vez, el AMBE y AMBH son ampliamente aceptados y considerados clínicamente métodos prácticos, no invasivos y que se utilizan con frecuencia por su simplicidad y bajo coste³⁴. Además son herramientas que sirven básicamente para determinar la masa grasa y muscular⁵, puesto que a través de la valoración del peso total y de indicadores como el índice de masa corporal no se consigue distinguir tales comportamientos corporales.

Respecto a las limitaciones más relevantes del estudio, resaltamos la falta de control de variables como el tipo de alimentación y el nivel de actividad física. Tales variables de cualquier forma hubieran permitido un mejor análisis de los resultados, puesto que hay una estrecha relación entre el tamaño corporal, composición corporal, masa muscular y actividad física³⁵, respectivamente.

De esa forma, sugerimos futuros estudios abarcando niños y adolescentes de otros estratos sociales y niveles de altitud, a fin de ajustar estos resultados y lograr una visión más objetiva de los niños y adolescentes que viven en regiones urbanas de moderada altitud, inclusive se deben desarrollar curvas referenciales para este tipo de poblaciones³. Por lo tanto, cualquier generalización en relación al crecimiento físico en muestras de moderadas y elevadas altitudes debe ser analizada con cautela y precaución, a pesar de que el estudio muestra una selección probabilística y representativa, cuyo tipo de investigación apoya a la validación externa.

Por lo tanto, se concluye que este estudio es uno de los primeros en mostrar el perfil del crecimiento físico a partir de las áreas musculares de escolares peruanos que viven a moderada altitud (Arequipa). En general, los resultados sugieren retraso sobre el crecimiento físico lineal y muscular, atribuyéndose este fenómeno a factores medio-ambientales como la altitud.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Rosenbloom A. Fisiología del crecimiento. *Ann Nestlé [Esp]*. 2007;65:99-110.
- Cameron N. Growth Patterns in Adverse Environments. *Am J Hum Biol* 2007;19:615-621.
- Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Núñez Álvarez V, Lancho Alonso JL. Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. *Rev Andal Med Deporte*. 2011;4(2):71-6.
- Malina R, Bouchard C, Beunen G. Human growth: selected aspects of current research on well-nourished children. *Annual Review of Anthropology*. 1988;17:187-219.
- Frisancho AR, Tracer D. Standards of arm muscle by stature for assessment of nutritional status of children. *Am J Phys Anthropol*. 1987;73:469-75.
- Frisancho AR, Baker PT. Altitude and growth - A study of the pattern of physical growth of a high altitude Peruvian Quechua population. *Am J Phys Anthropol* 1970;32:279-92.
- Stinson S. The physical growth of high altitude Bolivian Aymara children. *Am J Phys Anthropol*. 1980;52(3):377-85.
- Pawson I, Huicho L, Muro M, Pacheco A. Growth of children in two economically diverse Peruvian high-altitude communities. *American journal of Human Biology*. 2001;13(3):323-40.
- Frisancho AR. Triceps skinfold and upper arm muscle size norms for assessment of nutritional status. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1974;27(10):1052-8.
- Daley B, Maliakal R, Dressen E, Driscoll D, Bristrian B. Rapid clinical assessment of kidney function based on arm muscle circumference and serum creatinine. *Nutrition*. 1994;10:128-31.
- Erfan M, El Ruby M, Monir Z, Anwar Z. Upper arm muscle area by height: an indicator for growth and nutritional status of Egyptian children and adolescents. *Egypt Med J*. 2003;2:139-53.
- Frisancho AR. Anthropometric standardization for the Assessment of Growth and Nutritional status. The University of Michigan Press Ann Arbor, Michigan. 1990.
- Ramírez A. Exposición toxicológica en las grandes alturas: ¿es necesario corregir los valores límite umbral de exposición de tóxicos? *An Fac Med*. 2011;72(1):61-7.
- Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr*. 1981;34: 2540-5.
- Bartsch P, Saltin B, Dvorak J. Consensus statement on playing football at different altitude. *Scand J Med Sports*. 2008;18(suppl.1):96-99.
- Cossio-Bolaños MA. Crecimiento físico e desempenho motor em crianças de 6-12 anos de condição socioeconômica média da área urbana de Arequipa (Perú). *Dissertação de mestrado*, 2004. Unicamp/FEF. Campinas.
- Bustamante A, Seabra A, Garganta R, Maia J. Efectos de la actividad física y el nivel socioeconómico en el sobrepeso y obesidad de escolares, Lima Este, 2005. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 2007;24(2):121-8.
- Gonzales G, Crespo-Retes I, Guerra-García R. Secular change in growth of native children and adolescent at high altitude I. Puno, Perú (3800 meters). *American Journal of physical anthropology*. 1982;58:191-5.
- Gonzales GF, Villena A. Body mass index and age at menarche in Peruvian Children living at high altitude and at sea level. *Human Biology*. 1996;68(2):265-71.
- Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. En: MacDougall JD, Wenger HA, Geen HJ editors. *Physiological testing of elite athlete*. London: Human Kinetics;1991. p. 223-308.
- Bolzan, Guimarey L, Frisancho AR. Study of growth in rural school children from Buenos Aires, Argentina using upper arm muscle area by height and other anthropometric dimensions of body composition. *Ann Hum Biol*. 1999;26(2):185-93.
- Malina RM, Bouchard C. Growth maturation and physical activity Campaign. *Human Kinetics*. 1991.
- Chowdhury SD, Ghosh T. The upper arm muscle and fat area of Santal children: an evaluation of nutritional status. *Acta Paediatrica*. 2009; 98:103-10.
- Forbes GB. *Human body composition: Growth, aging, nutrition and activity*. New York: Springer Verlag; 1987.
- Hass JD, Baker PT, Hunt EE. The effects of high altitude on body size and composition of the newborn infant in southern Peru. *Am J Phys Anthropol*. 1982;59:251-62.
- Dang S, Yan H, Yamamoto S. High altitude and early childhood growth retardation: new evidence from Tibet. *Eur J Clin Nutr*. 2008;62:342-8.
- Obbert P, Fellmanni G, Falgairrette M, Bedu E, Van Praagh H, Kempers B, et al. The important of socioeconomic and nutritional conditions rather than

- altitude on the physical growth of pre-pubertal Andean highland boys. *Annals of Human Biology*. 1994;21:145-54.
28. Stinson S. The effect of high altitude on the growth of children of high socioeconomic status in Bolivia. *American Journal of Physical Anthropology*. 1982;59:61-71.
 29. Hackett PH, Oelz O. The Lake Louise Consensus on the definition and quantification of altitude illness. En: Sutton JR, Coates G, Houston CS. editors. *Hypoxia and Mountain Medicine*. Burlington. USA: Queen City Printers; 1992.
 30. Chiodi H. Respiratory adaptations to chronic high altitude hypoxia. *J Appl Physiol*. 1957;10:81-7.
 31. Åstrand PO, Rodahl K. *Fisiología del trabajo físico*. Bs. As., Argentina: Ed. Panamericana; 1995.
 32. Zavaleta AN, Malina RM. Growth, fatness, and leanness in Mexican-American children. *Am J Clin Nutr*. 1980;33:2008-20.
 33. Aguirre P. Aspectos socio antropológicos de la obesidad en la pobreza. En: Peña M, Bacallao J, editores. *La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para la salud pública*. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; 2000. p. 13-25.
 34. Boye KR, Dimitriou T, Manz F, Schoenau E, Neu C, Wudy S, et al. Anthropometric assessment of muscularity during growth: estimating fat-free mass with 2 skin fold-thickness measurements is superior to measuring mid upper arm muscle area in healthy pre-pubertal children. *Am J Clin Nutr*. 2002;76:628-32.
 35. Malina R. Anthropometry, strength and motor fitness. En: Ulijaszek S, Mascie-Taylor C, editors. *Anthropometry: The individual and the population*. Cambridge: Cambridge University Press; 1994. p. 160-177.



Original

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

Força muscular respiratória e pico de fluxo expiratório de pacientes com bronquiectasia submetidos à reabilitação respiratória

B. Santos do Nascimento^a, A. Maiworm^a e S. Cader^{a,b}

^aDivisão de Fisioterapia da Policlínica Piquet Craneiro. Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ. Rio de Janeiro. Brasil.

^bLaboratório de Biociência em Motricidade Humana da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – LABIMH-UNIRIO. Rio de Janeiro. Brasil.

Historia del artículo:

Recibido: 14 de noviembre de 2012

Aceptado: 11 de febrero 2013

Palabras clave:

Bronquiectasias.

Fuerza muscular respiratoria.

Flujo espiratorio máximo.

Key words:

Bronchiectasis.

Respiratory muscle strength.

Peak expiratory flow.

Correspondência:

S. Ali Cader.

Rua General Orlando Geisel, n. 261, bl. 2.º/ 202 –

Recreio dos Bandeirantes–

Rio de Janeiro – RJ – Brasil – CEP: 22790-280.

Email: samariacader@gmail.com

RESUMEN

La fuerza muscular respiratoria y el flujo espiratorio máximo en pacientes con bronquiectasias en rehabilitación respiratoria

Objetivo. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la fuerza muscular respiratoria y el flujo espiratorio máximo en pacientes con bronquiectasias en rehabilitación respiratoria.

Método. Clínico, experimental, en el que, una vez verificados los criterios de inclusión y exclusión, la muestra se dividió aleatoriamente en: grupo experimental (GE, n = 13, edad = 60 ± 14,86 años) - que fueron tratados con rehabilitación respiratoria dos veces por semana, con una duración de 40 minutos por sesión, por 12 semanas y el grupo de control (GC, n = 13, edad = 58 ± 13,90 años) - los pacientes tratados con clínica conservadora de seguimiento permanecieron sin tratamiento durante el período de estudio, porque eran parte de una lista de espera para el servicio. Las variables dependientes del estudio fueron la fuerza muscular respiratoria (MIP - Presión de MIP-espiratorio - MEP) y el flujo espiratorio máximo (FEM), medida por el manómetro y el pico de flujo®, respectivamente. El nivel de significación se fijó en p < 0,05.

Resultados. En la comparación dentro de los grupos, hubo un aumento significativo sólo en las variables de GE, a saber: MIP (cmH₂O Δ = 18,08, p < 0,001); MEP (cmH₂O Δ = 12,31, p < 0,001) y el FEM (Δ = 26,77 l / min, p = 0,016). En la comparación entre los grupos, hubo incremento satisfactorio en el post-test, el GE frente al GC en el MIP y la MEP (p = 0,005).

Conclusiones. Por lo tanto, parece que la terapia física propuesta influencia en el aumento de la fuerza muscular respiratoria y del flujo espiratorio máximo en pacientes con bronquiectasia.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Respiratory muscle strength and peak expiratory flow in patients with bronchiectasis underwent pulmonary rehabilitation

Objective. This research aimed to evaluate the respiratory muscle strength and peak expiratory flow in patients with bronchiectasis undergoing respiratory rehabilitation.

Method. Clinical trial where, after scrutiny of inclusion and exclusion criteria, the sample was divided randomly into experimental group (EG, n = 13, age = 60 ± 14.86 years) - who underwent treatment with respiratory rehabilitation twice week, lasting 40 minutes per session, at 12 weeks and control group (CG, n = 13, age = 58 ± 13.90 years) - patients with conservative clinical follow-up without therapy during the period of research because they were part of a waiting list for care. The dependent variables of the study were respiratory muscle strength (maximal inspiratory pressure - MIP- expiratory pressure - MEP) and peak expiratory flow (PEF), measured by the manometer and the peak flow®, respectively. The level of significance was set at p < 0.05.

Results. In within groups comparison, there was a significant increase only in the EG variables, namely: MIP (Δ = 18.08 cm H₂O, p < 0.001) and MEP (cmH₂O Δ = 12.31, p < 0.001) and PEF (Δ = 26.77 l / min, p = 0.016). In the between groups comparison, increased satisfactory post-test, GE, compared to GC in MIP and MEP (p = 0.005).

Conclusion. it appears that physical therapy influences the proposed increase in respiratory muscle strength and peak expiratory flow in patients with bronchiectasis.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

INTRODUÇÃO

A bronquiectasia é caracterizada pela expectoração crônica, progressiva dispnéia que pode tornar incapacitante, deteriorização da função pulmonar e múltiplas exacerbações da infecção¹. A relevância da bronquiectasia vai além de sua mera presença, pois o pior prognóstico da doença² está associado a uma acelerada perda da função pulmonar³, ao aumento da mortalidade⁴ e uma redução significativa na qualidade de vida⁵.

Resultados de alguns dos testes básicos utilizados para avaliar a função pulmonar dependem não só dos próprios pulmões, mas também dos músculos respiratórios. A capacidade pulmonar total (CPT), o volume alcançado no final de uma inspiração máxima, é geralmente determinado por pulmões que não podem ser expandidos ainda mais, até mesmo por grandes pressões negativas, mas se os músculos inspiratórios são fracos, seu esforço máximo pode não ser suficiente para expandir os pulmões. Da mesma forma, se os músculos expiratórios são fracos, eles podem não ser capazes de comprimir os pulmões para o volume residual (VR) normal. A baixa capacidade vital (CV) ou CPT pode, assim, ser um sinal de doença pulmonar “restritiva” ou fraqueza da musculatura inspiratória, enquanto um alto VR ou uma pequena reserva de volume expiratório pode sinalizar qualquer aprisionamento de ar de vias aéreas obstruídas ou fraqueza dos músculos expiratórios. Para decidir entre a fraqueza muscular e doença pulmonar, é necessária a realização de testes de força muscular respiratória que são independentes da condição do pulmão. A aferição da pressão inspiratória máxima (Pimáx) e da pressão expiratória máxima da boca (Pemáx) são testes simples para este fim, constituindo a avaliação da função neuromuscular do diafragma, músculos abdominais, intercostais e acessórios⁶.

Embora a inscrição em um programa regular de fisioterapia respiratória é considerado padrão em pacientes com bronquiectasia^{7,8}, ainda há uma lacuna na comunidade científica a respeito dos efeitos da fisioterapia nesta população, não havendo estudos de metodologia adequada para apoiar a eficácia e efetividade.

Neste sentido, esta investigação teve por objetivo avaliar a força muscular respiratória e o pico de fluxo de pacientes com bronquiectasia submetidos à reabilitação respiratória.

MÉTODOS

Amostra

Este estudo clínico, de delineamento experimental, teve sua amostra composta de pacientes com bronquiectasia, encaminhados para a Divisão de Fisioterapia da Policlínica Piquet Carneiro – Rio de Janeiro – no período de Janeiro de 2012 à Junho de 2012.

A seleção da amostra foi realizada de forma aleatória, de acordo com uma lista de espera, obedecendo aos critérios de inclusão e exclusão. A primeira metade (n = 21) pertencia ao grupo experimental (GE) e a metade final (n = 22), ao grupo controle (GC).

Os voluntários deveriam atender aos critérios de inclusão: terem, no mínimo, cinco anos de comprometimento da patologia (bronquiectasia); serem adultos até 59 anos; estarem em acompanhamento médico regular no ambulatório médico que os encaminharam para a fisioterapia. Os critérios de exclusão são: terem menos de 75% de assiduidade ao tratamento; falta de regularidade no controle medicamentoso e terem qualquer outro tipo de doença pulmonar associada ou cardíaca.

Após o crivo dos critérios de inclusão e exclusão, a amostra foi dividida em: GE (n = 13, idade = 60 ± 14,86 anos) e GC (n = 13, idade = 58 ± 13,90 anos).

O presente trabalho atendeu às normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde de 10/10/1996 e da Resolução de Helsinki.

Todos os participantes do estudo concordaram em assinar o Termo de Participação Consentida, contendo: objetivo do estudo, procedimentos de avaliações, caráter de voluntariedade da participação do sujeito. Além disso, foi elaborado um Termo de Informação à Instituição na qual realizou-se a pesquisa, com os mesmos itens do Termo de Participação Consentida. O estudo teve seu projeto de pesquisa submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto, havendo sido aprovado sob n.º CAAE: 0271.0.228000-11.

Procedimentos

Inicialmente, todas as participantes passaram por uma anamnese, constando de questões referentes aos aspectos sociodemográficos: idade, sexo, cor, estado civil, escolaridade, atividade laboral, e aos aspectos de saúde; medicamentos utilizados, presença ou não de doenças auditivas, visuais, diabetes, hipertensão arterial, fraturas, entre outras.

Avaliação da força muscular respiratória – pimáx e pemáx

A avaliação da força muscular inspiratória (pressão inspiratória máxima – Pimáx) é realizada através de um aparelho denominado Manovacúmetro. O equipamento é utilizado através de um bocal, e o nariz do paciente deve ser ocluído (com um *clamp* nasal). A medida é feita a partir do volume residual. O orifício deve ser ocluído imediatamente no início da inspiração. A inspiração contra uma via ocluída gera uma pressão negativa intratorácica que pode ser verificada no manômetro. A inspiração deve durar pelo menos 3 segundos, e deve ser realizada com o máximo de força possível. Este procedimento deve ser repetido por três vezes, pegando-se o melhor resultado. A pressão medida é um somatório da força dos músculos que participam da inspiração, não havendo como isolar somente a medida relativa ao diafragma. Porém, deve ser lembrado que ele é o responsável por cerca de 70% do esforço inspiratório e que o examinador estará ao lado do indivíduo orientando-o a respeito do padrão respiratório no momento da medida, tornando-a mais fidedigna. A aferição da força muscular expiratória (pressão expiratória máxima – Pemáx) é semelhante, porém, a medida é feita a partir da capacidade pulmonar total. O orifício deve ser ocluído imediatamente no início da expiração. A expiração contra uma via ocluída gera uma pressão positiva intratorácica que pode ser verificada no manômetro⁹.

Avaliação do pico de fluxo – peak flow

O aparelho denominado *peak flow* é um instrumento que serve para medir a eficácia da função pulmonar. É um aparelho pequeno, portátil e econômico, que mede o pico de fluxo expiratório (PFE), podendo ser de grande utilidade para os pacientes com bronquiectasia. Alguns passos deverão ser seguidos em sua aferição:

- 1) Certifique-se de que o “contador” está em zero.
- 2) Coloque-se de pé, ou sentado.
- 3) Inspire o mais profundamente possível.
- 4) Coloque o medidor na boca e aperte a boquilha com os lábios para evitar que o ar se escape para fora do medidor.

- 5) Sobre o mais forte e rapidamente que conseguir, durante 2 segundos.
- 6) Não tussa nem bloqueie a boquilha com saliva ou com a língua.
- 7) Anote o valor obtido.
- 8) Repita o processo mais duas vezes e aponte o valor mais elevado no seu registo (os três valores obtidos devem ser similares).

Cumpra as indicações de limpeza do *peak-flow* para garantir a precisão das leituras futuras.

Tratamento fisioterápico – reabilitação respiratória

O tratamento fisioterápico foi composto das seguintes etapas⁷: nebulização (de acordo com a ausculta pulmonar); Flutter®; tosse assistida, acompanhada de *huffing*; técnica manual de desobstrução brônquica (vibro-compressão torácica) associada ao uso de decúbitos, para drenagem desta secreção; incentivador inspiratório (Respirom®); exercícios respiratórios associados à elevação, abdução lateral e vertical de membros superiores. Com a evolução do tratamento, estes exercícios foram realizados com aumento de carga (uso de caneleiras nos bastões e de *thera band*®).

Com a gradual melhora do quadro, também foi realizado¹⁰: trabalho de condicionamento aeróbico, em esteira ergométrica, com controle da intensidade pela frequência cardíaca e monitorização da saturação do oxigênio pelo oxímetro de pulso. Caso houvesse necessidade, o paciente teria o suporte de oxigênio durante o treinamento; exercícios de resistência muscular localizada (subir e descer rampas e degraus; sentar e levantar da cadeira) e de força muscular dos membros superiores e inferiores, com protocolo de intensidade individualizado.

O Grupo experimental foi submetido ao tratamento com reabilitação respiratória duas vezes por semana, com duração de 40 minutos por sessão, no período de 12 semanas e, o grupo controle manteve o tratamento conservador clínico, sem acompanhamento da fisioterapia, durante o período da pesquisa, pois fazia parte de uma lista de espera para o atendimento.

Tratamento estatístico

A análise de dados deu-se por meio de tratamento estatístico. Foi utilizada estatística descritiva, com média e desvio-padrão. Na análise inferencial foi utilizado, para a normalidade dos dados, o teste de Shapiro Wilk; para a comparação intra-grupos teste t pareado (força muscular respiratória) e teste de Wilcoxon (pico de fluxo); para a comparação inter-grupos, a ANOVA 2 x 2 seguida do Post Hoc de Tukey. O nível de significância adotado para o estudo foi de $p < 0,05$. Os dados do estudo foram tratados pelo programa SPSS 20.0 e Excel.

RESULTADOS

Os resultados descritivos e a análise inferencial de Shapiro Wilk da amostra, em relação as variáveis dependentes, estão expostos na tabela 1. Nela pode-se observar que apenas o PFE apresentou uma distribuição não normal dos dados, tanto no GE como no GC.

A figura 1 apresenta a comparação entre os momentos pré e pós-teste de ambos os grupos. Na comparação intra-grupos, houve aumento significativo apenas nas variáveis do GE, a saber: Pimáx ($\Delta\% = 29,57\%$; $p < 0,001$); Pemáx ($\Delta\% = 19,88\%$; $p < 0,001$) e PFE ($\Delta\% = 10,44\%$; $p = 0,016$). Na comparação inter-grupos, houve aumento satisfatório, no

pós-teste, no grupo experimental, em relação ao grupo controle na força muscular respiratória (Pimáx: $p = 0,005$ e Pemáx: $p = 0,005$). Os grupos não apresentaram diferença significativa na fase pré-teste.

Em relação ao poder do experimento, foram encontrados valores de 94 % na Pimáx, 96% na Pemáx e 87% no PFE.

DISCUSSÃO

Embora a fisioterapia respiratória seja considerada fundamental para o tratamento de pacientes hipersecretivos, há poucas evidências acerca de seus efeitos fisiológicos e terapêuticos em indivíduos com bronquiectasia. Neste sentido, justifica-se a relevância do vigente estudo.

O estudo de Guimarães et al.¹¹ demonstrou que o ELTGOL (*L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en Decubitus Lateral*) e o FLUTTER reduziram agudamente a hiperinsuflação pulmonar – volume residual (VR), da capacidade residual funcional (CRF) e da CPT – $p < 0,05$ –, embora apenas o ELTGOL foi eficaz na remoção de secreção pulmonar de pacientes com bronquiectasia. Em relação ao PFE, os achados dessa investigação corroboram com aqueles expostos na figura 1, pois, embora tenha havido melhora desta variável na comparação intra-grupo do GE, não houve diferença significativa desta variável entre os grupos experimental e controle, muito embora na pesquisa de Guimarães et al.¹¹ tenha sido utilizado a prova de função pulmonar na avaliação.

Tabela 1

Análise descritiva da amostra

		Grupo experimental		Grupo controle	
		Média ± sd	SW - p-valor	Média ± sd	SW - p-valor
Pimáx (cmH ₂ O)	pré-teste	61,15 ± 11,02	0,937	58,08 ± 19,85	0,207
	pós-teste	79,23 ± 16,94		56,15 ± 18,05	
Pemáx (cmH ₂ O)	pré-teste	61,92 ± 9,02	0,179	59,62 ± 14,93	0,260
	pós-teste	74,23 ± 7,87		58,08 ± 13,00	
PFE (l/min)	pré-teste	256,31 ± 116,51	0,002	276,92 ± 101,03	0,022
	pós-teste	283,08 ± 108,20		277,69 ± 100,35	

Pimáx: pressão inspiratória máxima; Pemáx: pressão expiratória máxima; PFE: pico de fluxo expiratório; sd: desvio-padrão; SW: Shapiro Wilk.

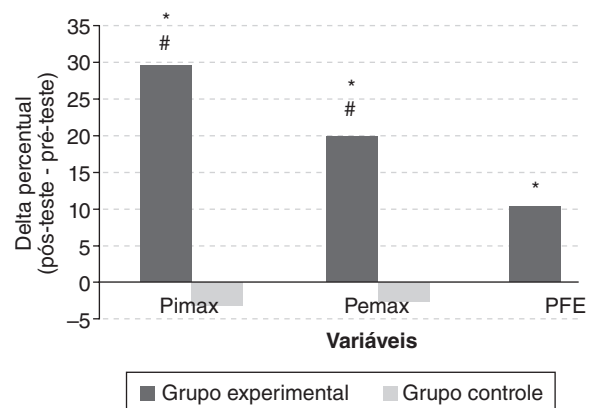


Fig. 1: Comparação intra e inter-grupos pelo delta percentual.

* $p < 0,05$; pré-teste x pós-teste; # $p < 0,05$; pós-teste GE x pós-teste GC; Pimáx: pressão inspiratória máxima; Pemáx: pressão expiratória máxima; PFE: pico de fluxo expiratório.

De acordo com Van der Schans et al.¹², a utilização de testes de função pulmonar em curto prazo é um método limitado para avaliação de técnicas de remoção de secreção brônquica. O efeito compressivo da manobra forçada sobre as vias aéreas, além da possível presença de secreções em vias aéreas intermediárias, pode justificar a ausência de diferenças significativas nas variáveis espirométricas. Outros estudos não evidenciaram diferença significativa no PFE, quando comparados os resultados com o grupo controle^{13,14}.

Antunes et al.¹⁵ compararam a eficácia da fisioterapia respiratória convencional com o *flutter*, em pacientes com bronquiectasia. Dez portadores desta doença foram submetidos a sessões com *flutter*, na primeira semana e drenagem postural, percussão e vibração, na segunda semana, alternando entre elas até a quarta semana e com frequência de duas vezes semanais. A quantidade média de secreção expectorada nos dois programas não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Os autores concluíram que tais técnicas são igualmente eficazes na remoção de secreções em pacientes bronquiectásicos. Semelhantemente, no vigente estudo, foi utilizado o *flutter* e estas técnicas. No entanto, por ser bem comprovada a eficácia deste aparelho e das técnicas fisioterapêuticas na remoção de secreção^{13,16-18}, este não foi nosso foco de observação.

Na bronquiectasia, a disfunção muscular é causada pela inflamação, pelas alterações nas trocas gasosas, pelo desequilíbrio eletrolítico, pelo sedentarismo, pela má nutrição e pelas drogas. A fraqueza muscular periférica e a falta de resistência afeta, negativamente, a capacidade de exercício e a percepção de fadiga¹⁹. Por este motivo é que é importante avaliar a repercussão da fisioterapia respiratória na força muscular respiratória, conforme o objetivo de nossa investigação. Os dados expostos na figura 1 corroboram com os achados de Liaw et al.²⁰. Em um estudo clínico randomizado, estes pesquisadores realizaram um programa de treinamento muscular inspiratório em pacientes com bronquiectasia. Em seus resultados, observaram aumento significativo da força muscular inspiratória tanto intra-grupos ($60,8 \pm 21,8$ vs. $84,6 \pm 29,0$ cmH₂O, $p = 0,004$), como inter-grupos ($23,8 \pm 25,3$ vs. $2,3 \pm 16,4$ cmH₂O, p -value = $0,005$). Semelhantes resultados foram encontrados na força muscular expiratória na análise intra-grupo ($72,3 \pm 31,1$ vs. $104,2 \pm 35,7$ cmH₂O, $p = 0,004$) e inter-grupo ($31,9 \pm 30,8$ vs. $11,5 \pm 20,8$ cmH₂O, p -value = $0,038$).

No entanto, pela escassez de trabalhos, mais estudos randomizados devem ser realizados para avaliar a força muscular respiratória destes pacientes, uma vez que nos achados de Newall et al.²¹, apesar do programa de reabilitação pulmonar ter repercutido na melhora da força muscular respiratória, não houve diferença significativa da Pimáx ($p > 0,05$) entre o grupo de treinamento muscular inspiratório ($\Delta = 21,4$ cm H₂O, $p = 0,008$) e o grupo placebo – apenas a reabilitação, sem treinamento muscular específico ($\Delta = 12,0$ cm H₂O, $p = 0,04$).

Como limitações do presente estudo, pode-se citar o pequeno tamanho amostral. Apesar disso, o presente estudo apresentou um poder do experimento satisfatório (máximo de 96% e mínimo de 87%), concluindo que o tratamento proposto neste trabalho repercute em aumento da força muscular respiratória e do pico de fluxo expiratório em pacientes com bronquiectasia. Todavia, são necessários futuros estudos que comparem protocolos fisioterapêuticos, sua duração, repetições, frequências, número de profissionais envolvidos, descrição de técnicas selecionadas e sua relação com o custo-benefício do paciente na bronquiectasia, incluindo outros desfechos clinicamente relevantes, como a redução das exacerbações e a melhora da função pulmonar em longo prazo.

RESUMO

Objetivo. Esta investigação teve por objetivo avaliar a força muscular respiratória e o pico de fluxo expiratório de pacientes com bronquiectasia submetidos a reabilitação respiratória.

Método. Estudo clínico, experimental, no qual, após o crivo dos critério de inclusão e exclusão, a amostra foi dividida, aleatoriamente, em: Grupo experimental (GE, $n = 13$, idade = $60 \pm 14,86$ anos) – os quais foram submetidos ao tratamento com reabilitação respiratória duas vezes por semana, com duração de 40 minutos por sessão, no período de 12 semanas e Grupo controle (GC, $n = 13$, idade = $58 \pm 13,90$ anos) – pacientes com tratamento conservador clínico, sem acompanhamento da fisioterapia, durante o período da pesquisa, pois faziam parte de uma lista de espera para o atendimento. As variáveis dependentes do estudo foram a força muscular respiratória (pressão inspiratória máxima – Pimáx– pressão expiratória máxima – Pemáx) e o pico de fluxo expiratório (PFE), avaliados pelo manovacuômetro e pelo *peak flow*[®], respectivamente. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Resultados. Na comparação intra-grupos, houve aumento significativo apenas nas variáveis do GE, a saber: Pimáx ($\Delta = 18,08$ cmH₂O; $p < 0,001$); Pemáx ($\Delta = 12,31$ cmH₂O; $p < 0,001$) e PFE ($\Delta = 26,77$ l/min; $p = 0,016$). Na comparação inter-grupos, houve aumento satisfatório, no pós-teste, no GE, em relação ao GC na Pimáx e Pemáx ($p = 0,005$).

Conclusões. Desta forma, infere-se que o tratamento fisioterápico proposto influencia no aumento da força muscular respiratória e no pico de fluxo expiratório de pacientes com bronquiectasia.

Palavras-chave:

Bronquiectasia.

Força muscular respiratória.

Pico de fluxo expiratório.

Referências

- Barker AF. Bronchiectasis. *N Engl J Med* 2002;346:1383-93.
- Swinson DR, Symmons D, Suresh U, Jones M, Booth J. Decreased survival in patients with co-existent rheumatoid arthritis and bronchiectasis. *Br J Rheumatol*. 1997;36:689-91.
- Martínez-García MA, Soler-Cataluna JJ, Perpina-Tordera M, Roman-Sánchez P, Soriano J. Factors associated with lung function decline in adult patients with stable non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Chest*. 2007;132:1565-72.
- Keistinen T, Saynajakangas O, Tuuponen T, Kivela SL. Bronchiectasis: an orphan disease with a poorly-understood prognosis. *Eur Respir J*. 1997;10:2784-7.
- Martínez-García MA, Perpina-Tordera M, Roman-Sánchez P, Soler-Cataluna JJ. Quality-of-life determinants in patients with clinically stable bronchiectasis. *Chest*. 2005;128:739-45.
- Evans JA, Whitelaw WA. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respir Care* 2009;54:1348-59.
- Garrod R, Lasserson T. Role of physiotherapy in the management of chronic lung diseases: an overview of systematic reviews. *Respir Med*. 2007;101:2429-36.
- McCool FD, Rosen MJ. Nonpharmacologic airway clearance therapies: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2006;129:250S-9S.
- Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, Jones DA. Specific respiratory warm-up improves rowing performance and exertional dyspnea. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33:1189-93.
- Brooks D, Sottana R, Bell B, Hanna M, Laframboise L, Selvanayagarajah S, et al. Characterization of pulmonary rehabilitation programs in Canada in 2005. *Can Respir J*. 2007;14:87-92.
- Guimaraes FS, Moco VJ, Menezes SL, Dias CM, Salles RE, Lopes AJ. Effects of ELTGOL and Flutter VPR1(R) on the dynamic and static pulmonary volumes and on the secretion clearance of patients with bronchiectasis. *Rev Bras Fisioter*. 2012;16:108-13.
- Van Der Schans CP, Postma DS, Koeter GH, Rubin BK. Physiotherapy and bronchial mucus transport. *Eur Respir J*. 1999;13:1477-86.
- Thompson CS, Harrison S, Ashley J, Day K, Smith DL. Randomised crossover study of the Flutter device and the active cycle of breathing technique in non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Thorax*. 2002;57:446-8.
- McConnell AK, Caine MP, Donovan KJ, Toogood AK, Miller MR. Inspiratory muscle training improves lung function and reduces exertional dyspnoea in mild/moderate asthmatics. *Clin Sci*. 1998;95.
- Antunes LCO, Carvalho SMF, Borges FD, Assis VLG, Godoy I. Comparação da eficácia da fisioterapia respiratória convencional com o flutter VPR1 em pacientes com bronquiectasia. *Salusvita*. 2011;20:11-21.

16. Jones AP, Rowe BH. WITHDRAWN: Bronchopulmonary hygiene physical therapy for chronic obstructive pulmonary disease and bronchiectasis. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;CD000045.
17. Jones A, Rowe BH. Bronchopulmonary hygiene physical therapy in bronchiectasis and chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Heart & lung: the journal of critical care*. 2000;29:125-35.
18. Ramos E, Ramos D, Iyomasa D, et al. Influence that oscillating positive expiratory pressure using predetermined expiratory pressures has on the viscosity and transportability of sputum in patients with bronchiectasis. *J Bras Pneumol*. 2009;35:1190-7.
19. Ozalp O, Inal-Ince D, Calik E, Vardar-Yagli N, Saglam M, Savci S, et al.. Extrapulmonary features of bronchiectasis: muscle function, exercise capacity, fatigue, and health status. *Multidisciplinary respiratory medicine*. 2012;7:3.
20. Liaw MY, Wang YH, Tsai YC, Huang KT, Chang PW, Chen YC, et al. Inspiratory muscle training in bronchiectasis patients: a prospective randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2011;25:524-36.
21. Newall C, Stockley RA, Hill SL. Exercise training and inspiratory muscle training in patients with bronchiectasis. *Thorax*. 2005;60:943-8.



Revisión

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

Tecido adiposo, hormônios metabólicos e exercício físico

G. Rosa^{a,b}, D. B. Mello^{a,c}, M. S. R. Fortes^d e E. H. M. Dantas^a

^aLaboratório de Biociências da Motricidade Humana (LABIMH), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brasil.

^bDepartamento de Educação Física e Desportos, Universidade Federal Fluminense – UFF – Niterói, Brasil.

^cEscola de Educação Física do Exército – EsEFEx/EB, Rio de Janeiro, Brasil.

^dInstituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército, IPCFEx/EB, Rio de Janeiro, Brasil.

Historia del artículo:

Recibido el 11 de julio de 2012

Aceptado el 11 de octubre de 2012

Palavras-chave:

Tecido adiposo.

Citoquinas.

Exercício físico.

Hormônios.

Key words:

Adipose tissue.

Cytokines.

Physical exercise.

Hormones.

RESUMEN

Tejido adiposo, hormonas metabólicas y ejercicio físico

Objetivo. Debido a que producen y secretan diversas sustancias bioactivas, se le dio la función de órgano endocrino al tejido adiposo. El objetivo de este estudio fue hacer una revisión de este papel del tejido adiposo a través de la producción de citocinas/adipoquinas, sobre el papel de la grelina como hormona metabólica, y el comportamiento de estas sustancias en respuesta al ejercicio agudo y crónico con características diferentes.

Método. Se seleccionaron los artículos científicos publicados en revistas indexadas en PubMed, Google Scholar y SciELO correlacionando las siguientes palabras clave: tejido adiposo, citocinas, adipoquinas, leptina, adiponectina, ghrelina, factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), ejercicio, ejercicio aeróbico, ejercicio de fuerza y hormonas.

Resultados. Los estudios sugieren efectos positivos del ejercicio físico sobre las variables analizadas.

Conclusión. Se evidencia la importancia de un estilo de vida activo.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Adipose tissue, metabolic hormones and physical exercise

Objective. Due the fact of to produce and to secret several bioactive substances, was given to adipose tissue the role of endocrine organ. The aim of this study was to realize a review about this role of the adipose tissue through the production of cytokines/adipocytokines, about the ghrelin and its role of metabolic hormone, in addition to the response of these substances to acute and chronic physical exercise with distinct characteristics.

Method. Were selected articles published at journals indexed in the basis PubMed, SciELO and Scholar Google correlating the key words: adipose tissue, cytokines, adipocytokines, leptin, adiponectin, ghrelin, tumoral necrosis factor - α (TNF- α), physical exercise, aerobic exercise, strength exercise and hormones.

Results. The studies suggest positive effects of physical exercise with distinct characteristics on the analyzed variables

Conclusion. The obtained data show the importance of an active life style.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondência:

G. Rosa.

Rua Piraquara, nº 879. Realengo.

Rio de Janeiro – RJ.

CEP: 21755-270

E-mail: grfitness@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da epidemia de sobrepeso e obesidade¹, caracterizados por aumento excessivo na quantidade de gordura corporal², estudos³⁻⁸ que analisam o tecido adiposo e suas funções são realizados.

Observado apenas como tecido armazenador de gordura durante muitos anos⁷, foi conferida na última década ao tecido adiposo a função de órgão endócrino^{3,4}. Tal papel foi atribuído a este tecido devido a sua capacidade de produzir e secretar diversas substâncias bioativas, como a leptina, a adiponectina, e o fator de necrose tumoral - α (TNF- α)³⁻⁵. Estas substâncias são conhecidas como citoquinas ou adipocitoquinas⁵.

A grelina é um hormônio⁹ que, apesar de não ser secretada pelo tecido adiposo e consequentemente não ser classificada como adipocitoquina, apresenta um papel fundamental no metabolismo energético através da indução da ingestão alimentar, da redução no gasto metabólico e da obesidade¹⁰.

As adipocitoquinas desempenham um papel ativo no balanço energético e, além disso, estão direta ou indiretamente relacionadas com processos que contribuem para o desenvolvimento de aterosclerose, hipertensão arterial, diabetes do tipo 2 e dislipidemias^{3,5,11}.

O conhecimento a respeito da ação endócrina do tecido adiposo, bem como dos efeitos do exercício físico sobre as adipocitoquinas, é de fundamental importância no contexto de que sejam buscadas novas estratégias de prevenção e tratamento do sobrepeso, da obesidade e da síndrome metabólica.

Assim, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão sobre o papel do tecido adiposo com órgão endócrino através da produção das citoquinas/adipocitoquinas, a grelina em sua função de hormônio metabólico, além do comportamento das mesmas em resposta ao exercício físico agudo e crônico com diferentes características.

MÉTODOS

Os artigos utilizados na pesquisa foram selecionados nas bases de dados *full text*: PubMed, SciELO e Scholar Google, através da busca por “tecido adiposo, citoquinas, adipocitoquinas, leptina, adiponectina, grelina, fator de necrose tumoral - α (TNF- α), exercício físico, exercício aeróbico, exercício de força e hormônios”. Encontrou-se, no total, 626 referências.

Como critérios de inclusão foram consideradas quaisquer formas de vinculação de conhecimento (artigo, livro, CD-Rom, hipertexto) que contemplasse o conteúdo selecionado, que contivesse os descritores desejados e que possuíssem conteúdo científico consistente; e como critério de exclusão, as fontes que não permitissem a aplicação integral do método escolhido, por não possuírem os fatores de avaliação de qualidade determinados.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão citados chegou-se a 80 referências.

DESENVOLVIMENTO

Leptina

A leptina, cujo nome é derivado da palavra “leptos” que em grego significa “magro”¹², é um hormônio que vem sendo alvo de investigações⁷. Seu principal sítio de produção é o tecido adiposo branco, porém já foi

observada sua expressão em outros tecidos, como o estômago, a placenta, a glândula mamária e o tecido muscular^{5,13,14}.

Popularmente conhecida como hormônio da saciedade, a leptina recebeu esta atribuição devido a sua função de ação hipotalâmica e como sinal aferente da regulação do peso corporal⁵. Esse hormônio sinaliza o hipotálamo a respeito das reservas energéticas, modulando o funcionamento dos eixos hormonais que envolvam o hipotálamo e a hipófise¹³.

Com o objetivo de regular o apetite e o gasto energético, e agindo através de receptores específicos, a leptina modifica a expressão e a atividade de inúmeros peptídeos hipotalâmicos¹⁵. Tais receptores se apresentam em cinco isoformas distintas: o receptor longo (Ob-Rb), os receptores curtos (Ob-Ra, c e d), além do receptor solúvel (Ob-Re).

O receptor longo é expresso em algumas regiões do cérebro e responde às ações centrais da leptina. Já a isoforma curta do receptor (Ob-Ra) é amplamente distribuída nos diferentes tecidos corporais^{13,14}.

Uma mutação nos receptores da leptina tem sido descrita e caracterizada pela produção de hiperfagia e obesidade. Afirma-se que ratos obesos e diabéticos produzem leptina, mas possuem uma insensibilidade hipotalâmica aos seus efeitos, ou seja, um modelo de resistência à leptina¹⁶.

Nos seres humanos o modelo de resistência à leptina seria muito prevalente⁶. Tem sido sugerido que a obesidade ocorre porque, depois de certos níveis de leptina, o sistema de transporte hematoencefálico fica saturado ou desenvolve uma alteração em seus receptores no plexo coróide¹⁷.

Perante este estado de resistência é que a grande maioria das pessoas obesas têm um apetite excessivo, apesar de ter um excesso de leptina, ou seja, o hormônio que envia informações não é registrado pelo cérebro para que este possa produzir uma diminuição em sua resposta¹⁶⁻¹⁸.

Alguns fatores parecem exercer influência sobre os níveis plasmáticos deste hormônio, como por exemplo, a atividade simpática¹⁵.

A ativação do sistema nervoso simpático (SNS) por intermédio dos adreno-receptores β -3 em modelos animais leva a uma diminuição da expressão do gene da leptina¹⁹. Devido a seu controle sobre a lipólise no tecido adiposo branco é razoável supor que a ativação do SNS tenha uma participação primordial na queda das concentrações de leptina durante o jejum¹⁵.

Além da atividade simpática, os níveis da leptina podem ser influenciados pelos glicocorticóides, insulina, jejum, alterações no peso corporal e no balanço energético e o exercício físico¹⁵.

Leptina e exercício físico

A relação entre a leptina e o exercício físico é descrita na literatura. A revisão de Benatti²⁰ contemplou alguns estudos que foram realizados para a verificação dos efeitos do exercício moderado prolongado (aeróbico) agudo e crônico sobre as concentrações de leptina.

Concluiu-se que de forma aguda, o desequilíbrio energético induzido pelo esforço físico parece ser essencial para possíveis alterações nas concentrações de leptina. Já cronicamente, o treinamento físico aeróbico não apenas tem efeitos na composição corporal, mas também na regulação hormonal, os quais são fatores que influenciam diretamente a expressão e concentração desse hormônio.

São recomendados ainda, devido aos resultados conflitantes relatados, estudos futuros devido à importância do conhecimento sobre a leptina e sua resposta ao exercício físico.

A revisão de Mota⁹ teve como objetivo abordar os conhecimentos mais recentes sobre a leptina, a grelina e o papel dos diferentes tipos de exercício físico sobre estes hormônios.

Quanto aos exercícios aeróbicos, o autor relata que até o momento não existem resultados conclusivos em relação aos seus efeitos sobre os níveis plasmáticos de leptina em humanos. Em relação aos exercícios de força, os estudos mostram que os níveis da variável parecem não ser influenciados por esse tipo de exercício, independentemente do protocolo empregado.

Em pesquisa experimental realizada com camundongos, Flores²¹ mostrou que infusões de leptina reduziram a ingestão alimentar em camundongos exercitados em maior taxa do que os animais controle. Além disso, relata que o exercício foi associado a um notável aumento da fosforilação/atividade de diversas proteínas que estão envolvidas no sinal da leptina no hipotálamo.

Assim, conclui que a hipótese de que ações de exercício que suprimam o apetite possam ser mediadas pelo hipotálamo.

Ozcelik²² realizou um estudo com objetivo de investigar os efeitos de diferentes protocolos de redução de peso corporal sobre os níveis de leptina em mulheres obesas. Vinte e quatro voluntárias foram divididas em três grupos que participaram da intervenção durante 12 semanas. Os grupos foram divididos de acordo com os protocolos de redução do peso, da seguinte forma: grupo Orlistat, grupo exercício físico, grupo exercício físico aeróbico + Orlistat.

Houve redução significativa nos níveis de leptina nos sujeitos de todos os grupos, com resultados mais expressivos no grupo exercício físico aeróbico + Orlistat. Dessa forma, a combinação de farmacoterapia com o exercício físico aeróbico produziu redução nos níveis de leptina.

A pesquisa de Kondo²³ analisou possíveis efeitos do exercício aeróbico sobre o nível circulante de adipocitoquinas, dentre elas a leptina. Como resultado, houve uma redução nos níveis das variáveis, tendo a leptina uma queda de 25% em resposta ao exercício aeróbico com 30 minutos de duração, em cinco dias na semana por sete meses e com intensidade em torno de 60 - 70% da FC de reserva.

Zoladz²⁴ realizou um estudo com a hipótese de que alterações nas concentrações plasmáticas de leptina e grelina induzidas pelo jejum ou pelo exercício, podem influenciar as respostas cardiovasculares.

Foram realizados testes em cicloergômetro em oito voluntários não fumantes. Os sujeitos realizaram testes em duas diferentes condições. Para ambos houve incremento de 30W na carga a cada três minutos. O primeiro teste, com os indivíduos alimentados, consistiu em pedalar até a exaustão. O segundo teste, aproximadamente uma semana depois, com os indivíduos em jejum, consistiu em pedalar até alcançar a carga de 150W.

Os resultados dessa pesquisa demonstram que, em repouso, as concentrações de leptina no estado alimentado não apresentaram diferença significativa em relação aos níveis da mesma variável no estado de jejum, e que o incremento de carga em ambos os estados não causou qualquer alteração nas concentrações de leptina em relação aos níveis de repouso.

O estudo conduzido por Zafeiridis²⁵ objetivou examinar os efeitos agudos de diferentes protocolos de treinamento de força sobre os níveis séricos de leptina.

Para isso, o grupo de dez voluntários do sexo masculino realizou os seguintes protocolos de treinamento: força muscular (F) 4 X 10 com 88% 1RM e três minutos de intervalo entre as séries, hipertrofia muscular (H) 4 X 10 com 75 % 1RM com dois minutos de intervalo entre as séries, resistência muscular (R) 4 X 15 com 60 % 1RM com um minuto de interva-

lo entre as séries, e uma sessão controle. As amostras sanguíneas foram coletadas antes, imediatamente após o exercício e após trinta minutos de recuperação.

Houve redução nos níveis de leptina após os protocolos F e H comparados aos valores pré exercício. Não houve diferença nos níveis da variável após o protocolo R e após a sessão controle. Durante o período de recuperação os valores da leptina continuaram a apresentar redução significativa em todos os protocolos, contudo, não foram observadas diferenças entre os protocolos.

Em conclusão o autor afirma que os protocolos utilizados não resultaram em alterações agudas nos níveis da leptina. Entretanto, ressalta que os efeitos tardios causados pelas sessões de exercício sobre a variável devem ser considerados.

Ishigaki²⁶ verificou os níveis de leptina em treze corredores de elite do sexo masculino após treinamento de alta intensidade. Foram coletadas amostras sanguíneas antes e após oito dias de treinamento, nos quais os sujeitos completaram ao final uma média de 284 Km. Não foram observadas alterações significativas nos níveis da variável após o período de treinamento.

Klimcakova²⁷ realizou um estudo que analisou os níveis plasmáticos de leptina em resposta ao treinamento de força. O programa de treinamento, que foi realizado por três meses, consistiu em uma série de doze a quinze repetições com intensidade de 60 - 70% de 1RM para cada um dos dezesseis exercícios escolhidos. O número de séries por exercício foi adaptado de acordo com a progressão da aptidão dos sujeitos. Seus resultados apontam uma redução de 21% na concentração plasmática de leptina em 19 sujeitos dos 20 que compuseram a amostra do estudo.

Rosa et. al²⁸ observaram redução significativa nos níveis séricos de leptina após uma única sessão de exercício aeróbico (ciclismo indoor) combinado com exercício de força. Essa combinação é denominada treinamento concorrente²⁹.

O estudo de Rosa et al.³⁰ analisou o efeito de distintas ordens de execução do treinamento concorrente sobre as concentrações de leptina. Os resultados demonstraram que houve redução nos níveis da variável tanto na sessão em que o exercício aeróbico precedeu o exercício de força, como na sessão na qual o exercício de força foi seguido pelo exercício aeróbico. Assim, conclui-se que a ordem de execução do treinamento concorrente não altera o comportamento da leptina em resposta ao exercício físico.

Para Rosa et. al³¹ os efeitos do treinamento concorrente sobre as concentrações da leptina parecem ser dependentes da intensidade, visto que em seu estudo, apenas o grupo que se exercitou com intensidade elevada demonstrou redução significativa nos níveis da variável. O grupo que se exercitou com intensidade moderada não demonstrou alterações nos níveis de leptina.

Adiponectina

A adiponectina é um hormônio secretado especificamente nos adipócitos que está envolvido na regulação da glicose, no metabolismo dos ácidos graxos³², e na proteção das paredes arteriais contra a arteriosclerose³³. Além disso, baixos níveis de adiponectina estão associados à resistência à insulina e ao câncer de mama³⁴, visto que este hormônio pode controlar diretamente o crescimento da célula cancerosa³⁵.

A adiponectina também é conhecida como Acrp30, adipQ, apM1 e GBP28³⁶, e devido à sua importância no processo de modulação do metabolismo da glicose por seu efeito sobre a sensibilidade à insulina, pode-se afirmar que a mesma é um hormônio chave na ligação entre o te-

cido adiposo e o metabolismo corporal da glicose³⁷, no entanto, o mecanismo exato pelo qual este hormônio exerce efeitos benéficos em relação à tolerância à glicose em humanos continua a ser investigado³⁸.

Em contraste com outras moléculas derivadas dos adipócitos, a adiponectina parece exercer também propriedades anti-inflamatórias, já que esta é considerada um fator importante na patogênese das doenças metabólicas³⁹, devido aos seus efeitos anti-aterogênicos, anti-diabéticos e anti-inflamatórios⁴⁰. Indivíduos com concentrações mais altas de adiponectina apresentam menor de risco de doenças cardiovasculares e metabólicas⁴¹.

No estudo de Engeli³⁶, valores reduzidos nos níveis de adiponectina foram associados a níveis elevados de hs-CRP e IL-6, dois mediadores de inflamação e marcadores de risco cardiovascular aumentado.

Baixos níveis séricos de adiponectina também estão associados à obesidade³⁴ e à síndrome metabólica³⁷, nesse sentido, intervenções que objetivem a redução de peso e que promovam aumento nos níveis de adiponectina são particularmente importantes⁴².

O estudo de Shahar⁴³ afirma que existe correlação inversa entre o peso corporal e os níveis de adiponectina. Demonstra ainda que indivíduos engajados em exercício físico possuem níveis mais elevados de adiponectina quando comparados a indivíduos sedentários.

Corroborando com tais dados, Martinez et al.⁴⁴ afirmam que sujeitos com melhor condicionamento cardiorrespiratório e com estado nutricional normal parecem apresentar níveis mais saudáveis de adiponectina.

Adiponectina e exercício físico

Dentre as intervenções capazes de provocar alterações nas concentrações de adiponectina, são observados o exercício aeróbico e o exercício de força⁴².

Lim⁴⁵ observou que houve aumento nos níveis séricos de adiponectina dos sujeitos de sua amostra após dez semanas de exercício aeróbico realizado três vezes por semana, durante sessenta minutos e com intensidade de 70% da capacidade respiratória. Tais aumentos nos níveis desta variável foram acompanhados por melhoras na sensibilidade à insulina, concluindo assim, que o mecanismo que envolve os efeitos do exercício físico e a sensibilidade à insulina, também está relacionado com a adiponectina.

Blüher⁴⁶ observou o comportamento da adiponectina em resposta a exercício aeróbico com características similares às do estudo descrito anteriormente quanto à frequência semanal (três dias) e duração das sessões (60 min), no entanto, seu período de intervenção durou apenas quatro semanas. O autor conclui que a intervenção com exercício aeróbico resultou em aumento tanto nos níveis séricos do hormônio, quanto na expressão de seus receptores, e que tais alterações podem mediar os efeitos benéficos do exercício sobre a resistência à insulina, a glicemia e a lipídemia.

O estudo de Ferguson⁴⁷ teve como objetivo analisar os níveis de adiponectina após uma sessão de exercício aeróbico realizado em cicloergômetro durante 60 minutos e intensidade de 65% do $VO_{2Máx}$. Não houve alterações significativas nas concentrações da variável analisada. Estes dados podem ser explicados pela ausência de alterações no peso corporal dos sujeitos após uma única sessão de exercício, haja vista que alterações nas concentrações de adiponectina estão diretamente relacionadas à redução do peso corporal.

Em contrapartida, Jürimae⁴⁸ observou aumento significativo nos níveis séricos de adiponectina após uma única sessão de exercício de remo com duração aproximada de vinte minutos. Houve aumento significati-

vo nos níveis da variável tanto imediatamente após a sessão de exercício, quanto ao final de trinta minutos de recuperação pós exercício.

Fatouros⁴⁹ utilizou programas de exercício de força com intensidades distintas para avaliar, dentre outras variáveis, o comportamento da adiponectina. O autor observou que o exercício de força pode ser um tratamento efetivo no controle metabólico e do peso corporal. No entanto, as alterações nas concentrações do hormônio provocadas pelo exercício de força parecem ser dependentes da intensidade dos mesmos, já que apenas o grupo que foi submetido ao treinamento com intensidade elevada demonstrou aumento nos níveis séricos da adiponectina.

A pesquisa de Brooks⁵⁰ analisou o comportamento dos níveis séricos de adiponectina após 16 semanas de exercício de força. As sessões tinham duração de 35 minutos e eram realizadas três vezes por semana com intensidade variando entre 60% e 80% de 1 repetição máxima. Após o período de intervenção, foi observado aumento nas concentrações da variável nos sujeitos do grupo experimental quando comparados aos do grupo controle. Tais achados demonstram que o exercício de força se mostrou eficaz em promover aumento nas concentrações de adiponectina, melhorando dessa forma o controle metabólico devido ao aumento da sensibilidade à insulina.

Fatouros⁵¹ investigou o efeito de seis meses de um protocolo de treinamento de força com dez exercícios, realizado três vezes por semana sobre os níveis séricos de adiponectina. Após o período de intervenção, foi observado aumento significativo nas concentrações da variável investigada. Tais aumentos permaneceram após um período de seis meses de destreinamento que ocorreu ao final do período de intervenção.

O estudo de Klimcacova²⁷ teve como objetivo analisar se o aumento da sensibilidade à insulina provocado pelo exercício de força estava associado a alterações nos níveis de citocinas como a adiponectina. Após doze semanas de intervenção, não houve alterações significativas nas concentrações de adiponectina, no entanto, os efeitos benéficos do exercício sobre a sensibilidade à insulina foram evidentes.

Em discordância de publicações anteriores, o autor conclui que citocinas como a adiponectina não são mediadoras do aumento da sensibilidade à insulina provocada pelo exercício de força.

Grelina

A grelina é um hormônio que atua no sistema nervoso central sinalizando a necessidade de ingerir alimentos⁹, apresentando níveis elevados após o jejum e diminuídos após as refeições⁵². É sintetizada principalmente pelas células da camada mucosa da região fúndica do estômago, contudo, uma proporção menor é sintetizada no hipotálamo, duodeno, coração, rins e nos pulmões⁵³.

Os principais fatores que promovem a produção de grelina são o jejum, a hipoglicemia, e níveis elevados de leptina, enquanto que seus principais fatores de inibição são a ingestão alimentar, a hiperglicemia e a obesidade⁵².

Ao se estudar o papel da grelina no metabolismo energético, observa-se que a administração da mesma induz ao comportamento de ingestão alimentar, redução no gasto metabólico e obesidade¹⁰. Em humanos, os níveis plasmáticos de grelina são baixos em sujeitos obesos quando comparados com sujeitos magros⁵⁴.

Gil-Campos⁵² afirma que a regulação do peso corporal através da grelina é alcançada através de complexas vias hormonais e neuroendócrinas, nas quais são envolvidos como elementos críticos dessa regulação, alguns hormônios secretados em proporção à adiposidade corporal, como a leptina e a adiponectina.

Além de seu papel metabólico de estímulo à ingestão alimentar, a grelina é um poderoso estimulador da liberação do hormônio de crescimento (GH), agindo diretamente nos somatotrófos hipofisários e indiretamente nos neurônios secretores de GHRH do núcleo arqueado do hipotálamo⁹. Sabe-se que sujeitos obesos possuem baixa secreção de GH e grelina, e que a administração exógena de grelina nestes indivíduos não altera essa situação⁹.

Grelina e exercício físico

O comportamento dos níveis de grelina em resposta a distintos protocolos de exercícios aeróbicos e de força é abordado em algumas publicações.

Dall⁵⁵ não observou qualquer alteração nos níveis de plasmáticos de grelina após uma sessão de exercício submáximo predominantemente aeróbico. Tal fato ocorreu tanto nos indivíduos do grupo experimental quanto naqueles do grupo controle.

Em seu estudo, Morpurgo⁵⁶ submeteu indivíduos obesos a um programa de redução ponderal com duração de três semanas. Os sujeitos passaram por restrição calórica, exercícios físicos, aconselhamento psicológico e educação nutricional. Ao final do período de intervenção, apesar de os obesos reduzirem o peso corporal e o IMC, nenhuma alteração ocorreu com relação aos níveis de grelina.

Jürimae⁵⁷ observou aumento significativo nos níveis séricos de grelina após uma única sessão de exercício de remo com intensidade máxima, no entanto, após um período de trinta minutos de recuperação pós exercício, as concentrações de grelina não apresentaram diferença significativa em relação aos valores de repouso. Os resultados sugerem que o balanço energético negativo provocado por uma sessão de exercício máximo, causa na grelina uma resposta metabólica específica de curto prazo.

Schmidt⁵⁸ analisou os efeitos de exercício aeróbico, realizado em dias distintos em esteira rolante com aumento gradativo da intensidade. Os sujeitos foram submetidos a 40 minutos com intensidade de 50% do VO₂máx no primeiro dia, e 20 minutos com intensidade de 70% do VO₂máx no segundo dia, e 20 minutos com intensidade de 90% do VO₂máx no último dia da intervenção. O autor observou que nenhum dos protocolos utilizados foi capaz de causar alterações nas concentrações de grelina.

A pesquisa de Foster-Schubert⁵⁹ demonstrou que após um programa de exercícios com duração de 12 meses, os níveis séricos de grelina aumentaram significativamente nos indivíduos que reduziram o peso corporal sem qualquer tipo de redução da ingestão calórica.

Ebal⁶⁰ observou que um protocolo de cinco semanas de exercícios de força com intensidade moderada foi capaz de causar redução nos níveis de grelina, causando dessa forma redução de 6,4% no peso corporal e de 11% na ingestão alimentar da amostra após o período de intervenção.

Em estudo com nadadores, King⁶¹ submeteu os sujeitos a 60 minutos de natação e imediatamente após, a seis horas de repouso. Após o exercício, apetite e os níveis de grelina foram monitorados a cada 30 minutos e a cada 60 minutos respectivamente. O autor observou que durante o exercício o apetite foi suprimido e que aumentou nas horas de repouso. Quanto à grelina, houve redução durante o exercício, no entanto, a mesma se mostrou resistente a alterações nas horas de repouso subsequentes.

A pesquisa conduzida por Jones⁶² contou com protocolo de oito meses de exercícios aeróbicos, com frequência semanal de três dias, aproximadamente uma hora de duração e intensidade em torno de 60 - 85% do VO₂máx. Após esse período, o autor não observou alterações significativas nas concentrações plasmáticas de grelina dos indivíduos.

Zoladz²⁴ não observou alterações significativas nas concentrações de grelina quando comparadas ao estado de repouso após um teste máximo realizado em cicloergômetro com incremento de 30 W na carga de trabalho a cada três minutos e conduzido até a exaustão.

O estudo de Ravussin⁶³ contou com cem dias de experimento, com sessões de exercício sendo realizadas em bicicleta ergométrica por duas vezes ao dia com intenção de provocar desequilíbrio energético. No entanto, seus dados demonstram que tal protocolo de exercícios não foi capaz de provocar alterações significativas nos níveis plasmáticos de grelina de doze pares de irmãos gêmeos.

Fator de necrose tumoral- α

O TNF- α é uma citocina pró-inflamatória produzida pelo tecido adiposo que se encontra entre as mais estudadas⁶⁴. Está envolvida com a regulação metabólica, fisiológica e imunológica neste tecido e, além disso, desempenha um papel fundamental na produção de outras citocinas como a IL-10 e a leptina⁶⁵.

Grunfeld⁶⁶ aponta conexão entre a expressão de grandes quantidades de TNF- α pelos macrófagos com a caquexia, o câncer e a AIDS devido a suas diversas ações catabólicas. A tais ações podem ser adicionadas a diminuição da atividade da lipase lipoproteica (LLP), diminuição da expressão do transportador Glut4, e aumento da lipólise, sugerindo aumento da atividade da lipase sensível a hormônios (LSH)⁶⁷.

Apesar de ser conhecido por estar envolvido criticamente na regulação de fenômenos inflamatórios e auto-ímmunes⁶⁸, e de ser produzido em resposta a vários estímulos, principalmente dos macrófagos e das células T⁶⁹, a associação com a resistência à insulina quando o TNF- α é excessivamente expressado no tecido adiposo de indivíduos obesos já foi descrita⁶⁷.

Coppak⁶⁵ afirma que existe um consenso geral de que os níveis de TNF- α se apresentam elevados em indivíduos obesos, e sugere que a distribuição do tecido adiposo parece interferir na expressão desta citocina, fazendo a mesma ser produzida em maior extensão pelo tecido adiposo subcutâneo.

Além disso, o estudo de Saghizadeh⁶⁷ observou a expressão de TNF- α no tecido muscular humano, sugerindo assim, um mecanismo alternativo pelo qual esta citocina desempenha função na resistência à insulina.

TNF- α e exercício físico

As citocinas desempenham um papel central iniciando as respostas inflamatórias⁷⁰, contudo, o interesse da comunidade científica em relação ao estudo dos efeitos do exercício físico sobre processos inflamatórios aumentou desde que foi descoberta a produção de citocinas pelo tecido muscular humano⁷¹.

Segundo Petersen⁷², parece não haver aumento nas concentrações de TNF- α após o exercício físico, a menos que o mesmo se apresente em características de alta intensidade.

Para Rosa Neto⁷³, o exercício exaustivo agudo induz uma resposta pró-inflamatória do tecido adiposo, aumentando os níveis de TNF- α , mas de acordo com Calle⁷¹, parece haver diferença nas respostas fisiológicas e de produção de citocinas entre o exercício aeróbico e o exercício de força.

O estudo de Ogawa⁷⁴ demonstrou que além de causar melhorias no volume muscular, doze semanas de exercício de força de intensidade moderada, realizado pelo menos uma vez por semana, foram suficientes para causar redução significativa nos níveis de TNF- α dos sujeitos de sua amostra.

O estudo de Gokhale⁷⁵ utilizou protocolo de exercício extenuante para comparar as respostas de TNF- α de indivíduos atletas e não atletas. Foi observado que a magnitude das respostas da variável foi atenuada apenas nos indivíduos atletas após uma única sessão de exercícios.

A investigação conduzida por Calle⁷⁶ demonstrou que um teste agudo de força em adultos jovens, composto por seis séries de dez repetições, com intensidade de 75% de 1RM para o exercício de agachamento, executado após nove meses de exercício de força realizado três vezes por semana, foi capaz de gerar redução nas respostas plasmáticas de TNF- α .

A pesquisa de Stewart⁷⁷ analisou o comportamento dos níveis de TNF- α de indivíduos treinados e não treinados em resposta a doze semanas de exercício de força, realizado três vezes por semana, com intensidade entre 70 - 80% de 1RM. Após o período de intervenção, não houve alterações significativas nos níveis plasmáticos desta citocina.

Henagan⁷⁸ não observou alterações significativas nos níveis de TNF- α após doze semanas de exercício de força, realizado por indivíduos obesos de ambos os sexos, com frequência semanal de três vezes. Tais resultados foram semelhantes entre o grupo experimental e o grupo controle.

O estudo de Lira⁷⁹ demonstrou que não houve alterações significativas nas concentrações plasmáticas de TNF- α em resposta a onze semanas de exercício aeróbico realizado em esteira rolante em quatro diferentes grupos: controle, treinados, em estado de overtraining e recuperados de overtraining.

Em sua pesquisa, Sallan⁸⁰ analisou os efeitos de um protocolo de seis semanas de exercício aeróbico com intensidade moderada sobre as concentrações plasmáticas de TNF- α . O autor não observou diferenças significativas no comportamento da variável analisada após o período de intervenção.

Os efeitos do exercício físico sobre as variáveis estudadas são particulares a cada uma delas. Os estudos demonstram alterações significativas nas concentrações séricas de leptina após protocolos de exercícios aeróbicos e de força, além da combinação de ambos. No entanto, o comportamento da variável diverge entre os estudos dependendo do protocolo utilizado, apresentando aumento, redução, ou mesmo nenhuma alteração em seus níveis.

Quanto à adiponectina, é possível observar na maioria dos estudos que o exercício físico aeróbico ou de força não provoca nenhuma alteração ou provoca aumento nos níveis séricos desta variável, o que seria positivo devido às características dessa substância.

Os dados descritos na literatura também são divergentes quanto à resposta da grelina para exercícios aeróbicos ou de força, no entanto, pode-se observar que existe tendência a nenhuma alteração nos níveis da variável após diferentes protocolos de exercícios físicos.

Em relação ao TNF- α , os dados apresentados pela literatura disponível apresentam divergências quanto ao comportamento dos níveis da referida variável em resposta ao exercício físico com características distintas. Os estudos relatam basicamente redução ou nenhuma alteração nas concentrações desta adipocitocina após protocolos agudos e crônicos.

RECOMENDAÇÕES FINAIS

Apesar da divergência entre os dados obtidos na literatura utilizada, os mesmos sugerem efeitos positivos de distintas modalidades de exercício físico sobre as variáveis analisadas, evidenciando a importância de um estilo de vida ativo.

CONFLICTO DE INTERESSES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

RESUMO

Objetivo. Devido ao fato de produzir e secretar diversas substâncias bioativas, foi conferido ao tecido adiposo o papel de órgão endócrino. Objetivo, realizar uma revisão sobre esse papel atribuído ao tecido adiposo através da produção das citocinas/adipocitoquinas, sobre a grelina em seu papel de hormônio metabólico, além do comportamento dessas substâncias em resposta ao exercício físico agudo e crônico com diferentes características.

Método. Foram selecionados artigos científicos publicados em revistas indexadas nas bases PubMed, SciELO e Scholar Google correlacionando as seguintes palavras chave: tecido adiposo, citocinas, adipocitoquinas, leptina, adiponectina, grelina, fator de necrose tumoral - α (TNF- α), exercício físico, exercício aeróbico, exercício de força e hormônios.

Resultados. Os estudos analisados sugerem efeitos positivos do exercício físico com distintas características sobre as variáveis analisadas.

Conclusão. Os dados obtidos no presente estudo evidenciam a importância de um estilo de vida fisicamente ativo.

Palavras-chave:

Tecido adiposo.

Citocinas.

Exercício físico.

Hormônios.

Referências

1. Valle VS, Mello DB, Fortes MSR, Dantas EHM. Effects of indoor cycling associated with diet on body composition and serum lipids. *Biomedical Human Kinetics*. 2009;1:11-5.
2. WHO. Facts about overweight and obesity. Accessed. www.who.int, 2006.
3. Ahima RS. Adipose Tissue as an Endocrine Organ. *TEM*. 2000;11(8):327-32.
4. Wajchenberg B. Tecido Adiposo como Glândula Endócrina. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2000;44(1):13-20.
5. Klaus S. Adipose Tissue as a Regulator of Energy Balance. *Current Drug Targets*. 2004;5(3):1-10.
6. Guimarães D, Sardinha F, Mizurini D, Tavares do Carmo M. Adipocitocinas: uma nova visão do tecido adiposo. *Rev Nutr Campinas*. 2007;20(5):549-59.
7. Lima F. Tecido Adiposo: Uma Breve Perspectiva Histórica e o Momento Atual. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2008;52(6):927-8.
8. Greenberg A, Obin M. Obesity and the role of adipose tissue in inflammation and metabolism. *Am J Clin Nutr*. 2006;83(4):61S-5S.
9. Mota GR, Zanesco A. Leptina, Grelina e Exercício Físico. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2007;51(1):25-33.
10. Peino R et al. Ghrelin-induced growth hormone secretion in humans. *European Journal of Endocrinology*. 2000;143(6):R11.
11. Hermsdorff H, Monteiro J. Gordura Visceral, Subcutânea ou Intramuscular: Onde Está o Problema? *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2004;48(6):803-11.
12. Sanchez J. Perfil fisiológico de la leptina. *Colombia Médica*. 2005;36(1):50-9.
13. Ribeiro S, Santos Z, Silva RW, Louzada E, Donato Júnior J, Tirapegui J. Leptina: Aspectos Sobre o Balanço Energético, Exercício Físico e Amenorréia do Esforço. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2007;51(1):11-24.
14. Hulver MW. Plasma leptin and exercise: recent findings. *Sports Med*. 2003;33(7):473-82.
15. Negrão AB, Licínio J. Leptina: o Diálogo entre Adipócitos e Neurônios. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2000;44(3):205-14.
16. Carballo GO, Varela OLV, Pérez FS. Leptina y reproducción. *Rev Cubana Endocrinol*. 1999;10(3):191-97.
17. Mockus I. Leptina: Regulación y Asociaciones en la Obesidad. *Salud UIS*. 2001;33:84-9.
18. Morales Clavijo M, Carvajal Garces C. Obesity and leptin resistance. *Gaceta Med Bol*. 2010;33(1):63-8.
19. Gettys TW et al. The beta 3-adrenergic receptor inhibits insulin-stimulated leptin secretion from isolated rat adipocytes. *Endocrinology*. 1996;137(9):4054.
20. Benatti FB. Leptina e exercício físico aeróbico: implicações da adiposidade corporal e insulina. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(4):263-9.
21. Flores M et al. Exercise Improves Insulin and Leptin Sensitivity in Hypothalamus of Wistar Rats. *Diabetes*. 2006;55:2554-61.
22. Ozcelik O et al. Effects of Different Weight Loss Protocols on Serum Leptin Levels in Obese Females. *Physiol Res* 2005;54:271-7.

23. Kondo T. Effect of exercise on circulant adipokine levels in obese young women. *Endocrine Journal*. 2006;53:189-95.
24. Zoladz J et al. Effect of moderate incremental exercise, performed in fed and fasted state on cardio-respiratory variables and leptin and ghrelin concentrations in young healthy men. *JOURNAL OF PHYSIOLOGY AND PHARMACOLOGY*. 2005;53(1):63-85.
25. Zafeiridis A et al. Serum leptin responses after acute resistance exercise protocols. *J Appl Physiol*. 2003;94:591-7.
26. Ishigaki T et al. Plasma Leptin Levels of Elite Endurance Runners after Heavy Endurance Training. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*. 2005;24:573-8.
27. Klimcacova E. Dynamic Strength Training Improves Insulin Sensitivity without Altering Plasma Levels and Gene Expression of Adipokines in Subcutaneous Adipose Tissue in Obese Men. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91:5107-12.
28. Rosa G, Cruz I, Mello DB, Fortes MSR, Dantas EHM. Plasma levels of leptin in overweight adults undergoing concurrent training *International Sport-Med Journal*. 2010;11(3).
29. Rosa G, Mello DB, Biehl C, Dantas EHM. Níveis de cortisol em adultos com sobrepeso submetidos a treinamento concorrente. *Brazilian Journal of Sports and Exercise Research*. 2010;1(1):11-5.
30. Rosa G, Dantas EHM, Mello DB. The response of serum leptin, cortisol and zinc concentrations to concurrent training. *HORMONES*. 2011;10(3):216-22.
31. Rosa G, Mello DB, Daoud R, Cruz I, Dantas EHM. Concentración de Leptina en adultos con sobrepeso sujetos a un entrenamiento concorrente. *Mot Hum*. 2010;10(2):95-102.
32. Dvorakova-Lorenzova A, Suchanek P, Havel P. The decrease in C-reactive protein concentration after diet and physical activity induced weight reduction is associated with changes in plasma lipids, but not interleukin-6 or adiponectin. *Metabolism Clin Experimental*. 2006;55:359-65.
33. Polak J et al. An increase in plasma adiponectin multimeric complexes follows hypocaloric diet-induced weight loss in obese and overweight premenopausal women. *Clin Sci*. 2007;112:557-65.
34. Mantzoros C et al. Adiponectin and breast cancer risk. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89:1102-7.
35. Kang J et al. Adiponectin induces growth arrest and apoptosis of MDA-MB-231 breast cancer cell. *Arch Pharm Res*. 2005;28:1263-9.
36. Engeli S et al. Association between adiponectin and mediators of inflammation in obese women. *Diabetes*. 2003;52(4):942.
37. Santaniemi M et al. Low plasma adiponectin concentration is an indicator of the metabolic syndrome. *European Journal of Endocrinology*. 2006;155(5):745.
38. Stefan N et al. Plasma adiponectin and endogenous glucose production in humans. *Diabetes Care*. 2003;26(12):3315.
39. Ukkola O, Santaniemi M. Adiponectin: a link between excess adiposity and associated comorbidities? *J Mol Med*. 2002;80(11):696-702.
40. Kershaw EE, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(6):2548.
41. Rothenbacher D et al. Adiponectin, risk of coronary heart disease and correlations with cardiovascular risk markers. *Eur Heart J*. 2005;26(16):1640.
42. Flack K, Davy K, Hulver M, Winett R, Frisard M, Davy B. Aging, Resistance Training, and Diabetes Prevention. *Journal of Aging Research*. 2011:1-12.
43. Shahar S, Salleh R, Ghazali A, Koon P, Mohamud W. Roles of Adiposity, Lifetime Physical Activity and Serum Adiponectin in Occurrence of Breast Cancer among Malaysian Women in Klang Valley *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. 2010;11(61-66).
44. Martinez EC et al. Influência do Estado Nutricional e do Condicionamento Cardiorrespiratório nos Níveis de Adiponectina em Homens acima de 35 anos. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(6):471-6.
45. Lim S, Choi S, Jeong I, Kim J, Moon M, Park K. Insulin-sensitizing effects of exercise on adiponectin and retinol-binding protein-4 concentrations in young and middle-aged women. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2008;93(6):2263.
46. Blüher M et al. Gene expression of adiponectin receptors in human visceral and subcutaneous adipose tissue is related to insulin resistance and metabolic parameters and is altered in response to physical training. *Diabetes Care*. 2007;30(12):3110.
47. Ferguson M et al. Plasma adiponectin response to acute exercise in healthy subjects. *European journal of applied physiology*. 2004;91(2):324-9.
48. Jürimäe J et al. Adiponectin is altered after maximal exercise in highly trained male rowers. *European journal of applied physiology*. 2005;93(4):502-5.
49. Fatouros I et al. Intensity of Resistance Exercise Determines Adipokine and Resting Energy Expenditure Responses in Overweight Elderly Individuals. *Diabetes Care*. 2009;32(12):2161.
50. Brooks N, Layne J, Gordon P, Roubenoff R, Nelson M, Castaneda-Sceppa C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *International journal of medical sciences*. 2007;4(1):19.
51. Fatouros I, Tournis S, Leontini D, Jamurtas A, Sxina M, Thomakos P et al. Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2005;90(11):5970.
52. Gil-Campos M et al. Ghrelin: a hormone regulating food intake and energy homeostasis. *British Journal of Nutrition*. 2006;96(02):201-26.
53. Date Y et al. Ghrelin, a novel growth hormone-releasing acylated peptide, is synthesized in a distinct endocrine cell type in the gastrointestinal tracts of rats and humans. *Endocrinology*. 2000;141(11):4255.
54. Tschöp M et al. Ghrelin induces adiposity in rodents. *Nature*. 2000;407(6806):908-13.
55. Dall R et al. Plasma ghrelin levels during exercise in healthy subjects and in growth hormone-deficient patients. *European Journal of Endocrinology*. 2002;147(1):65.
56. Morpurgo P et al. Ghrelin secretion in severely obese subjects before and after a 3-week integrated body mass reduction program. *Journal of endocrinological investigation*. 2003;26(8):723-7.
57. Jürimäe J et al. Plasma ghrelin is altered after maximal exercise in elite male rowers. *Experimental Biology and Medicine*. 2007;232(7):904-9.
58. Schmidt A et al. Acute exercise has no effect on ghrelin plasma concentrations. *Hormone and Metabolic Research*. 2004;36(3):174-7.
59. Foster-Schubert K, McTiernan A, Frayo R, Schwartz R, Rajan K, Yasui Y et al. Human plasma ghrelin levels increase during a one-year exercise program. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2005;90(2):820.
60. Ebal E et al. Effect of a moderate exercise on the regulatory hormones of food intake in rats. *Appetite*. 2007;49(2):521-4.
61. King J et al. The acute effects of swimming on appetite, food intake, and plasma acylated ghrelin. *Journal of Obesity*. 2011:1-8.
62. Jones T et al. Long-term exercise training in overweight adolescents improves plasma peptide YY and resistin. *Obesity*. 2009;17(6):1189-95.
63. Ravussin E, Tschöp M, Morales S, Bouchard C, Heiman M. Plasma ghrelin concentration and energy balance: overfeeding and negative energy balance studies in twins. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2001;86(9):4547.
64. Montague C. Adipose depot specific effects of PPAR agonists: a consequence of differential expression of PPAR in adipose tissue depots? *Diabetes, Obesity and Metabolism*. 2002;4(6):356-61.
65. Coppack S. Pro-inflammatory cytokines and adipose tissue. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2001;60(03):349-56.
66. Grunfeld C, Feingold K. Metabolic disturbances and wasting in the acquired immunodeficiency syndrome. *The New England journal of medicine*. 1992;327(5):329.
67. Saghizadeh M et al. The expression of TNF alpha by human muscle. Relationship to insulin resistance. *Journal of Clinical Investigation*. 1996;97(4):1111-6.
68. Vassalli P. The pathophysiology of tumor necrosis factors. *Annual review of immunology*. 1992;10(1):411-52.
69. Pasparrakis M et al. Immune and inflammatory responses in TNF alpha-deficient mice: a critical requirement for TNF alpha in the formation of primary B cell follicles, follicular dendritic cell networks and germinal centers, and in the maturation of the humoral immune response. *The Journal of experimental medicine*. 1996;184(4):1397.
70. Murphy K, Murphy K, Travers P, Walport M, Janeway C. *Janeway's immunobiology*: Garland Pub; 2008.
71. Calle M, Fernandez M. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract*. 2010;4(4):259-69.
72. Petersen A, Pedersen B. The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of Applied Physiology*. 2005;98(4):1154.
73. Rosa Neto J et al. Exhaustive exercise causes an anti-inflammatory effect in skeletal muscle and a pro-inflammatory effect in adipose tissue in rats. *European journal of applied physiology*. 2009;106(5):697-704.
74. Ogawa K et al. Resistance Exercise Training-Induced Muscle Hypertrophy Was Associated with Reduction of Inflammatory Markers in Elderly Women. *Mediators of Inflammation*. 2010:1-7.
75. Gokhale R et al. Cytokine response to strenuous exercise in athletes and non-athletes--an adaptive response. *Cytokine*. 2007;40(2):123-7.
76. Calle M, Fernandez M, Kraemer W, Volk B, Kupchak B, Volek J. Resistance training improves the inflammatory response to an acute resistance exercise bout in healthy young adults. *The FASEB Journal*. 24(1_MeetingAbstracts):743.2.
77. Stewart L, Flynn M, Campbell W, Craig B, Robinson J, Timmerman K et al. The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2007;39(10):1714.
78. Henagan T et al. The Melanocortin 3 Receptor: A Novel Mediator of Exercise-Induced Inflammation Reduction in Postmenopausal Women? *Journal of Aging Research*. 2011.
79. Lira FS et al. Inflammation and adipose tissue: effects of progressive load training in rats. *Lipids in Health and Disease*. 2010;9(109):1-10.
80. Nada S et al. Effect of Moderate-Intensity Exercise on Plasma C-Reactive Protein and Aortic Endothelial Function in Type 2 Diabetic Mice. *Mediators of Inflammation*. 2010.



Artículo especial

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

Planejamento e monitoramento da carga de treinamento durante o período competitivo no basquetebol

A. F. S. Arruda^a, M. S. Aoki^b, C. G. Freitas^a, A. Coutts^c e A. Moreira^a

^aDepartamento de Esporte, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

^bGrupo de Pesquisa em Adaptações Biológicas ao Exercício Físico, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

^cSchool of Leisure, Tourism and Sport, University of Technology Sydney, Lindfield, Australia.

Historia del artículo:

Recibido el 11 de febrero de 2013

Aceptado el 26 de marzo de 2013

Palabras clave:

Deportes colectivos.

Percepción subjetiva del esfuerzo. Planificación.

Entrenamiento.

Key words:

Session-RPE.

Basketball.

Sports training.

Internal training load.

Planificación y monitorización del entrenamiento durante un periodo de competición de baloncesto

El estudio tuvo como objetivo examinar las correlaciones entre la dificultad de partidos (dificultad prevista al principio de la temporada [DP] y la dificultad actualizada a cada partido [DA]) y la carga interna de entrenamiento en microciclo anterior al partido (CIT-A) de 12 jugadores profesionales de baloncesto ($25,3 \pm 4,8$, masa corporal $97,6 \pm 14,9$ kg, altura de $195,8 \pm 10,2$ cm) durante una temporada de competición. CIT-A se determinó por el método de la PSE del sesión. La relación entre DP, DA y CIT-A se analizó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Se encontró fuerte correlación ($r = 0,86$) entre DA y PD ($p < 0,05$), así como entre la DP y CIT-A ($r = -0,59$) y DA y CIT-A ($r = -0,65$). El coeficiente más alto de correlación entre DA y CIT-A sugiere que la dificultad prevista al comienzo de la temporada (DP) debe actualizarse durante la temporada de competición, y por lo tanto puede proporcionar información valiosa para la planificación y control de las cargas de entrenamiento en microciclos que preceden a los partidos oficiales.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Planning and monitoring training loads during an in-season basketball period

This study aimed to examine the relationships between the difficulty of the matches (difficulty scheduled at the beginning of the season [DBS] and the in-season match difficulty [DIS]) and the weekly internal training load (ITL) in twelve professional male basketball players (25.3 ± 4.8 years, 97.6 ± 14.9 kg, and 195.8 ± 10.2 cm) during a in-season period. DBS was determined before the commencement of the competitive season, and DIS due to reassessing DBS on a weekly basis. ITL was determined by means of session-RPE method. Significant correlations ($p < 0.05$) were verified between DBS and DIS ($r = 0.86$), DBS and ITL (-0.59), and DIS and ITL (-0.65). The greater coefficient of relationship between DIS and ITL suggest a key role of reassessing the difficulty of the matches on a weekly basis to provide appropriate information to coaches regard planning and monitoring in-season training loads.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondência:

Prof. Dr. A. Moreira

E-mail: alemoreira@usp.br

INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios da periodização do treinamento esportivo é promover o equilíbrio entre a carga de treinamento e recuperação, objetivando o incremento do desempenho competitivo¹. Com relação às atividades de *endurance*, notadamente aquelas que contemplam os esportes caracterizados por movimento cíclicos e contínuos, o desempenho competitivo parece estar intimamente determinado por uma relação do tipo dose-resposta². Entretanto, no esporte coletivo essa relação entre a carga de treinamento e o desempenho competitivo ainda carece de elucidação, principalmente, no que se refere à organização das cargas de treinamento durante o período competitivo.

O período competitivo, para a grande maioria dos esportes coletivos, apresenta elevada frequência de participação em jogos oficiais e longa duração, dificultando a organização do treinamento, tanto no que se refere à preparação física, quanto no que tange às sessões de treinamento técnico e tático. Outra particularidade do período competitivo que merece destaque é o fato das equipes se confrontarem com diferentes e complexas situações que podem, por sua vez, influenciar o desempenho. Entre estas situações destacam-se: o nível do adversário, o número de dias de treinamento entre as partidas oficiais e o local no qual são realizadas essas partidas (“em casa”, “fora de casa” ou “fora de casa com viagem longa”).

Considerando essas variáveis, Kelly e Coutts³ propuseram um sistema de classificação do nível de dificuldade das partidas, que leva em consideração o grau de dificuldade estimado para cada uma dessas partidas, podendo assim, ser utilizado para planejar a carga de treinamento do microciclo que precede a partida (microciclo pré-jogo). Segundo o sistema proposto por Kelly & Coutts³, quando a próxima partida tem alta pontuação (maior dificuldade), as cargas de treinamento do microciclo que a precede, deveriam apresentar magnitude classificada como baixa à moderada. Esse planejamento das cargas de treinamento poderia propiciar uma adequada recuperação, favorecendo as adaptações fisiológicas positivas, que em última instância levaria ao aumento do desempenho competitivo.

No que diz respeito às sessões de treinamento desenvolvidas anteriormente às partidas classificadas como de baixa dificuldade, estas deveriam ser utilizadas para o desenvolvimento das denominadas sessões de desenvolvimento, ou seja, aquelas que têm como objetivo estimular o aumento das capacidades condicionais, incluindo os treinamentos físicos, técnicos e táticos, mediante a aplicação de estímulos severos; ou seja, deveriam ser aplicadas cargas de magnitude moderada à alta.

No sistema proposto por Kelly e Coutts³, a utilização do método da percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE da sessão; Foster⁴) também é sugerido. O intuito da aplicação deste método é monitorar as cargas de treinamento ao longo do processo. Além de ser um método válido⁵⁻⁸, não demanda custo adicional, podendo ser utilizado por treinadores e técnicos no dia a dia do treinamento. Esse método consiste em quantificar a carga interna de treinamento (CIT) através do produto da duração total da sessão de treinamento (em minutos) pela percepção do atleta em relação ao esforço global da sessão realizada⁹.

A partir do resultado da CIT de cada sessão, o técnico ou preparador físico podem determinar se a carga está de acordo com o planejado⁵⁻⁸. A partir dessa informação, estes profissionais podem realizar ajustes a cada sessão de treinamento, podendo aumentar a magnitude dos estímulos ou, ao contrário, incrementar tempo de recuperação.

Apesar da aparente utilidade do monitoramento do processo de treinamento e competição, através do sistema proposto por Kelly e Coutts³,

esse parece não ter sido alvo de investigação, notadamente, no que se refere a sua aplicação em ambiente real de atletas de basquetebol. Assim, o presente estudo teve como objetivo verificar as relações entre a dificuldade das partidas prevista no início da temporada (DP), a dificuldade atualizada das partidas (DA) e a carga interna de treinamento acumulada em cada microciclo pré-jogo (CIT-A). Foi levantada a hipótese de que haveria uma relação de moderada à alta entre a dificuldade prevista no início do campeonato (DP) e a dificuldade atualizada a cada partida (DA). Outra hipótese adicional é que poderia haver uma relação inversa entre a dificuldade da partida (DP e DA) e a carga interna de treinamento acumulada em cada microciclo pré-jogo (CIT-A), ou seja, a realização de baixas cargas de treinamento nos microciclos pré-jogo que antecediam partidas classificadas como difíceis e cargas mais elevadas para partidas definidas como fáceis.

MÉTODOS

Sujeitos

Foram avaliados 12 jogadores de basquetebol, profissionais, do sexo masculino (idade: $25,3 \pm 4,8$; massa corporal $97,6 \pm 14,9$ kg; estatura $195,8 \pm 10,2$ cm) participantes de uma equipe da divisão A1 (divisão principal) do Campeonato do Estado de São Paulo, Brasil. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da instituição de origem dos pesquisadores (N.º 2008/21), após receberem todas as explicações sobre os objetivos e procedimentos do estudo. Os jogadores estavam amplamente familiarizados com o método da PSE da sessão, sendo este utilizado habitualmente pela comissão técnica da equipe investigada.

Cálculo da dificuldade das partidas

O estudo foi realizado durante a participação da equipe avaliada em uma competição oficial organizada pela Federação Paulista de Basketball (FPB). A equipe investigada disputou 14 jogos oficiais durante 12 semanas de competição.

A fim de calcular a dificuldade de cada partida, três aspectos e seus pressupostos foram considerados:

- 1) Nível do oponente – o grau de dificuldade do oponente é determinante para a exigência física dos atletas durante a partida.
- 2) Dias entre partidas – este fator interfere significativamente na programação dos treinos a serem realizados no microciclo, levando em consideração a recuperação da última partida e a preparação para a seguinte.
- 3) Local – o local onde a partida será realizada interfere diretamente no número de sessões que podem ser realizadas. Para cada um destes fatores de influência, foi atribuída uma pontuação de acordo com a tabela 1. A dificuldade de cada partida foi determinada pela soma da pontuação atribuída a cada fator de influência.

A pontuação dos itens “Dias entre partidas” e “Local” foi realizada a partir das datas e locais das partidas, divulgados pela federação responsável pela organização do campeonato, tanto para a dificuldade prevista (DP), quanto para a dificuldade atualizada (DA). A DA poderia variar, caso houvesse mudanças de data e/ou local da partida ao longo do campeonato.

Para o fator “Nível do adversário”, a dificuldade prevista no início do campeonato (DP) foi realizada com base na expectativa de integrantes

Tabela 1
Pontuação para os fatores de influência da dificuldade dos jogos

Nível do adversário	Pontuação
1	10
2	9
3	8
4	7
5	6
6	5
7	4
8	3
Dias entre jogos	Pontuação
2	7
3	6
4	5
5	3
6	2
7	1
≥ 8	-3
Localização	Pontuação
Casa	1
Fora	2
Viagem	3

da comissão técnica em relação ao nível de cada adversário; para a dificuldade atualizada (DA), foi considerada a posição de cada oponente na tabela de classificação imediatamente antes da realização de cada partida.

Os três fatores de influência que fazem parte da proposta inicial de Kelly e Coutts³ sofreram adaptações quanto à pontuação, para atender as especificidades do campeonato no qual a equipe investigada participou. Como o número de equipes participantes da competição no presente estudo era menor em relação à proposta original³, esse ajuste fez-se necessário. Portanto, a maior adaptação realizada foi em relação ao número de dias entre jogos; quando precedidos por microciclos pré-jogo com mais de uma semana (8 ou mais dias), foi subtraída da dificuldade da partida referente a uma pontuação média-baixa para esta mesma tabela (3 pontos), já que com um maior intervalo entre os jogos, existe uma maior disponibilidade de tempo para uma melhor preparação e recuperação dos atletas até a realização da próxima partida.

Percepção subjetiva de esforço da sessão

A carga interna de treinamento (CIT) foi quantificada através do cálculo do produto da duração da sessão, em minutos, pelo *score* da PSE da sessão (CR-10), registrada 30 minutos após o término da sessão de treinamento, conforme procedimento proposto por Foster⁴. A CIT mensurada é apresentada em unidades arbitrárias (UA)⁹.

Análise estatística

Inicialmente, verificou-se a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk. Os resultados são apresentados como média e desvio padrão. Para a análise da relação entre a dificuldade prevista no início do campeonato (DP) e a dificuldade atualizada (DA), assim como entre DP e CIT-A, e DA e CIT-A, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância estabelecido foi de 5% ($p < 0,05$). Para analisar a correlação entre as variáveis, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. Foi considerado entre 0 e 0,1 = trivial; entre 0,1 e 0,3 = pequena; entre 0,3 e 0,5 = moderada; entre 0,5 e 0,7 = grande; entre 0,7 e 0,9 = muito grande e entre 0,9 e 1 = quase perfeito¹⁰.

RESULTADOS

Na figura 1 são expostas a dificuldade prevista no início do campeonato (DP) e a dificuldade atualizada a cada partida (DA). Foi detectada forte correlação ($r = 0,86$; $p = 0,001$) entre a DP e a DA. Na figura 2 é possível observar a dinâmica entre a dificuldade prevista (DP) e a revisão sistemática da dificuldade, atualizada ao longo da temporada (dificuldade atualizada - DA), e a carga interna de treinamento acumulada a cada microciclo pré-jogo (CIT-A). Correlações significantes foram verificadas entre a DP e a CIT-A ($r = -0,59$; grande; $p = 0,026$) e a DA e a CIT-A ($r = -0,65$; grande; $p = 0,011$).

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar as relações entre a dificuldade prevista das partidas (DP e DA) e a carga interna de treinamento acumulada em cada microciclo pré-jogo (CIT-A) durante um período competitivo de 12 semanas (14 jogos) de uma equipe profissional de basquetebol. A investigação teve como principais resultados: a) forte correlação negativa entre a carga de treinamento e a DP; b) forte correlação negativa entre a carga de treinamento e a DA, e c) forte correlação positiva entre a DP e a DA.

No presente estudo número de dias entre os jogos foi maior do que na proposta original. Essa maior disponibilidade de tempo pode possibi-

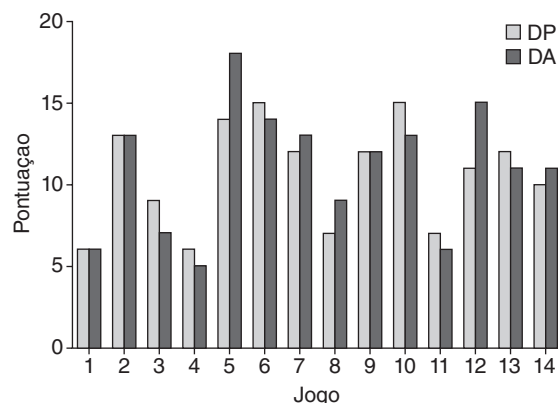


Fig. 1. Comparativo entre a dificuldade prevista no início do campeonato (DP) e a dificuldade atualizada a cada jogo (DA).

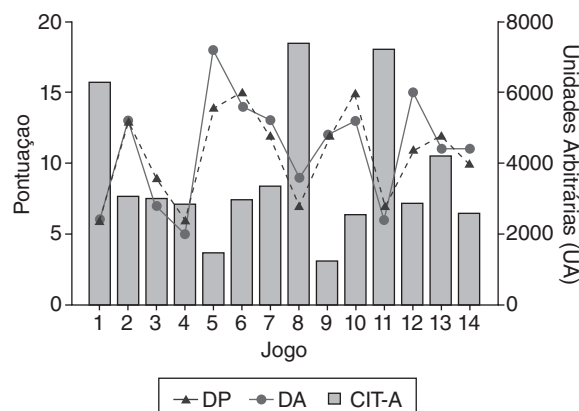


Fig. 2. Gráfico da dinâmica da dificuldade dos jogos (prevista e atualizada) e sua relação com a carga interna acumulada.

litar uma melhor preparação e recuperação dos atletas até a realização da próxima partida. Portanto, o maior intervalo entre a realização das partidas poderia ser utilizado para intensificar as cargas de treinamento e, conseqüentemente, maximizar o desempenho, pois haveria maior tempo para a recuperação dos atletas dentro desse microciclo pré-jogo. Essa manipulação é baseada em constatações como a realizada por Manzi et al.⁷. Estes autores mostram que a carga de treinamento em uma semana sem partidas é maior em relação às semanas em que as partidas estão presentes. Ainda segundo os autores⁷, isso ocorre por haver redução da carga de treinamento com a aproximação de partidas oficiais.

Essa estratégia também faz parte do sistema proposto por Kelly e Coutts³, que sugere o emprego de cargas de treinamento elevadas quando a dificuldade da partida seguinte for considerada menor. Já em um microciclo que antecede um jogo classificado como difícil, a carga deve ser reduzida, para que os atletas estejam com o menor nível de fadiga residual possível e, portanto, em melhores condições de jogo³.

O monitoramento das cargas de treinamento foi realizado através da percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE da sessão)⁴. Este método tem sido amplamente utilizado na literatura em diversas modalidades^{2,6,7,11,12}. Estudos recentes com atletas de diferentes modalidades esportivas têm mostrado associações entre a carga interna de treinamento e outras respostas decorrentes do processo de treinamento, como respostas imuno-endócrinas^{8,13}, episódios de infecções do trato respiratório superior e capacidade de tolerância ao estresse^{14,15}.

Apesar da validade e utilidade da aplicação do método da PSE da sessão para o monitoramento da carga de treinamento^{6-8,11-13}, é importante destacar que outros parâmetros tem sido utilizados para avaliar a carga interna, por exemplo, o perfil hormonal (cortisol, testosterona, GH etc.), a concentração de metabólitos (lactato e amônia) o comportamento da frequência cardíaca (FC)¹⁶, através de monitores de FC, ou ainda, a carga externa através de GPS (*Global Positioning Satellite*) e acelerômetros^{17,18}. Embora estes métodos possam fornecer informações detalhadas sobre o estresse de treinamento dos atletas, e, portanto a ausência de métodos adicionais de determinação da carga de treinamento (interna ou externa) no presente estudo possa ser considerada como uma possível limitação, eles têm vários fatores limitantes que impossibilitam a ampla utilização, pois podem demandar um alto custo, um determinado nível de *expertise* para a operacionalização, e ainda, a análise dos dados pode ser extremamente demorada e, portanto, pouco útil para um controle real e efetivo na prática esportiva.

Interessantemente, no presente estudo, a CIT-A dos microciclos pré-jogo apresentou forte correlação negativa tanto com a DP como com a DA durante o período competitivo (- 0,59 e - 0,65, respectivamente). Esta relação negativa indica que nos microciclos que precediam partidas com baixa dificuldade, a carga acumulada foi elevada, por outro lado, nos microciclos que precediam partidas classificadas como mais difíceis, as cargas acumuladas apresentaram menor magnitude. Esses achados reforçam a utilidade e confiabilidade do sistema proposto por Kelly e Coutts³. Os resultados verificados no presente estudo sustentam a proposta dos autores e indicam que esse instrumento pode ser utilizado por treinadores e preparadores físicos, a fim de incrementar a precisão do planejamento e monitoramento do processo de preparação, particularmente, durante a etapa competitiva.

Os achados do presente estudo indicam que houve pouca variação entre a dificuldade prevista no início da temporada (DP) e a dificuldade atualizada jogo-a-jogo (DA); tal fato é demonstrado pela correlação muito grande entre DP e DA (0,86) (fig. 1). Esse resultado, possivelmente, pode ser explicado pelo conhecimento dos adversários por parte da co-

missão técnica. Diante disto, é razoável admitir que a confiabilidade da utilização deste sistema, proposto para o monitoramento, dependa, em parte, do bom conhecimento dos adversários por parte dos integrantes da comissão técnica. Esse conhecimento, por sua vez, é fundamental na direção do processo de preparação e constitui-se em uma tarefa essencial no esporte moderno. Assim, é possível afirmar que com o conhecimento do potencial dos atletas de cada equipe adversária e, da equipe de modo geral, é viável fazer uma boa estimativa da classificação/desempenho das equipes no decorrer da temporada (no basquetebol) e, assim, organizar apropriadamente uma periodização de treinamento eficaz.

Apesar da forte correlação entre a DA e a DP (0,86), a correlação entre a DA e a CIT-A (- 0,65) foi maior e mais forte do que a correlação entre a DP e a CIT-A (- 0,59). Esses resultados sugerem que a atualização do modelo é essencial e tem papel fundamental na diminuição dos riscos de subestimar ou superestimar a dificuldade de determinadas partidas e, em consequência, prejudicar uma mais eficiente organização dos estímulos de treinamento no microciclo.

Durante a temporada, pode haver modificações no nível das equipes adversárias, tanto em função do próprio desenvolvimento destas durante a etapa competitiva, quanto, por exemplo, pela contratação de novos jogadores; ou ainda, uma diminuição do nível, para aquelas equipes que perdem atletas por fim de contrato, suspensão ou lesão.

Esse cenário reforça a validade da proposta de Kelly e Coutts³, sugerindo uma apropriada sensibilidade e utilidade do modelo, o que o torna bastante útil na prática para o planejamento das cargas de treinamento dos microciclos pré-jogo, levando em conta a dificuldade que será encontrada a cada partida durante o período competitivo.

Em conclusão, o modelo utilizado nesse estudo, adaptado do proposto por Kelly e Coutts³, pode ser considerado uma ferramenta prática e acessível, podendo auxiliar na periodização das cargas de treinamento, particularmente no decorrer da temporada competitiva. Os resultados dessa investigação permitem afirmar a utilidade do modelo, contribuindo com importantes informações que, por sua vez, auxiliam na distribuição apropriada das cargas de treinamento nos microciclos que antecedem as partidas oficiais.

A elaboração apropriada do conteúdo e magnitude das cargas de treinamento no microciclo depende em grande parte do conhecimento da "dificuldade do jogo". Nesse sentido, é possível, por exemplo, intensificar as cargas de treinamento, com o objetivo de propiciar estímulos fisiológicos adequados para o desenvolvimento dos atletas, precedendo um jogo considerado como "fácil". Por outro lado, um maior número de sessões de treinamento com cargas leves, dias de recuperação e treinamento técnico/tático de baixa intensidade poderia ser realizado em um microciclo que antecede uma partida considerada mais difícil.

Vale lembrar que o monitoramento das cargas de treinamento através do método da PSE da sessão também se faz importante para o modelo, uma vez que esse método avalia o resultado global do esforço realizado pelo atleta, tanto em treinos físicos quanto em sessões de treinamento técnico e tático. A utilização do modelo de cálculo da dificuldade da partida fornece informações adicionais que podem auxiliar técnicos e preparadores físicos na estruturação, planejamento e monitoramento das cargas de treinamento no período competitivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos atletas e participantes da comissão técnica (Fernando Marques da Costa – *in memoriam* –, Julio Malfi e Marcel de Souza) envolvidos neste estudo.

RESUMO

O estudo teve como objetivo examinar as correlações entre a dificuldade das partidas (dificuldade prevista no início da temporada [DP] e a dificuldade atualizada jogo-a-jogo [DA]) e a carga interna de treinamento acumulada no microciclo que precede uma partida (CIT-A) em 12 jogadores profissionais de basquetebol ($25,3 \pm 4,8$; massa corporal $97,6 \pm 14,9$ kg; estatura $195,8 \pm 10,2$ cm) durante uma temporada competitiva. A CIT-A foi determinada através do método da PSE da sessão. As relações entre DP, DA e CIT-A foram analisadas através do coeficiente de correlação de Pearson. Foi detectada forte correlação ($r = 0,86$) entre a DA e a DP ($p < 0,05$), assim como entre a DP e CIT-A ($r = -0,59$) e DA e CIT-A ($r = -0,65$). O maior coeficiente de correlação entre DA e CIT-A sugere que a dificuldade prevista no início da temporada (DP) deve ser atualizada durante a temporada competitiva, podendo, assim, fornecer informações valiosas para o planejamento e monitoramento das cargas de treinamento nos microciclos que antecedem as partidas oficiais.

Palavras-chave:

PSE da sessão.

Basquetebol.

Treinamento esportivo.

Carga interna de treinamento.

Referências

- Smith D. A framework for understanding the training process leading to elite performance. *J Sports Med.* 2003;33:1103-26.
- Wallace LK, Slattery KM, Coutts AJ. The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *J Strength Cond Res.* 2009;23:33-8.
- Kelly V, Coutts A. Planning and monitoring training loads during the competition phase in team sports. *Strength Cond J.* 2007;29:32-7.
- Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:1164-8.
- Coutts AJ, Slattery KM, Wallace LK. Practical tests for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. *J Sci Med Sport.* 2007;10:372-81.
- Impellizzeri F, Rampinini E, Coutts A, Sassi A, Marcora S. Use of RPE-based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;36:1042-7.
- Manzi V, D'Ottavio S, Impellizzeri FM, Chaouachi A, Chamari K, Castagna C. Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *J Strength Cond Res.* 2010;24:1399-406.
- Moreira A, McGuigan M, Arruda AFS, Freitas C, Aoki MS. Monitoring internal load parameters during simulated and official basketball matches. *J Strength Cond Res.* 2012;26:861-6.
- 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.
- Hopkins WG. A New View of Statistics. 2002. [consultado 20-11-2011]; Disponível em: <http://sportssci.org/resource/stats/effectmag.html>.
- Coutts A, Reaburn P. Monitoring changes in rugby league players perceived stress and recovery during intensified training. *Percept Motor Skills.* 2008;106:904-16.
- Coutts AJ, Rampinini E, Marcora SM, Castagna C, Impellizzeri FM. Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *J Sci Med Sport.* 2009;12:79-84.
- Moreira A, Crewther B, Freitas C, Arruda A, Costa E, Aoki MS. Session RPE and salivary immune-endocrine responses to simulated and official basketball matches in elite young male athletes. *J Sports Med Phys Fit.* 2012;52:682-7.
- Moreira A, Freitas CG, Nakamura FY, Aoki MS. Percepção de esforço da sessão e a tolerância ao estresse em jovens atletas de voleibol e basquetebol. *Rev Bras Cineantropometria Des Humano.* 2010;12:345-51.
- Moreira A, Arsati F, Lima-Arsati YBO, Simões AC, de Araújo VC. Monitoring stress tolerance and occurrences of upper respiratory illness in basketball players by means of psychometric tools and salivary biomarkers. *Stress Health.* 2011;27:e166-72.
- Nakamura FY, Moreira A, Aoki MS. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *Rev Educação Física/UEM.* 2010; 21:1-11.
- Boyd LJ, Ball K, Aughey RJ. The reliability of minimax accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6: 311-21.
- Coutts A, Duffield R. Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sport. *J Sci Med Sport.* 2010;13:133-5.

NUEVO



**Lactate
Scout+**

ANALIZADOR DE LACTATO

Nueva versión del analizador de "Lactate Scout+" **con bluetooth incorporado**. Para supervisiones médicas y diagnóstico en medicina del deporte. Alternativa flexible y económica al análisis de laboratorio. Acreditación CE como aparato de diagnóstico médico.



- :: Volumen de muestra necesario: 0,5 microlitros
- :: Tiempo de análisis: 10 segundos
- :: Peso total: 85 gramos
- :: Memoria: 250 resultados con fecha y hora

Pero además, el nuevo Lactate Scout+ incorpora entre otras las siguientes características diferenciadoras:

- :: **Chip interno que permite la transmisión de datos vía Bluetooth**
- :: **Nueva pantalla LCD con mejor visibilidad**
- :: **Nuevo Menú con fácil acceso**
- :: **Estanqueidad total de la estructura del analizador**



Equipos Pruebas de Esfuerzo, Isocinéticos y Ondas de choque

Pruebas de Esfuerzo **Ultima Cardio2**



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

Este equipo combina la tecnología de gases de Medical Graphics con el ECG de 12 derivaciones más avanzado del mercado, Mortara Instruments.

Más información: www.sanro.com / 91 352 92 44

Isocinético HUMAC NORM



En un sólo Equipo, el HUMAC NORM ofrece 22 tipos de evaluaciones-entrenamientos con cuatro modos de trabajo diferentes: Isocinético, isotónico, isométrico y pasivo. El equipo dispone de una amplia variedad de informes: isométrico, narrativo (Isométrico e isocinético), comparativo (curvas superpuestas), propiocepción, coordinación, tiempo de respuesta, repetitividad.

Más información: www.sanro.com / 91 352 92 44

Ondas de Choque BTL



Los equipos de Ondas de choque radiales BTL, le ofrecen en un equipo portátil y fácil de usar una alta tecnología. BTL 5000 SWT Power, 5 bares y 22 Hz de frecuencia. BTL 6000 SWT, 4 bares y 15 Hz de frecuencia.

Más información: www.sanro.com / 91 352 92 44



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE CULTURA Y DEPORTE

CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE

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

Teléfono
955 062 025

Fax
955 062 034

e-mail
ramd.ccd@juntadeandalucia.es