

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 8 Número. 3

Septiembre 2015



RAMD

Originales

Acute effects of two different stretching techniques on isokinetic strength and power

Alteração da velocidade em jovens futebolistas brasileiros no período competitivo e sua relação com o conteúdo de treinamento

Revisiones

Respuesta endocrina a la aplicación de vibraciones de cuerpo completo en humanos

Resumen de las evidencias científicas de la eficacia del ejercicio físico en las enfermedades cardiovasculares

Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento

ISSN: 1888-7546

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte*

Editor

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

Coeditor

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

Coordinación Editorial

Covadonga López López

Comité Editorial

José Ramón Alvero Cruz
(Universidad de Málaga, España)

Eloy Cárdenas Estrada
(Universidad de Monterrey, México)

José Alberto Duate
(Universidade do Porto, Portugal)

Russell Foulk
(University of Washington, USA)

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

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

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

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

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

José Naranjo Orellana
(Universidad Pablo Olavide, España)

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

Fátima Olea Serrano
(Universidad de Granada, España)

Juan Ribas Serna
(Universidad de Sevilla, España)

Jesús Rodríguez Huertas
(Universidad de Granada, España)

Nick Stergiou
(University of Nebraska, USA)

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

Carlos Ugrinowitsch
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Comité Científico

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

Guillermo Álvarez-Rey
(Universidad de Málaga, España)

Natàlia Balagué
(Universidad de Barcelona, España)

Benno Becker Junior
(Universidade Luterana do Brasil, Brasil)

Ciro Brito
(Universidade Católica de Brasília, Brasil)

João Carlos Bouzas
(Universidade Federal de Viçosa, Brasil)

Antonio Cesar Cabral de Oliveira
(Sociedade Brasileira de Atividade Física e Saúde, Brasil)

Luis Carrasco Páez
(Universidad de Sevilla, España)

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

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

Madalena Costa
(Harvard Medical School, Boston, USA)

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

Moisés de Hoyo Lora
(Universidad de Sevilla, España)

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

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

Miguel del Valle Soto
(Universidad de Oviedo, España)

Benedito Denadai
(Universidade Estadual de Campinas, Brasil)

Elsa Esteban Fernández
(Universidad de Granada, España)

Juan Marcelo Fernández
(Hospital Reina Sofía, España)

Guadalupe Garrido Pastor
(Universidad Politécnica de Madrid, España)

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

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

Mikel Izquierdo
(CEIMD, Gobierno de Navarra, España)

José Carlos Jaenes
(Universidad Pablo Olavide, España)

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

David Jiménez Pavón
(Universidad de Zaragoza, España)

Carlos Lago Peñas
(Universidad de Vigo, España)

Fernando Martín
(Universidad de Valencia, España)

Italo Monetti
(Club Atlético Peñarol, Uruguay)

Alexandre Moreira
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Elisa Muñoz Gomariz
(Hospital Universitario Reina Sofía, España)

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

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

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

Manuel Rosety Plaza
(Universidad de Cádiz, España)

Carlos Ruiz Cosano
(Universidad de Granada, España)

Jonatan Ruiz Ruiz
(Universidad de Granada, España)

Borja Sañudo Corrales
(Universidad de Sevilla, España)

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

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

Diana Vaamonde Martín
(Universidad de Córdoba, España)

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

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



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

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

Publicación trimestral (4 números al año).

© 2015 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía
Glorieta Beatriz Manchón, s/n (Isla de la Cartuja) 41092 Sevilla

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

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

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

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

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

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

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

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

Disponible en internet: www.elsevier.es/RAMD

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

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

Correo electrónico:
ramd.ccd@juntadeandalucia.es

Impreso en España

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

*Centro Andaluz de Medicina del Deporte



Dirección

Leocricia Jiménez López

Coordinación

Salvador Espinosa Soler

Asesoría de Documentación

Clemente Rodríguez Sorroche

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 8 Número 3
Septiembre 2015

Sumario

Originales

- 93 Acute effects of two different stretching techniques on isokinetic strength and power
F. Ayala, M. De Ste Croix, P. Sainz de Baranda y F. Santonja
- 103 Alteração da velocidade em jovens futebolistas brasileiros no período competitivo e sua relação com o conteúdo de treinamento
T.V. Braz, J.P. Borin, L.M.P. Spigolon, S.A. Cunha, C.R. Cavaglieri y A.C. Gomes

Revisiones

- 109 Respuesta endocrina a la aplicación de vibraciones de cuerpo completo en humanos
S. Benítez, M. Carillo de Albornoz y J.C. García Romero
- 115 Resumen de las evidencias científicas de la eficacia del ejercicio físico en las enfermedades cardiovasculares
J.F. Aramendi y J.I. Emparanza
- 130 *Core stability*: evaluación y criterios para su entrenamiento
F.J. Vera-García, D. Barbado, V. Moreno-Pérez, S. Hernández-Sánchez, C. Juan-Recio y J.L.L. Elvira

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 8 Number 3

September 2015

Contents

Original Articles

- 93 Acute effects of two different stretching techniques on isokinetic strength and power

F. Ayala, M. De Ste Croix, P. Sainz de Baranda and F. Santonja

- 103 Velocity changes in Brazilian young soccer players during the in-season competitive phase and its relationship to training

T.V. Braz, J.P. Borin, L.M.P. Spigolon, S.A. Cunha, C.R. Cavaglieri and A.C. Gomes

Review Articles

- 109 Endocrine response to the application of Whole-Body Vibration in humans

S. Benítez, M. Carillo de Albornoz and J.C. García Romero

- 115 A summary of evidence of the effectiveness of physical exercise on cardiovascular diseases

J.F. Aramendi and J.I. Emparanza

- 130 Core stability: Evaluation and training criteria

F.J. Vera-García, D. Barbado, V. Moreno-Pérez, S. Hernández-Sánchez, C. Juan-Recio and J.L.L. Elvira



ELSEVIER

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

www.elsevier.es/ramd



Original article

Acute effects of two different stretching techniques on isokinetic strength and power

F. Ayala^{a,b,*}, M. De Ste Croix^c, P. Sainz de Baranda^d, F. Santonja^{e,f}^a Sports Research Centre, Miguel Hernandez University of Elche, Spain^b ISEN University Formation, Centre Affiliated to the University of Murcia, Spain^c Faculty of Applied Sciences, School of Sport and Exercise, University of Gloucestershire, Gloucester, United Kingdom^d Faculty of Sports Sciences, University of Murcia, Spain^e Faculty of Medicine, University of Murcia, Spain^f Department of Traumatology, V. de la Arrixaca University Hospital, Murcia, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 October 2013

Accepted 26 June 2014

Keywords:

Warm-up

Strength performance

Peak torque

Power output

Isokinetic

ABSTRACT

Objectives: To examine and compare the acute effects of short duration static and dynamic lower-limb stretching routines on the knee flexor and extensor peak torque and mean power during maximal concentric and eccentric muscle actions.

Method: Forty-nine active adults completed the following intervention protocols on separate days: non-stretching, static stretching and dynamic stretching. After the stretching or control intervention, concentric and eccentric isokinetic peak torque and mean power of the leg extensors and flexors were measured in prone position. Measures were compared via a fully-within-groups factorial ANOVA.

Results: Neither static nor dynamic stretching has influence on isokinetic peak torque and mean power when they were compared with the control condition. Paired comparison also showed that the isokinetic strength and power results reported by dynamic stretching session were slightly higher than those found during the static stretching session.

Conclusions: Short pre-exercise static and dynamic lower-limb stretching routines did not elicit stretching-induced reductions or improvements in knee flexor and knee extensor isokinetic concentric and eccentric strength. In addition, the findings of the current study support the claim that dynamic stretching may be preferable to static stretching as part of a warm-up designed to prepare for physical activity.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Efecto agudo de 2 técnicas de estiramiento diferentes sobre la fuerza y potencia isocinética

RESUMEN

Objetivos: Examinar y comparar los efectos agudos de una rutina de estiramientos estáticos o dinámicos de corta duración sobre el pico de fuerza máximo y potencia media de la flexión y extensión concéntrica y excéntrica de la rodilla.

Método: Cuarenta y nueve adultos activos completaron los siguientes protocolos de intervención en días separados: no-estiramiento, estiramiento estático y estiramiento dinámico. Después de la intervención de control o estiramiento, el pico de fuerza máximo y la potencia media de la flexión y extensión concéntrica y excéntrica de la rodilla fueron medidos en posición prono. Las medidas fueron comparadas a través de un análisis factorial ANOVA intergrupo.

Palabras clave:

Calentamiento

Fuerza muscular

Pico de fuerza

Potencia

Isocinético

* Corresponding author.

E-mail address: Franciscoayalarodriguez@gmail.com (F. Ayala).

Resultados: Ni el protocolo de estiramientos estático ni el dinámico tuvieron influencia sobre el pico de fuerza máximo y potencia media isocinética cuando fueron comparados con la condición de control. Las comparaciones por pares también mostraron que los resultados de fuerza y potencia isocinética durante la sesión de estiramientos dinámicos fueron ligeramente mayores que los encontrados durante la sesión de estiramientos estáticos.

Conclusiones: Una rutina de corta duración de estiramientos estáticos o dinámicos del tren inferior no produjo alteraciones en la fuerza isocinética concéntrica y excéntrica de la flexión y extensión de rodilla. Además, los hallazgos del presente estudio apoyan la idea de que el estiramiento dinámico podría ser preferible antes que el estiramiento estático como parte del calentamiento previo a una actuación física.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Efeito agudo de 2 diferentes técnicas de alongamento sobre a força e potência isocinética

R E S U M O

Palavras-chave:
Aquecimento
Força muscular
Pico de força
Potência
Isocinética

Objetivos: Examinar e comparar os efeitos agudos de uma rotina de alongamentos estáticos e dinâmicos de curta duração sobre o pico de força máxima e potência média da flexão e extensão concêntrica e excêntrica do joelho.

Método: Quarenta e nove adultos ativos completaram os seguintes protocolos de intervenção em dias distintos: sem alongamento, alongamento estático e alongamento dinâmico. Depois da intervenção de alongamento ou controle, o pico de força máxima e a potência média da flexão, extensão concêntrica e excêntrica do joelho foram medidos em posição pronada. As medidas foram comparadas através de uma análise fatorial ANOVA intergrupo.

Resultados: Tanto o protocolo de alongamento estático quanto o protocolo de alongamento dinâmico tiveram influência sobre o pico de força máxima e potência média isocinética quando comparados com a condição controle. As comparações por pares também mostraram que os resultados de força e potência isocinética durante a sessão de alongamento dinâmico foram ligeiramente maiores que os encontrados durante a sessão de alongamento estático.

Conclusão: Uma rotina de curta duração de alongamentos estáticos ou dinâmicos de membros inferiores não produziram alterações na força isocinética concêntrica e excêntrica da flexão e extensão do joelho. Além disso, os achados do presente estudo corroboram com a ideia de que alongamento dinâmico poderia ser preferível ao invés do alongamento estático, como parte do aquecimento antes da atividade física.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introduction

Stretching activities before exercise are believed to prepare the musculo-skeletal system for physical activity and sport events by improving joint range of motion, thus promoting improved performance and reducing the relative risk of injury.¹ Consequently, athletes, coaches and sport practitioners regularly include stretching exercises in both training programs and in pre-event warm-up activities.²

However, recent evidence has questioned the traditional hypothesis that supported the practice of pre-exercise stretching as a measure to increase sport performance.^{3,4} In this sense, it has been shown that a bout of static stretching may temporarily reduce strength performance, in relation to force and power production, when it is performed prior to events.^{3,4} It was shown that pre-exercise static stretching might acutely compromise a muscle's ability to produce strength either isometrically^{5,6} or isokinetically⁷⁻¹¹ (mainly under concentric actions) for the knee joint measured throughout a single-joint isokinetic testing protocol. Explanations for this so-called stretching-induced strength deficit include: (a) alterations in the mechanical components of skeletal muscle contraction^{7,8}; (b) decreases in muscle activation^{5,12,13}; or (c) a combination of both mechanical and neural factors.⁷ In contrast, some evidence exists indicating that dynamic stretching exercises may induce improvement in isometric and isokinetic strength and power performance.^{11,14,15} Although the exact mechanisms by which dynamic stretching may improve

strength performance are not well known, previous studies have suggested that a dynamic stretching exercise might exert positive effects on muscular performance by an elevation of muscular temperature,¹⁶ or post-activation potentiation^{14,15} caused by voluntary contractions of the antagonist of the target muscle.

These effects have implications for athletes involved in activities that require maximal strength and power production, such as rugby and football, and have led some researchers to recommend that pre-exercise static stretching should be omitted or replaced by dynamic stretching during warm-ups prior to strenuous exercise and/or sport events. However, when the body of literature regarding the acute effects of pre-exercise stretching on strength and power production is carefully scrutinized, some important limitations are noted, which may question the applicability of the last recommendation in the physical training context. For instance, most of the studies that have investigated the acute effects of static stretching on strength and power have designed protocols which use overall stretch durations on a single muscle group (quadriceps, gastrocnemius and hamstrings mainly), ranging from 90 s to 60 min.^{5,12-17} These single muscle group and long stretching protocols are not representative of typical warm-ups used by athletes and recreationally active people to prepare for exercise or competition.¹⁸ Furthermore, very few studies have carried out direct comparisons between stretching protocols with consistent stretch doses (overall and single stretching duration) and different stretch techniques (i.e. static vs dynamic stretching) on concentric and/or eccentric maximal isokinetic strength and power output to elucidate the

optimal pre-participation protocol for sport activities.^{11,19} Additionally, although there are studies indicating improved muscle strength performance following dynamic stretching,^{14,15} it is not known how dynamic stretching affects strength and power during isokinetic quadriceps and hamstring actions in concentric and eccentric modes.

Therefore, the main purpose of the current study was to examine and compare the acute effects of short duration static and dynamic lower-limb stretching routines with consistent stretching parameters (duration, intensity, number of exercises, repetitions) on the knee flexor and extensor peak torque and mean power during maximal concentric and eccentric muscle actions in recreationally athletes.

Method

Participants

Twenty-five men (age = 21.3 ± 2.5 years; stature = 176.3 ± 8.4 cm; body mass = 74.4 ± 10.8 kg) and 24 women (age = 20.4 ± 1.8 years; stature = 164.7 ± 7.6 cm; body mass = 62.9 ± 8.6 kg) who were recreationally active adults (engaging in 2–5 h of moderate physical activity 3–5 days per week) completed the current study.

The exclusion criteria were: (a) histories of orthopedic problems, such as episodes of hamstrings and quadriceps injuries, fractures, surgery or pain in the spine or hamstring and quadriceps muscles over the past six months; (b) missing a testing session during the data collection phase; and (c) not have delayed onset muscle soreness (DOMS) through each testing session. Women participants could not be in the ovulation phase of their menstrual cycle during testing to reduce the effects of hormonal status on muscle-tendon unit stiffness and knee joint laxity.²⁰ The participants were verbally informed about the characteristics of the methods to be utilized as well as the purpose and risks of the present study, and written informed consent was obtained from all participants. Furthermore, the study was approved by the University of Gloucestershire Research Ethics Committee (United Kingdom).

Experimental design

A crossover study design, in which participants executed all experimental conditions, was used to investigate the purposes of the current study. Use of a pre- and post-test design, in which participants performed a pre and post-stretch isokinetic assessment was not adopted because in a pilot study participants reported that the testing procedure was too long and subsequently they felt less able to undertake the post-stretch assessment and hence, bias the results. In addition, some participants reported musculoskeletal fatigue during the post-stretch assessment. Therefore, to ensure the optimal preparedness state of each participant throughout the testing procedure, the current study used a crossover design.

Participants visited the laboratory on four occasions with 72–96 h rest interval between testing sessions. The first visit was a practice/habituation session to the isokinetic testing procedure and stretching exercises, and the following three visits were the experimental sessions. During each experimental session, participants began by completing a 5 min standardized warm-up (cycling at 90 W for men and 60 W for women at 60–70 rpm). The stretching (static or dynamic) or non-stretching (control) intervention was performed immediately after the standardized warm-up. The order of stretching (static and dynamic) and non-stretching conditions was randomized. After the stretching and non-stretching conditions, the participants performed a specific isokinetic warm-up consisting on 4 sub-maximal (self-perceived 50% effort) and 2 maximal eccentric knee flexion actions.

The rationale of using this warm up structure (standardized warm-up + stretching or non-stretching + specific warm-up) was to replicate the typical warm-up structure that is usually performed by athletes and recreationally active participants.⁴

The knee flexor and extensor peak torque and mean power assessment of the dominant leg (determined through interview and defined as leg preference when kicking a ball) was carried out 2–3 min (post-test) after the stretching protocol was completed. In the non-stretching session, the knee flexor and extensor peak torque and mean power assessment was carried out after the standardized warm-up (Fig. 1). The rationale for assessing only the dominant leg was based on the fact that previous studies have not reported leg-related differences in relation to muscle-tendon unit properties, when the same amount of stretching is applied.²¹

Stretching protocols

In each stretching session, participants performed five un-assisted stretching exercises designed to stretch the major muscle groups used during running (gluteus, psoas, adductors, hamstrings and quadriceps) and reflect the stretching typically performed by athletes and recreationally active people (Fig. 2).

The static and dynamic stretching sessions differed only in the stretch technique used; whereas the other stretching load characteristics (duration, intensity, repetition and exercise positions) were identical. The stretching exercises were performed twice in a randomized order under the direct supervision and guidance of the investigators. Each stretching exercise was completed on the right and left limb before another exercise was performed. No-rest interval was allowed between limbs, although a 20 s rest period was allowed between stretch repetitions and exercises (once the leg was returned to a neutral position). The intensity of stretching was self-determined but set to the threshold of mild discomfort, not pain, as acknowledged by the participant.

During the static stretching session, participants were asked to hold each stretch position for 30 s. During the dynamic stretching session, participants were instructed to perform 15 continuous controlled dynamic movements from the neutral stance to the end of the range of movement. A rate of one stretch cycle every 2 s was set and the movements were at a controlled speed throughout the range of movements. In addition, during dynamic stretching, participants were instructed that the end position should be the same as the end position during static stretching.

Isokinetic testing

A Biodex System-3 Isokinetic dynamometer (Biodex Corp., Shirley, NY, USA) and its respective manufacture software were used to determine peak torque and mean power during knee extension and flexion isokinetic movements.

Participants were secured in a prone position on the dynamometer with the hip passively flexed at 10–20° and the head maintained erect²² (Fig. 3). The axis of rotation of the dynamometer lever arm was aligned with the lateral epicondyle of the knee. The force pad was placed approximately 3 cm superior to the medial malleolus with the foot in a relaxed position. Adjustable strapping across the pelvic, posterior thigh proximal to the knee and foot localized the action of the musculature involved. The range of movement was set from 90° knee flexion (starting position) to 0° (0° was determined as maximal voluntary knee extension for each participant).

The isokinetic examination was separated into two parts. The first part of the examination was the assessment of the knee extensor followed by the knee flexor muscles with a concentric/concentric (CON/CON) testing method. The second part of the

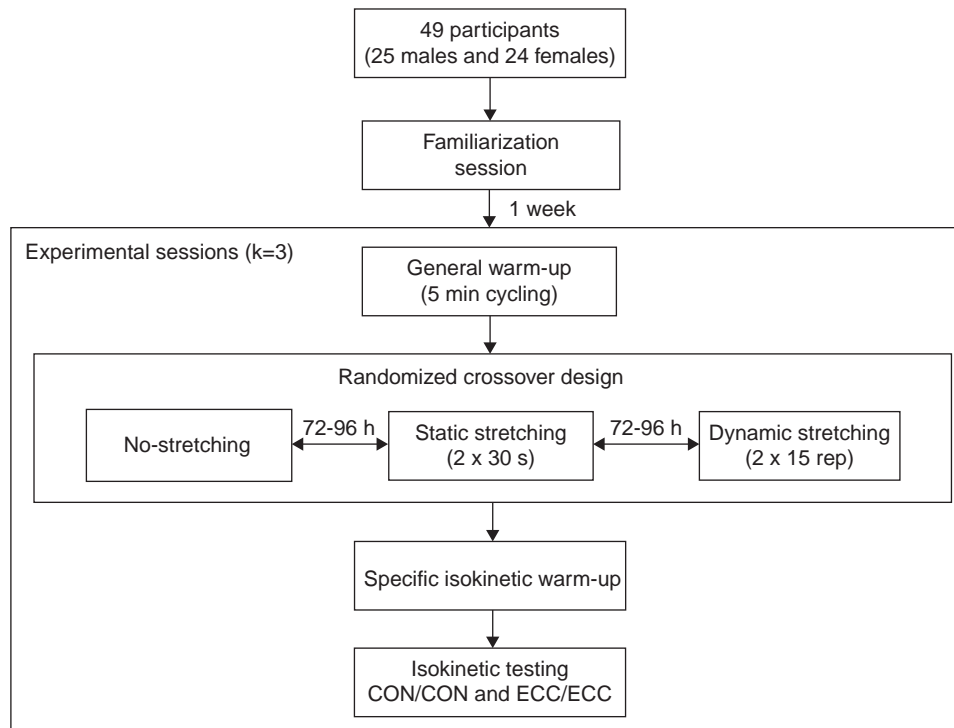


Fig. 1. Flow of participants through experimental sessions of the study.

examination was the assessment of the knee extensor followed by the knee flexor muscles with an eccentric/eccentric (ECC/ECC) testing method. In both testing methods, two cycles of knee flexions and extensions were performed at three pre-set constant angular speeds in the following order: 60, 180 and 240°/s (slow to fast). When a variation greater than 5% was found in the peak torque scores between cycles at the same speed, an extra cycle was performed and the two most related cycles were used for the subsequent statistical analyses. The 60 and 180°/s angular speeds were chosen to be consistent with previous studies.^{7,8,10,23} The 240°/s angular speed was chosen as the fastest velocity because in a pilot study with 10 participants of similar age and training status, they subjectively indicated that 240°/s was the maximum CON/CON and ECC/ECC cycles speed that they were able to perform comfortably during the test and because the constant velocity period is very short at velocities faster than 240°/s. Pilot work also showed that participants could not maintain the required torque output throughout the range of motion in the reactive eccentric mode, subsequently causing stalling of the lever arm. Therefore, the passive eccentric mode was chosen so that the full range of movement would be completed for every action.

The two testing method (CON/CON and ECC/ECC) were separate by a 5 min rest interval and a rest of 30 s was allowed between action cycles. The number of maximal muscle actions and the rest-period durations were chosen to minimize musculoskeletal fatigue, which is unlikely to occur with only two reciprocal muscle actions at three speeds and a 30 s rest between reciprocal muscle actions and speeds and 5 min rest between testing modes. Both for CON/CON and ECC/ECC cycles, participants were encouraged to push/resist as hard and as fast as possible and to complete the full range of motion.

Measures

For both isokinetic parameters of peak torque and mean power, the average of the two trials at each speed through the testing sessions was used for subsequent statistical analysis. In addition, Sole et al.²⁴ reported better reproducibility when they used the mean value from 3 trials rather than the single highest value from the 3 repetitions for concentric and eccentric peak torque. In each trial, peak torque was reported as the maximum torque value and power was reported as time-averaged integrated area under the

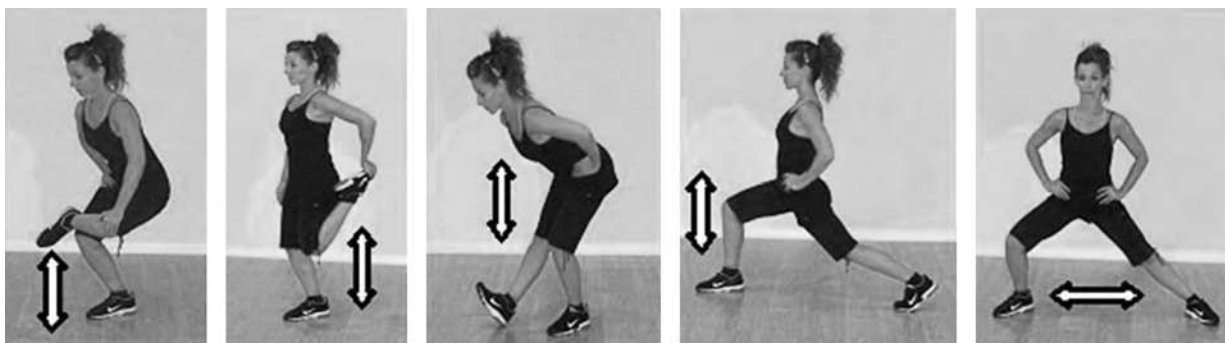


Fig. 2. Stretching exercises (left to right: gluteus, quadriceps, hamstrings, psoas, and adductors).



Fig. 3. Isokinetic testing position.

angle-torque relationship. The speed throughout each repetition was analyzed and it was also verified that, at the greater angular velocity, peak torque and power was developed during the constant speed period. The constant speed periods during concentric muscle actions were approximately the 82, 50 and 42% of the full knee flexion and extension ROM for the speeds 60, 180 and 240 °/s respectively. For the eccentric muscle action, the constant speed periods were 79, 48 and 40% of the full knee flexion and extension ROM at 60, 180 and 240 °/s respectively (data obtained from 20 participants).

Statistical analysis

Before any statistical analyses were performed, the distribution of raw data sets was checked using the Kolmogorov–Smirnov test. Descriptive statistics including means, standard error of the means and 95% confidence intervals were calculated for each measure.

Recent research studies have consistently reported no sex-related differences in relation to the same stretching treatment on isokinetic peak torque values^{7,10,12} so men's and women's data were not analyzed separately. Descriptive statistics including means and standard deviations were calculated for each measure.

Mean effects of stretching (static and dynamic) and their 90% confidence limits were estimated using a spreadsheet designed by Hopkins¹⁹ via the unequal-variances t statistic computed for change scores between paired sessions (control vs static; control vs dynamic; static vs dynamic) for each variable. Alpha was $p < 0.05$. Each participant's change score was expressed as a percentage of baseline score via analysis of log-transformed values, to reduce bias arising from nonuniformity of error. Errors of measurement and individual responses expressed as coefficients of variation were also estimated. In addition, the analysis determines the chances that the true effects are substantial or trivial when a value for the smallest worthwhile change is entered.

Coefficients of variation (CV) determined the smallest substantial/worthwhile change for each of the variables. To the authors' knowledge, no studies have analyzed the absolute reliability of the knee flexor and extensor peak torque and mean power during maximal concentric and eccentric muscle actions with the participants adopting a prone position, so we chose 0.20 standardized units (that is a fraction of the between-subjects standard deviation at baseline) as the smallest worthwhile change.²⁵ The default of 0.20 gives chances that the true effect is at least small.²⁵

The qualitative descriptors proposed by Hopkins²⁵ were used to interpret the probabilities that the true affects are harmful, trivial

or beneficial: <1%, almost certainly not; 1–4%, very unlikely; 5–24%, unlikely or probably not; 25–74%, possibly or may be; 75–94%, likely or probably; 95–99%, very likely; >99%, almost certainly.

Effect sizes, which are standardized values that permit the determination of the magnitude of differences between groups or experimental conditions,²⁶ were also calculated for each of the variables using the method previously described by Cohen.²⁶ Cohen²⁶ assigned descriptors to the effect sizes (d) such that an effect size of 0.4 or less represented a small magnitude of change while 0.41–0.7 and greater than 0.7 represented moderate and large magnitudes of change, respectively.

Results

Tables 1 and 2 present the mean and standard deviation for peak torque and power in each experimental session ($k = 3$) for knee extension and knee flexion in both concentric and eccentric muscle actions respectively.

As presented in Tables 3 and 4, there were no a clear main effects ($p > 0.05$; trivial effect with a probability of 75–95%; $d < 0.4$) on concentric and eccentric knee flexion and extension peak torque and power between paired treatments. However, there were possible positive effects ($d > 0.15$; positive effect with a probability of 75–95%;) of dynamic stretching on some peak torque and power variables (see Tables 3 and 4) when they were compared with the static stretching treatment.

Discussion

The primary findings of the present study indicate that short and contextualized lower limb static and dynamic stretching routines have no a stretching-induced strength and power deficit or improvement effects on concentric and eccentric knee flexion and extension isokinetic movements at three different speeds (60, 180 and 240 °/s) in recreationally athletes.

Our findings are not consistent with several recent studies,^{11,12,17–27} although not all,^{23,28,29} that has indicated that a bout of static stretching may cause transient decreases in isolated muscle strength. A possible explanation for these conflicting results could be attributed to the different static stretch durations used in these studies. Generally, in those studies that have reported static stretching-induced strength and power deficits, a single muscle group was statically stretched for between 90 s and 60 min.^{5,12–17} Contrarily, our study in conjunction with some studies that have shown no static stretching-induced strength and power deficits have used a lower overall stretch duration ranging from 30 to 90 s.^{23,28,29} Therefore, it would appear that there is a dose-dependent threshold of static stretching necessary to reflect any statistically detectable change in isokinetic strength and power. This hypothesis has been recently confirmed by some studies which have examined and carried out direct comparisons between the acute effects of stretching routines with different overall stretch doses and consistent stretching parameters (technique intensity, exercise positions and muscle stretched).^{23,28,30–32} For example, Zakas et al.²³ after examining the effects of two different overall durations (45 s and 300 s) of acute static stretching on isokinetic peak torque production in pubescent soccer players reported that stretching caused a significant decrease in strength performance (5–12%) when the stretch duration was 300 s, while a stretch duration per isolate muscle of 45 s did not alter the mechanism of force production. In addition, Murphy et al.³⁰ found that a bout of 6×6 s of static stretching for the hamstring was enough to improve hip flexion ROM for 30 minutes without cause impairments on jump height and reaction time. Consequently, overall static stretch duration per isolate muscle group ≤ 60 –90 s

Table 1Peak torque and mean power output among experimental sessions ($k=3$) during concentric and eccentric knee extension muscle actions.^a

	Concentric mode			Eccentric mode		
	60 °/s	180 °/s	240 °/s	60 °/s	180 °/s	240 °/s
<i>No-stretching session (control)</i>						
Peak torque (Nm)	120.7 ± 33.7	96.7 ± 34.7	92.6 ± 29.2	169.5 ± 66.5	148.0 ± 38.7	144.4 ± 49.7
Power (W)	60.4 ± 18.5	99.2 ± 35.8	99.2 ± 35.8	81.00 ± 32.1	140.0 ± 40.9	172.5 ± 48.7
<i>Static stretching session</i>						
Peak torque (Nm)	122.4 ± 36.7	95.1 ± 30.1	88.4 ± 29.0	154.9 ± 67.8	142.4 ± 40.5	143.2 ± 58.4
Power (W)	63.4 ± 18.5	95.8 ± 32.3	101.3 ± 36.6	78.0 ± 28.0	133.1 ± 42.1	174.5 ± 52.0
<i>Dynamic stretching session</i>						
Peak torque (Nm)	128.4 ± 41.7	98.7 ± 29.9	91.5 ± 31.5	165.1 ± 64.5	160.5 ± 63.1	147.6 ± 53.0
Power (W)	64.5 ± 21.9	100.3 ± 33.0	99.9 ± 38.0	79.3 ± 35.6	141.5 ± 41.0	172.1 ± 53.6

^a All values are mean ± standard deviation.**Table 2**Peak torque and mean power output among experimental sessions ($k=3$) during concentric and eccentric knee flexion muscle actions.^a

	Concentric mode			Eccentric mode		
	60 °/s	180 °/s	240 °/s	60 °/s	180 °/s	240 °/s
<i>No-stretching session (control)</i>						
Peak torque (Nm)	74.7 ± 24.7	68.1 ± 23.2	64.0 ± 22.8	82.6 ± 27.7	83.1 ± 26.2	80.6 ± 25.8
Power (W)	45.5 ± 13.7	78.3 ± 23.8	81.2 ± 28.9	48.3 ± 18.6	80.1 ± 38.8	92.4 ± 33.6
<i>Static stretching session</i>						
Peak torque (Nm)	72.8 ± 24.1	65.7 ± 21.7	57.8 ± 20.8	83.5 ± 25.5	79.6 ± 23.3	78.5 ± 23.7
Power (W)	44.5 ± 14.2	77.7 ± 24.9	76.0 ± 26.5	50.1 ± 16.6	76.6 ± 41.9	89.5 ± 32.7
<i>Dynamic stretching session</i>						
Peak torque (Nm)	75.0 ± 22.6	69.6 ± 21.3	60.9 ± 22.9	84.7 ± 28.6	81.8 ± 23.9	77.6 ± 26.9
Power (W)	46.4 ± 13.9	80.3 ± 23.4	83.6 ± 26.7	49.8 ± 17.4	82.3 ± 39.0	90.3 ± 34.5

^a All values are mean ± standard deviation.

may have no stretching-induced alterations in strength and power during concentric and eccentric isokinetic muscle actions.

The results of the current study also suggest that there were no significant differences in isokinetic strength and power performance after dynamic stretching compared with control condition. These findings are not consistent with previous studies that have reported increased strength and/or power after a bout of dynamic stretching.^{11,33,34} A possible explanation for the discrepancy between the results of the current study, that showed no dynamic stretching-induced improvements on isokinetic strength and power; in contrast with the results reported by previous studies may be due to the different stretch duration used. For example, Sekir et al.¹¹ designed a dynamic stretching protocol with an overall stretch duration per muscle (quadriceps and hamstrings) of 60 s (4 × 15 dynamic movements) and Manoel et al.³⁴ carried out 3 repetitions of 30 s dynamic stretches, while the current study stretched the major muscle groups of the lower limb (psoas, quadriceps, hamstrings, gluteus and adductors) using a overall stretch duration of 30 s per muscle group (2 × 15 dynamic movements). Perhaps, as occur with static stretching, the dynamic stretching-induced enhancement of muscular performance phenomenon may be governed by a dose–response relationship, where the shorter volumes (<30 s) do not affect muscle performance and longer duration may facilitate performance (>60–90 s).⁴ However, future studies are necessary to test this hypothesis.

Another important issue regarding the pre-exercise stretching routine design is the stretch technique used. When static and dynamic stretching treatments were compared, the results of the current study showed that dynamic stretching reported slightly higher scores than static stretching ($d > 0.15$; percentage change ranged from 1.2 to 14.7) for most of the strength and power variables. Therefore, this finding supports the recent claims that suggest that dynamic stretching is preferable to static stretching as part of a warm-up designed to prepare for physical activity

due to the possible enhancement of muscular performance^{11,33–37}; and the similar acute increases in static flexibility as static stretching.^{38,39}

Another important clinical question is whether the effects of stretching of knee flexor and extensor muscle groups, which are closely related to the actual demands of sport on strength performance, elicit a similar response, in order to make evidence-based recommendations. The results of the current study and the findings reported by Sekir et al.¹¹ have demonstrated that knee flexor and extensor muscles respond in the same way to static and dynamic stretching.

Two different methodological aspects of the current study should be highlighted because they might make the results more valid than previous studies. The first aspect is the design of the stretching protocol used. The current study used a multiple-muscle stretching protocol (in which participants stretched the major lower-limb muscles) instead of the widely used single-muscle protocol (in which participants stretched only the muscle studied),^{15–27} The rationale for using a multiple-muscle stretching protocol was because an acute bout of static stretching may reduce muscle activation via peripheral (autogenic inhibition of the Golgi tendon reflex, mechanoreceptor and nociceptor afferent inhibition) and central nervous system (supraspinal fatigue) mechanisms.^{5,8,12} In this sense, Avela et al.⁵ and Cramer et al.⁸ found that an acute bout of static stretching caused a decrease in muscle activation not only in the stretched muscle but also in the un-stretched contralateral muscle (via central nervous system mechanism). However, the degree of contribution of each mechanism (peripheral and central) on the reduction in muscle activation is still unclear. Therefore, effects of stretching before exercise and sport events should be investigated using multiple-muscle stretching protocols that reflect the stretching stimuli that athletes and recreationally active people usually apply both to the peripheral and central nervous system during a typical warm-up

Table 3
 Concentric (CON) and eccentric (ECC) knee flexion peak torque (PT) and power (PW) percentage changes (mean, 90% confidence limit), effect size (d) and likelihood (%) of being positive/trivial/negative among treatment sessions (paired comparisons). Practical assessments of the effects are also shown.^a

	Static vs control		Dynamic vs control		Dynamic vs static	
	Change (%)	Effect size + / Trivial / – (inference)	Change (%)	Effect size + / Trivial / – (inference)	Change (%)	Effect size + / Trivial / – (inference)
PT _{CON60}	-3.1 (-8.5 to 2.7)	-0.09 1/76/23 (likely trivial)	0.9 (-3.5 to 5.5)	0.03 6/92/2 (likely trivial)	4.8 (-1.3 to 11.2)	0.14 45/54/0 (possible positive)
PT _{CON180}	-2.8 (-8.4 to 3.2)	-0.08 0/87/13 (likely trivial)	1.5 (-3.9 to 7.2)	0.04 5/94/1 (likely trivial)	5.5 (-0.5 to 11.9)	0.15 32/68/0 (possible positive)
PT _{CON240}	-9.4 (-15.7 to -2.7)	-0.27 0/26/74 (possible negative)	-3.8 (-9.6 to 2.2)	-0.11 0/81/19 (likely trivial)	6.4 (-1.7 to 15.1)	0.17 41/58/0 (possible positive)
PW _{CON60}	-4.5 (-10.0 to 1.3)	-0.14 1/64/55 (possible trivial)	1.4 (-4.2 to 7.4)	0.04 21/74/5 (possible trivial)	6.7 (0.1 to 13.7)	0.19 72/28/0 (possible positive)
PW _{CON180}	-0.1 (-5.9 to 6.0)	0.01 3/93/4 (likely trivial)	0.6 (-3.8 to 5.1)	0.02 2/98/0 (very likely trivial)	1.2 (-6.2 to 9.1)	0.04 11/84/4 (likely trivial)
PW _{CON240}	-6.2 (-14.5 to 3.0)	-0.17 1/58/42 (possible negative)	-0.5 (-5.8 to 5.1)	0.02 1/97/2 (very likely trivial)	7.1 (-3.3 to 11.1)	0.18 45/53/2 (possible positive)
PT _{ECC60}	-0.8 (-4.9 to 3.5)	-0.02 0/99/1 (very likely trivial)	2.6 (-1.6 to 6.9)	0.07 5/95/0 (very likely trivial)	4.0 (0.1 to 8.2)	0.11 11/84/0 (likely trivial)
PT _{ECC180}	-4.7 (-9.7 to 0.6)	-0.15 0/70/30 (possible trivial)	-0.4 (-4.3 to 3.8)	-0.01 0/99/1 (very likely trivial)	5.3 (-0.3 to 11.1)	0.16 35/65/0 (possible positive)
PT _{ECC240}	-3.0 (-7.6 to 1.9)	-0.09 0/88/12 (likely trivial)	-1.4 (-5.6 to 3.0)	-0.04 0/97/3 (very likely trivial)	1.8 (-3.5 to 7.5)	0.06 8/92/1 (likely trivial)
PW _{ECC60}	3.8 (-2.7 to 10.6)	0.09 14/86/0 (likely trivial)	4.1 (-2.1 to 10.6)	0.1 14/86/0 (likely trivial)	2.6 (-3.1 to 8.6)	0.06 6/94/0 (likely trivial)
PW _{ECC180}	-4.2 (-11.3 to 3.6)	-0.12 1/76/23 (likely trivial)	3.2 (-2.6 to 9.3)	0.09 15/85/0 (likely trivial)	8.8 (0.6 to 17.6)	0.24 64/36/0 (possible positive)
PW _{ECC240}	-4.0 (-10.3 to 2.8)	-0.11 0/79/21 (likely trivial)	-0.3 (-6.1 to 5.9)	-0.01 2/96/3 (very likely trivial)	2.8 (-4.0 to 10.1)	0.08 13/86/1 (likely trivial)

^a If chance of benefit and harm both >5%, true effect was assessed as unclear (could be beneficial or harmful). Otherwise, chances of benefit or harm were assessed as follows: <1%, almost certainly not; 1–5%, very unlikely; >5–25%, unlikely; >25–75%, possible; >75–95%, likely; >95–99%, very likely; >99%, almost certain.

Table 4
Concentric (CON) and eccentric (ECC) knee extension peak torque (PT) and power (PW) percentage changes (mean, 90% confidence limit), effect size (*d*) and likelihood (%) of being positive/trivial/negative among treatment sessions (paired comparisons). Practical assessments of the effects are also shown.^a

	Static vs control		Dynamic vs control		Dynamic vs static	
	Change (%)	Effect size + Trivial /– (inference)	Change (%)	Effect size + Trivial /– (inference)	Change (%)	Effect size + Trivial /– (inference)
PT _{CON60}	0.2 (–5.6 to 6.3)	0.01 9/84/7 (likely trivial)	4.2 (–1.5 to 10.2)	0.14 39/61/0 (possible positive)	4.3 (–4.2 to 13.5)	0.14 43/53/4 (possible positive)
PT _{CON180}	0.9 (–8.3 to 7.2)	–0.03 5/85/10 (likely trivial)	0.5 (–6.7 to 8.4)	0.02 8/87/5 (likely trivial)	3.8 (–3.0 to 11.0)	0.11 21/78/1 (likely trivial)
PT _{CON240}	–7.8 (–14.4 to –0.8)	–0.25 0/36/64 (possible negative)	–0.8 (–5.6 to 4.2)	–0.03 1/96/3 (very likely trivial)	7.3 (–0.9 to 16.2)	0.22 54/45/0 (possible positive)
PW _{CON60}	0.6 (–5.6 to 7.1)	0.02 14/71/9 (likely trivial)	1.7 (–4.7 to 8.5)	0.05 22/72/6 (possible trivial)	1.6 (–6.7 to 10.6)	0.05 28/61/11 (possible trivial)
PW _{CON180}	–2.9 (–9.8 to 4.5)	–0.08 1/82/17 (likely trivial)	–0.7 (–7.8 to 6.9)	–0.02 4/89/7 (likely trivial)	6.1 (–1.5 to 14.3)	0.16 38/62/0 (possible positive)
PW _{CON240}	–3.3 (–11.2 to 5.3)	–0.10 2/74/23 (likely trivial)	–2.4 (–8.5 to 4.2)	–0.07 1/87/12 (likely trivial)	2.0 (–7.6 to 12.5)	0.06 19/74/7 (possible trivial)
PT _{ECC60}	–5.9 (–12.5 to 1.1)	–0.16 0/56/44 (possible negative)	–3.5 (–9.4 to 2.8)	–0.09 0/79/20 (likely trivial)	5.1 (–2.3 to 13.1)	0.13 34/65/1 (possible positive)
PT _{ECC180}	–4.5 (–12.6 to 4.3)	–0.13 1/70/29 (possible trivial)	9.0 (–4.0 to 23.7)	0.25 59/38/2 (possible positive)	14.7 (0.6 to 30.9)	0.40 81/18/1 (likely positive)
PT _{ECC240}	–5.4 (–17.7 to 8.8)	–0.12 4/67/29 (possible trivial)	–1.9 (–9.5 to 6.4)	–0.04 1/92/7 (likely trivial)	–2.5 (–9.1 to 4.5)	–0.06 0/94/6 (likely trivial)
PW _{ECC60}	–3.2 (–9.9 to 4.0)	–0.08 1/84/15 (likely trivial)	–3.1 (–9.8 to 4.0)	–0.08 0/85/15 (likely trivial)	2.4 (–5.8 to 11.4)	0.06 15/83/2 (likely trivial)
PW _{ECC180}	–6.0 (–14.4 to 3.3)	–0.17 1/55/44 (possible negative)	2.0 (–5.8 to 10.5)	0.06 15/82/3 (likely trivial)	9.4 (2.1 to 17.3)	0.25 68/32/0 (possible positive)
PW _{ECC240}	3.8 (–4.9 to 13.4)	0.10 16/82/2 (likely trivial)	–0.6 (–9.3 to 11.6)	0.02 5/85/11 (likely trivial)	–1.6 (–8.6 to 5.9)	–0.04 3/87/10 (likely trivial)

^a If chance of benefit and harm both >5%, true effect was assessed as unclear (could be beneficial or harmful). Otherwise, chances of benefit or harm were assessed as follows: <1%, almost certainly not; 1–4%, very unlikely; 5–24%, unlikely; 25–74%, possible; 75–94%, likely; 95–99%, very likely; >99%, almost certain.

to make evidence-based recommendations. The second methodological aspect that should be underlined is related to the isokinetic testing position used. Studies that have investigated the effects of stretching on isokinetic strength, with the goal of making recommendations to design warm-up protocols that allow athletes improving performance and reducing the risk of lower limb musculoskeletal injury, have typically reported data obtained from participants tested in a seated position. However, rarely are field and court sport athletes active with those kinematics (e.g., the hip flexed at 80–110°).^{40,41} Most lower limb injuries occur while athletes engage in some running activity where the hip angle is reported to typically be approximately 10–20° to the vertical with foot plant occurring directly inferior to the torso and not with a hip flexion angle of 80–110°.⁴¹ Thus, it could be argued that isokinetic screening where the hip angle is more similar to when executing real-world sporting tasks would be more ecologically valid than using other traditional methods.^{22,40} Based on the last statement, the current study selected a prone position with hip flexed 10–20°, which replicates the hip position and knee flexor and extensor muscle length-tension relationships that occur during running/sprinting.^{22,40} Although the standing position appears to be the most ecologic valid testing position, it was not used because of technical issues (the bench of the dynamometer could not be adapted to this position). However, it is possible that if the same hip flexion is used in both standing and prone positions, the stretch-tension relationship of the knee flexors and extensors will not likely differ and the relative contribution of the active contractile components of the muscles to overall force production would not change. Future studies are necessary to test this hypothesis.

Although the current study is the first that has designed and examined the acute effects of a short and sport contextualized static and dynamic pre-exercise lower limb stretching routine with consistent stretch parameters on several isokinetic concentric and eccentric strength parameters (peak torque and power) in a large sample size of recreationally athletes, some limitations should be noted. The first limitation is that this study did not directly evaluate changes in the range of motion or changes in resistance and tolerance to stretch due to the experimental stretching treatments. Therefore it is not known whether the stretching interventions were actually effective in increasing flexibility or in decreasing muscle stiffness, although previous studies from our laboratory that have used identical stretching doses have reported increases in flexibility.³⁸ Another potential limitation of the current study is the population used. Although this investigation used 49 participants, much higher than previous studies, the participants were homogenous based on age and physical status, which could limit the external validity of the results.

Therefore, the results of the present study indicate that short pre-exercise static and dynamic lower-limb stretching routines do not elicit stretching-induced deficits or improvements on knee flexor and knee extensor isokinetic concentric and eccentric strength and power. However, there is some evidence from our findings, in conjunction with similar previous studies, that dynamic stretching is preferable to static stretching as part of a warm-up designed to prepare for physical activity due to the possible enhancement of muscular performance.

Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

References

- Shellock FG, Prentice WE. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med*. 1985;2:267–78.
- Hedrick A. Dynamic flexibility training. *Strength Cond J*. 2000;22:33–8.
- Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111:2633–51.
- Rubini EC, Costa AL, Gomes PS. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*. 2007;37:213–24.
- Avela J, Finni T, Liikavainio T, Niemela E, Komi PV. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *J Appl Physiol*. 2004;96:2325–32.
- Herda TJ, Cramer JT, Ryanm ED, Mchugh MP, Stout JR. Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. *J Strength Cond Res*. 2008;22:809–17.
- Cramer JT, Beck TW, Housh TJ, Massey LL, Marek SM, Danglemeier S, et al. Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle-torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. *J Sports Sci*. 2007;25:687–98.
- Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW. Acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res*. 2004;18:236–41.
- Evetovich T, Nauman N, Conley D, Todd J. Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *J Strength Cond Res*. 2003;17:484–8.
- Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmater SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train*. 2005;40:94–103.
- Sekir U, Arabaci R, Akova B, Kadagan SM. Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20:268–81.
- Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol*. 2000;89:1179–88.
- Behm DG, Button DC, Butt JC. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can J Appl Physiol*. 2001;26:261–72.
- Yamaguchi T, Ishii K. Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *J Strength Cond Res*. 2005;19:677–83.
- Yamaguchi T, Ishii K, Yamanaka M, Yasuda K. Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *J Strength Cond Res*. 2007;21:1238–44.
- Bishop D. Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med*. 2003;33:439–54.
- McHugh MP, Nesse M. Effect of stretching on strength loss and pain after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:566–73.
- Young WB, Behm DG. Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? *Strength Cond J*. 2002;24:33–7.
- Hopkins WG. A spreadsheet for deriving a confidence interval, mechanistic inference and clinical inference from a p value. *Sportscience [Internet]*. [cited 2015 Mar 16]. 2007;11:16–20. Available from: <http://sportsci.org/2007/wghinf.htm>
- Bell DR, Myrick MP, Blackburn JT, Shultz SJ, Guskiewicz KM, Padua DA. The effect of menstrual-cycle phase on hamstring extensibility and muscle stiffness. *J Sport Rehabil*. 2009;18:553–63.
- Zakas A, Galazoulas C, Zakas N, Vamvakoudis E, Vergou A. The effect of stretching duration on flexibility during warming up in adolescent soccer players. *Physical Training Fitness for Combatives [Internet]*. 2005 [cited 2015 Mar 16]. Available from: http://ejmas.com/pt/2005pt/ptart.Zakas_0905.html
- Worrell TW, Denegar CR, Armstrong SL, Perrin DH. Effect of body position on hamstring muscle group average torque. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1990;11:449–52.
- Zakas A, Galazoulas C, Doganis G, Zakas N. Effect of two acute static stretching durations of the rectus femoris muscle on quadriceps isokinetic peak torque in professional soccer players. *Isokinet Exerc Sci*. 2006;14:357–62.
- Sole G, Hamrén J, Milosavljevic S, Nicholson H, Sullivan J. Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88:626–31.
- Hopkins WG. Probabilities of clinical or practical significance. *Sportscience [Internet]*. 2002 [cited 2015 Mar 16]. Available from: <http://sportsci.org/jour/0201/wghprob.htm>
- Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. Hillside: L. Erlbaum Associates; 1988. p. 14–68.
- Behm DG, Bradbury EE, Haynes AT, Hodder JN, Leonard AM, Paddock NR. Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. *J Sports Sci Med*. 2006;5:33–42.
- Kay AD, Blazevich AJ. Reductions in active plantar flexor moment are significantly correlated with static stretch duration. *Eur J Appl Physiol*. 2008;8:41–6.
- Young W, Elias G, Power J. Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *J Sports Med Phys Fit*. 2006;46:403–11.
- Murphy JR, Di Santo MC, Alkanani T, Behm DG. Aerobic activity before and following short duration static stretching improves range of motion and performance versus a traditional warm-up. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35:679–90.
- Ogura Y, Miyahara Y, Naito H, Katamoto S, Auki J. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *J Strength Cond Res*. 2007;21:788–92.
- Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Stout JR, et al. Do practical durations of stretching alter muscle strength? A dose-response study. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:1529–37.
- Faigenbaum AD, Kang J, McFarland J, Bloom JM, Magnatta J, Ratamess NA, et al. Acute effects of different warm up protocols on anaerobic performance in teenage athletes. *Pediatr Exerc Sci*. 2006;18:64–75.

34. Manoel M, Harris-Love M, Danoff J, Miller T. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1528–34.
35. Kallerud H, Gleeson N. Effects of stretching on performances involving stretch-shortening cycles. *Sports Med.* 2013;43:733–50.
36. Sands WA, McNeal JR, Murray SR, Ramsey MW, Sato K, Mizuguchi S, et al. Stretching and its effects on recovery: a review. *Strength Cond J.* 2013;35:30–6.
37. Werstein KM, Lund RJ. The effects of two stretching protocols on the reactive strength index in female soccer and rugby players. *J Strength Cond Res.* 2012;26:1564–7.
38. Ayala F, Sainz de Baranda P. Acute effect of stretching on sprint in honour division soccer players. *Int J Sports Sci.* 2010;18:1–12.
39. Beedle BB, Mann CL. A comparison of two warm-ups on joint range of motion. *J Strength Cond Res.* 2007;21:776–9.
40. Deighan MA, Serpell BG, Bitcon MJ, De Ste Croix M. Knee joint strength ratios and effects of hip position in rugby players. *J Strength Cond Res.* 2012;26:1959–66.
41. Williams K. Biomechanics of running. *Exerc Sport Sci Rev.* 1985;38:9–441.



Original

Alteração da velocidade em jovens futebolistas brasileiros no período competitivo e sua relação com o conteúdo de treinamento



T.V. Braz^{a,*}, J.P. Borin^b, L. M.P. Spigolon^a, S.A. Cunha^b, C.R. Cavaglieri^b e A.C. Gomes^c

^a Departamento de Educação Física, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba - SP, Brasil

^b Departamento de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, Brasil

^c Departamento de Esportes, Sport Training, Londrina - PR, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 30 de janeiro de 2013

Aceite a 19 de fevereiro de 2015

Palavras-chave:

Futebol

Velocidade

Treinamento desportivo

R E S U M O

Objetivo: O presente estudo busca determinar a alteração da velocidade em jovens futebolistas no período competitivo e sua relação com o conteúdo de treinamento.

Método: Participaram da pesquisa 17 jovens futebolistas (16.3 ± 0.4 anos, 70.2 ± 6.1 kg, 176 ± 6.4 cm). A equipe foi analisada durante 17 semanas no período competitivo de treinamento. Foram realizadas avaliações da velocidade em 10 m (V10 m) e 30 m (V30 m) em 3 momentos distintos (M1 = 1^a, M2 = 10^a e M3 = 17^a semana do estudo).

Resultados: Os principais resultados apontam decréscimo significativo ($p < 0.05$) de M1 (7.25 ± 0.20 m/s) para M3 (7.05 ± 0.20 m/s) para a variável V30 m e sensível aumento em V10 m.

Conclusão: Conclui-se que o treinamento aplicado no período competitivo analisado provocou melhoria sensível para V10 m e decréscimo para V30 m para os jovens futebolistas do estudo.

© 2013 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Alteraciones de la velocidad en jóvenes futbolistas brasileños en el periodo competitivo y su relación con el contenido del entrenamiento

R E S U M E N

Objetivo: El presente estudio pretendió determinar las alteraciones de la velocidad en jóvenes jugadores de fútbol durante periodo competitivo y su relación con el contenido del entrenamiento.

Método: Participaron 17 jugadores (16.3 ± 0.4 años, el 70.2 ± 6.1 kg, 176.0 ± 6.4 cm). El equipo fue analizado durante 17 semanas en periodo competitivo. Se realizaron evaluaciones de la velocidad a 10 m (V10 m) y 30 m (V30 m) en 3 momentos distintos (M1 = 1^a, M2 = 10^a y M3 = 17^a semana del estudio).

Resultados: Los principales resultados muestran una disminución significativa ($p < 0.05$) de M1 (7.25 ± 0.20 m/s) en comparación con M3 (7.05 ± 0.20 m/s) para V30 m y un sensible aumento de V10 m.

Conclusión: Se concluye que el entrenamiento aplicado en periodo competitivo analizado ha provocado una mejora significativa de V10 m y una disminución de V30 m en jóvenes futbolistas del estudio.

© 2013 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Palabras clave:

Fútbol

Velocidad

Entrenamiento deportivo

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: tiagovolpi@yahoo.com.br (T.V. Braz).

Velocity changes in Brazilian young soccer players during the in-season competitive phase and its relationship to training

A B S T R A C T

Keywords:
Soccer
Velocity
Sport training

Objective: The aim of the present study was to determine the change in velocity in young soccer players during the competitive period and its relation to the training content.

Method: Participants were 17 soccer players (16.3 ± 0.4 years old, 70.2 ± 6.1 kg, 176 ± 6.4 cm). The team was analyzed for 17 weeks during competitive period. Evaluations were made of the velocity at 10 m (V10 m) and 30 m (V30 m) in three distinct moments (M1= 1st, M2= 10th and M3= 17th week).

Results: The main results show a significant decrease ($p < 0.05$) of M1 (7.25 ± 0.2 m/s) to M3 (7.05 ± 0.2 m/s) for variable V30 m and significant increase in V10 m.

Conclusion: We conclude that the applied training in the competitive period analyzed for V10 m caused a significant improvement and a decrease in V30 m for young soccer players in the study.

© 2013 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

O diagnóstico do perfil de treinamento de jovens jogadores de futebol tem sido primordial para evolução da modalidade, sobretudo por permitir a identificação da relação estímulo-resposta implicada pela organização das cargas de trabalho adotadas durante determinado período observado¹, possibilitando a visualização da estrutura temporal dos conteúdos aplicados² e otimização do processo organizativo da preparação³. No futebol, a variabilidade de ações preconizadas durante a competição exige do jogador o desenvolvimento conjunto de capacidades biomotoras como a resistência aeróbia, considerada predominante na modalidade, bem como da velocidade e potência muscular, sendo estas determinantes para ações decisivas durante as partidas⁴.

Sobre estas capacidades, são mencionadas na literatura pesquisas com 6⁵, 7^{6,7}, 8⁸, 10⁹ e 11¹⁰ semanas de investigação de programas de treinamentos para futebolistas. Na realidade do calendário competitivo de futebolistas sub17 um macrociclo de preparação pode ter a duração média de 6-12 meses apresentando no período competitivo um ou 2 jogos por semana. A equipe sub17 analisada nesta pesquisa apresentou período preparatório de 6 semanas e competitivo de 17 semanas, o que evidencia a validade ecológica dos dados do presente estudo. No período competitivo os atletas devem apresentar sua condição máxima de desempenho, pois são disputadas as competições mais importantes¹¹.

Dada a importância desta fase do treinamento, Söhnlein et al.¹² destacam que após 12 semanas de treinamento no período competitivo as cargas das sessões devem ser readequadas para que não ocorra estagnação e perda de desempenho. Jovens futebolistas podem apresentar estados de perda de desempenho neste momento do treinamento¹³, sobretudo em capacidades como potência muscular e velocidade¹. Por exemplo, 2 jogos no mesmo microciclo durante 6 semanas no período competitivo alteram negativamente a capacidade dos jogadores realizarem *sprints*, saltos e estímulos intermitentes¹⁴. Neste sentido, sessões de treinamento para desenvolvimento da força, potência, velocidade e resistência em alta intensidade devem ser incluídas no período competitivo de jovens jogadores de futebol¹⁵, tendo em vista a manutenção e desenvolvimento das capacidades determinantes para a modalidade.

De fato, Verkhoshansky¹ sustenta a ideia de que a principal capacidade biomotora responsável pelo desempenho desportivo é a velocidade, que deve ser criteriosamente credenciada pelo enfoque do treinamento das diversas outras capacidades, dependendo do desporto ou da modalidade a ser treinada. Gomes et al.¹⁶ afirmam que o desenvolvimento da capacidade de velocidade é essencial

para o sucesso competitivo dos futebolistas, pois trata-se de um desporto caracterizado por esforços intermitentes executados em regime de velocidade. Ações como chute, saltos, *sprints* e mudanças de direção realizadas pelos jogadores dependem da performance em potência e velocidade¹⁷.

Além disto, o desempenho dos futebolistas em testes de velocidade tem sido utilizado para diferenciar o nível competitivo de jovens futebolistas universitários e entre profissionais de elite e amadores^{18,19}. De fato, Barros et al.²⁰, Silva et al.¹¹ e Di Salvo et al.²¹ mencionam a capacidade de manutenção dos *sprints* durante partidas de futebol como fator importante para o desempenho na modalidade. Por conseguinte, seria de extrema importância entender os efeitos crônicos do treinamento da velocidade em jovens futebolistas no período competitivo e contribuir com a coleta de dados de interesse num ambiente mais próximo do natural, ou seja, considerando a realidade da preparação de jovens equipes do futebol brasileiro. Assim, o objetivo do presente estudo foi determinar a alteração da velocidade em jovens futebolistas no período competitivo e sua relação com o conteúdo de treinamento.

Método

Este estudo trata-se de uma pesquisa longitudinal, já que procurou-se entender durante 17 semanas de preparação a alteração da velocidade durante o período competitivo de treinamento. Os sujeitos da equipe investigada assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética Local, protocolo n.º 43/08.

Sujeitos

A amostra foi composta por 17 futebolistas (16.3 ± 0.4 anos, 70.2 ± 6.1 kg, 176.0 ± 6.4 cm) de uma equipe masculina que participava do Campeonato sub17 da Federação Paulista de Futebol (Brasil), dos quais todos tinham histórico de no mínimo um ano de treinamento sistematizado (4-5 vezes por semana, 9.1 ± 3.1 h.sem⁻¹) na modalidade.

Avaliação da velocidade

Realizou-se o teste de velocidade em 10 m (V10 m) e 30 m (V30 m). A primeira distância representa a capacidade de aceleração do futebolista e a segunda sua velocidade máxima, porém, ambas são relativamente independentes²², por isto a necessidade de observá-las separadamente. A saída dos futebolistas no

sprint ocorria a 0.3 m anterior ao sistema de fotocélulas, posicionando preferencialmente o pé dominante, conforme balizamentos descritos por Young et al.²³. Para a mensuração do tempo nos testes utilizou-se o sistema de fotocélulas *Velocity Test 6.0 CEFISE®*. Cada sujeito realizou 2 tentativas com intervalo de 4-5 min de recuperação, considerando o melhor tempo alcançado. As medidas de velocidade foram calculadas conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Velocidade (m/s)} = \text{Distância Percorrida (m)} \div \text{Tempo (seg)}.$$

Para aplicação dos testes foi padronizado o horário, avaliadores, vestimentas, local de realização e aquecimento. Todos os futebolistas da equipe já possuíam conhecimento dos procedimentos adotados e familiarização com o teste utilizado.

Procedimentos metodológicos

Os sujeitos foram analisados durante 17 semanas no período competitivo de treinamento. Foram realizadas avaliações da velocidade em 3 momentos distintos: M1 na 1ª semana do estudo, M2 na 10ª semana do estudo e M3 na 17ª semana do estudo. Foram observadas 93 sessões de treinos. Além dos treinamentos, a equipe analisada disputou 13 jogos oficiais e 2 não-oficiais no período competitivo (tabela 5).

No período preparatório a equipe realizou 31 sessões de treinamento e 2 jogos amistosos com 6 semanas de duração e volume de 1.860 min. As capacidades treinadas foram resistência aeróbia (17.3%), resistência anaeróbia (3.8%), técnica-tática (55.5%), resistência de força (16.4%), coordenação motora (1.6%), força máxima (1.2%), potência muscular (1.2%), velocidade máxima (0.8%), capacidade de aceleração (0.6%) e agilidade (1.6%).

Classificação do treinamento

Para classificação dos treinamentos, seguiu-se balizamentos descritos inicialmente por Gomes e Souza¹⁶, em que a divisão ocorre por meio das capacidades predominantes desenvolvidas nos treinamentos (resistência aeróbia, anaeróbia e técnica-tática, coordenação motora, força, potência muscular, velocidade e agilidade). A tabela 1 apresenta a descrição dos meios e métodos utilizados, bem como capacidades predominantes desenvolvidas nos treinamentos.

Cabe destacar que tal classificação baseou-se na predominância do estímulo empregado nas sessões consideradas, ou seja, em determinadas situações visualizava-se participação de mais de uma capacidade biomotora em uma mesma sessão de treinamento. A partir disto foi considerado o volume percentual das capacidades biomotoras trabalhadas nas sessões de treinos das 17 semanas observadas, bem como entre os momentos do estudo (tabela 2).

A tabela 3 apresenta a distribuição do volume das sessões de treinamento em metros, das manifestações da velocidade

(capacidade de aceleração e velocidade máxima) durante as 17 semanas do estudo.

Análise estatística

Os dados do estudo foram armazenados em banco computacional produzindo-se informações tabulares e gráficas por meio do *software* Microsoft Excel 2007 for Windows® e pelo *software* *Statistical Package for Social Sciences* versão 14.0 (SPSS 14.0). Além disto, utilizou-se o *software* GPower (versão 3.1.3) para cálculo amostral, em que adotou-se o tamanho de efeito de 0.75 ($\alpha=0.05$) e poder estatístico de 80%, encontrando-se um n de 12 indivíduos, considerando a análise de variância para medidas repetidas. Em seguida, os resultados foram apresentados utilizando-se medidas de centralidade e dispersão (média e desvio padrão). Foi verificada a distribuição da normalidade das variáveis pelo teste de Shapiro-Wilk ($n < 50$). Para identificar diferenças entre os momentos do estudo empregou-se a ANOVA para medidas repetidas. Quando necessário, aplicou-se o post hoc de Tukey para comparações múltiplas. Calculou-se o tamanho do efeito (TE) com mudanças < 0.2 , < 0.6 , < 1.2 e > 1.2 interpretando como trivial, pequeno, moderado e grande²⁴. Adotou-se $p < 0.05$ como nível de significância.

Resultados

Na tabela 4 apresentam-se as medidas descritivas da velocidade nas distâncias de 10 m (V10 m) e 30 m (V30 m) da equipe entre os momentos do estudo.

Foram encontrados valores para V10 m de 4.96 ± 0.4 m/s (M1), 5.04 ± 0.3 m/s (M2) e 5.10 ± 0.4 m/s (M3), bem como para V30 m de 7.25 ± 0.2 m/s (M1), 7.08 ± 0.2 m/s (M2) e 7.05 ± 0.2 m/s (M3). No entanto, como pode ser verificado na tabela 4, não foram encontradas diferenças significativas para velocidade 10 m entre os momentos do estudo (Anova *One Way*, $F = 1.891$; $p = 0.160$; TE = 0.62 [moderado]). Em contrapartida, verificaram-se diferenças significativas para a V30 m de M1 para M3 (Anova *One Way*, $F = 0.881$; $p = 0.029$; TE = 0.76 [moderado]).

Discussão

O presente estudo buscou determinar a alteração da velocidade em jovens futebolistas no período competitivo e sua relação com o conteúdo de treinamento. Os resultados encontrados sugerem que o treinamento adotado pela equipe no período competitivo promoveu sensível melhoria (TE = 0.62 [moderado]) da velocidade em 10 m (V10 m) e queda significativa em 30 m (V30 m) entre os momentos do estudo, especificamente de M1 para M3 (tabela 4), o que está relacionado ao efeito do conteúdo de treinamento aplicado durante o período competitivo observado.

Tabela 1

Descrição dos meios e métodos utilizados para classificação do conteúdo de treinamento

Resistência aeróbia: método contínuo, com e sem variação de ritmo, de baixa a moderada intensidade ($< 70\%$ da frequência cardíaca máxima), método intervalado extensivo com estímulos de duração maior que 3 min ($< 80\%$ da frequência cardíaca máxima)
Resistência anaeróbia: exercícios de sprints repetidos com recuperação incompleta (relação estímulo-pausa 1:1 ou 1:3) e corridas de alta intensidade (10 seg e 30 seg a 40 seg) < 18 km/h
Técnica-tática: treinamento em campo reduzido, treinamento coletivo, treinamento tático e treinamento técnico global
Coordenação motora: exercícios de coordenação motora e treinamento técnico analítico
Resistência de força: exercícios com pesos ou aparelhos de musculação com no mínimo 10 repetições, alta velocidade de execução (1-1.5 seg), carga de 10-40% e 50-80% de uma repetição máxima, com recuperação menor que 1 min
Força máxima: treinamentos com pesos ou em equipamentos de musculação com cargas de alta magnitude ($> 80\%$ de uma repetição máxima) número baixo de repetições (entre 1-8), com lenta execução das repetições para os componentes neurais (2-3 seg) e musculares (4-6 seg), com intervalo entre séries de 2-6 min
Potência muscular: treinamentos com pesos ou em equipamentos de musculação com número baixo a moderado de repetições (entre 6-10), com rápida execução (1 seg) na fase concêntrica e intervalo entre as séries > 3 min; corrida tração, saltos horizontais, verticais, pliométricos, unilaterais e saltitos
Velocidade (a, b): a) capacidade de aceleração – método de repetição de sprints em distâncias < 20 m com recuperação completa estímulo-recuperação 1:8, 1:10, 1:12, etc.; b) velocidade máxima – método de repetição de sprints em distâncias > 20 m com recuperação completa; ambos utilizando corridas lineares, em active ou decline
Agilidade: método de repetição de sprints com mudanças de direção, giros, frenagens, com recuperação completa (estímulo-recuperação 1:8, 1:10, 1:12, etc.).

Tabela 2

Distribuição percentual do volume das capacidades biomotoras trabalhadas durante as semanas observadas

Semana	Resistência aeróbia	Resistência anaeróbia	Técnica-tática	Resistência de força	Coordenação motora	Força máxima	Potência muscular	Velocidade máxima	Capacidade de aceleração	Agilidade
1	9.7	2.4	62.8	19.3	-	-	1.0	2.4	2.4	-
2	7.1	-	74.7	16.2	-	-	2.0	-	-	-
3	5.5	-	76.4	14.5	-	-	3.6	-	-	-
4	7.9	-	71.9	18.0	-	-	2.2	-	-	-
5	-	-	63.7	11.0	2.2	-	6.6	-	14.3	2.2
6	3.4	-	71.6	4.5	13.6	-	2.3	-	1.1	4.5
7	6.3	-	60.0	16.8	12.6	-	4.2	-	-	-
8	-	10.1	73.4	-	15.2	-	1.3	-	-	-
9	-	-	77.4	-	-	-	1.6	8.1	6.5	6.5
10	7.2	1.8	75.8	-	10.8	-	0.7	1.8	1.8	-
M1-M2	4.7	1.4	70.8	10.0	5.4	-	2.6	1.2	2.6	1.5
11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	2.7	17.3	34.7	21.3	21.3	-	-	2.7	-	-
13	-	-	89.2	10.8	-	-	-	-	-	-
14	-	-	86.2	10.0	3.8	-	-	-	-	-
15	-	-	72.3	12.3	9.2	-	3.1	-	3.1	-
16	-	-	88.5	-	-	-	6.6	-	4.9	-
17	-	8.8	52.6	-	-	-	21.1	8.8	8.8	-
M2-M3	0.5	4.4	70.6	9.1	5.7	-	5.1	1.9	2.8	-

Símbolo -: 0%; Símbolo *: ausência de treinamento; M1: momento 1 (1.ª semana do estudo); M2: momento 2 (10.ª semana do estudo), M3: momento 3 (17.ª semana do estudo).

Tabela 3

Distribuição do volume em metros das sessões de treinamento da velocidade durante as 17 semanas observadas

Manifestação da velocidade	Semanas																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	M1/M2	11	12	13	14	15	16	17	M2/M3	Total
Capacidade de aceleração (m)	20	-	-	-	800	75	-	-	600	20	1.515	*	-	-	-	200	230	110	540	2.055
Velocidade máxima (m)	60	-	-	-	-	-	-	-	900	60	1.020	*	500	-	-	-	-	60	560	1.580
Total	80	-	-	-	800	75	-	-	1.500	80	2.535	*	500	-	-	200	230	170	1.100	3.635

Símbolo -: 0%; Símbolo *: ausência de treinamento; M1: momento 1 (1.ª semana do estudo); M2: momento 2 (10.ª semana do estudo), M3: momento 3 (17.ª semana do estudo).

Tabela 4

Medidas descritivas da velocidade (m/s) nas distâncias de 10 m (V10 m) e 30 m (V30 m) da equipe entre os momentos do estudo

Medida	V10 m					V30 m				
	M1	M2	M3	p	TE	M1	M2	M3	p	TE
Média	4.96	5.04	5.10	0.160	0.62	7.25	7.08	7.05*	0.029	0.76
DP	0.4	0.3	0.4			0.2	0.2	0.2		

diferença significativa ($p < 0.05$) do momento 1 (M1); DP: desvio padrão; M1: momento 1 (1.ª semana do estudo); M2: momento 2 (10.ª semana do estudo); M3: momento 3 (17.ª semana do estudo); TE: tamanho do efeito; V10 m: velocidade em 10 m; V30 m: velocidade em 30 m.

Quadro 1

Desenho experimental do estudo

Período	Competitivo																
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11*	12	13	14	15	16	17
Sessão de treino (n)	6	7	4	6	7	7	7	6	5	6	0	7	5	7	4	6	3
Avaliações	M1	-	-	-	-	-	-	-	-	M2	-	-	-	-	-	-	M3
Jogos oficiais	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	Paralisação	-	1	1	1	-
Jogos não-oficiais	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Paralisação	-	-	-	-	-

Símbolo *: semana sem treinamento; M1: momento 1 (1.ª semana do estudo); M2: momento 2 (10.ª semana do estudo); M3: momento 3 (17.ª semana do estudo).

Algumas pesquisas verificaram resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo. Hill-Haas et al.⁷ não demonstraram melhoria para V20 m em jovens futebolistas após 7 semanas utilizando 2 metodologias diferentes de preparação, sendo uma voltada ao treinamento em jogos reduzidos e outra ao método intervalado por meio de corridas. Analisando 16 futebolistas profissionais espanhóis, Núñez et al.²⁵ apontaram que a melhoria da resistência aeróbia produziu na 1ª fase do treinamento (12 semanas) consequências negativas para o desenvolvimento das

capacidades neuromusculares. No estudo de Bravo et al.⁴, os 2 programas de treinamento (Programa 1 Método Intervalado: 4 séries de 4 min de corridas a 90-95% da frequência cardíaca máxima; Programa 2 Método de Repetição de Sprints: 3 séries de 6 sprints na distância de 40 m) não implicaram no desenvolvimento da V10 m em 7 semanas para 42 jovens futebolistas.

Os resultados encontrados por Bravo et al.⁴, Núñez et al.²⁵ e Hill-Haas et al.⁷, aliados aos encontrados no presente estudo, sugerem atenção especial para a estrutura organizativa de preparação

aplicada aos futebolistas. Alguns fatores como efeito do treinamento combinado das capacidades biomotoras, ajustes específicos ocasionados pela metodologia de preparação adotada, bem como sequência de aplicação das cargas de treinamento podem explicar a sensível melhoria da capacidade de aceleração (V10m) e queda de desempenho na velocidade máxima dos jogadores (V30m).

Particularmente quanto à sequência de aplicação das cargas de trabalho, cabe destacar o baixo volume de treinamentos específicos dedicados ao desenvolvimento das variáveis controladas no estudo (V10m e V30m). Enfatizou-se o treinamento da capacidade de aceleração e velocidade máxima somente em 7 (1, 5, 6, 9, 10, 12, 15 a 17; tabela 2) das 17 semanas observadas. Além disto, verificou-se pequeno volume de treinamento (em metros) para as manifestações da velocidade (tabela 3). De acordo com Gomes et al.¹⁶, o volume de trabalho indicado para uma sessão de treinamento da velocidade situa-se entre 600-900 m com intensidade acima de 24 km/h. Diferentemente, o volume total de treinamentos entre M1-M2 (10 semanas) e M2-M3 (7 semanas) foi de 2.535 m e 1.100 m, respectivamente.

Certamente isto influenciou as respostas encontradas para as variáveis do estudo, sobretudo para a V30m. O aperfeiçoamento da velocidade dos desportistas depende do volume, intensidade e magnitude da carga aplicada, bem como a correta sistematização do treinamento ao longo da temporada competitiva. Neste sentido, os futebolistas da equipe analisada não sofreram estímulos específicos voltados para V10m e V30m. De acordo com Gomes et al.¹⁶ o volume ideal para uma sessão de treino de velocidade máxima e capacidade de aceleração deve apresentar valores entre 600 à 900 m. Neste sentido, a distância total de treinamento destas capacidades durante as 17 semanas observadas foi de 3635 m (tabela 3), portanto, baixo volume de treino dedicado a V10m e V30m. Foi verificado volume total de 3.635 m durante as 17 semanas observadas, diferente do volume preconizado por Gomes et al.¹⁶ como ideal para o treinamento da velocidade (600-900 m por sessão de treino).

Provavelmente, a explicação para a sensível melhoria do desempenho da V10m (diferente da diminuição encontrada para V30m) está atrelada ao elevado volume de treinamentos técnico-táticos trabalhados no período analisado. Estes treinamentos, além de promoverem melhoria da resistência durante o jogo⁷, enfatizam ações específicas executadas pelos futebolistas durante as partidas, como deslocamentos curtos, acelerações, mudanças rápidas de direção e paradas bruscas, o que certamente, contribui para o desenvolvimento da V10m, já que estas ações são semelhantes. De fato, Hill-Haas et al.²⁶ demonstraram que os *sprints* realizados em treinamentos de campo reduzido em média tem duração de 1.42-1.88 seg e distância de 6.3-9.2 m. Durante as partidas a predominância de *sprints* ocorre em distâncias menores do que 20 m⁸. Em média, futebolistas realizam 100 *sprints* dos quais aproximadamente 65% não excedem 16 m²⁰.

A partir destes pressupostos, é plausível destacar que estas sessões de treinos estão relacionadas em maior proporção a V10m do que V30m, como observado nos resultados deste estudo (tabela 4). Os *sprints* são realizados de diferentes formas durante as partidas, seja com saída estática, andando ou com aceleração inicial prévia por meio de corridas de baixa, média e alta intensidade (7-19 km/h). Nisto, importante entender que a capacidade de aceleração em curto espaço de tempo em pequenas distâncias é essencial para o desempenho na modalidade¹⁶. Era de se esperar, portanto, que a ênfase dada nos treinamentos técnico-táticos implicasse nas respostas encontradas para a variável V10m, principalmente pelas características da amostra do presente estudo. Jovens futebolistas apresentam maior sensibilidade e reserva adaptativa a magnitude das cargas de treinamento¹.

Contudo, cabe destacar que a melhoria da velocidade dos futebolistas não depende exclusivamente de treinamentos

técnico-táticos, mas envolve aspectos voltados à técnica dos movimentos de corrida, aumento da amplitude articular²³, da força dinâmica da musculatura requerida, da velocidade de condução e impulsos neurais, coordenação intra e intermuscular das fibras musculares solicitadas²⁷. Certamente, a adoção de meios de treinamentos de corridas rápidas, curtas, em active ou com cargas externas, saltos pliométricos e exercícios coordenativos do movimento de corrida¹⁶ atuam no desenvolvimento da velocidade para jovens futebolistas, como previamente demonstrada por outros estudos^{5,6,27}, situação esta pouco evidenciada na estruturação do treinamento das 17 semanas da equipe observada e que poderia implicar em aumento significativo da V10m entre os momentos do estudo.

Além disto, o próprio treinamento de potência muscular prescrito durante 13 das 17 semanas observadas (tabela 2) pode ter contribuído para a sensível melhoria da V10m de M1 para M3, apesar do baixo volume de treinamento verificado durante o período competitivo analisado. A estimulação combinada destas capacidades atua positivamente no desenvolvimento das mesmas, como já previamente demonstrado por outras pesquisas^{2,5}. O treinamento pliométrico influencia diretamente o desempenho de jogadores de futebol em *sprints* de 10 m e 30 m¹⁸, sendo que a potência muscular representa papel crucial na manifestação da velocidade para futebolistas¹². Somando-se a isto, a equipe observada priorizou o treinamento de resistência de força durante o período competitivo analisado (10% de M1-M2; 9.1% de M2-M3) e não realizou sessões de treino de força máxima (tabela 2). A força máxima apresenta relação com o desempenho da V10m e V30m, bem como atua positivamente no desempenho da capacidade de aceleração e velocidade máxima²³, desde que respeitado o período ótimo de treinamento e características competitivas do futebol, situação não evidenciada nas sessões de treino dos jovens futebolistas analisados.

Ademais, os exercícios utilizados no desenvolvimento da força (meio agachamento com flexão de 90° do joelho, cadeira extensora, saltos verticais e horizontais que não priorizam a capacidade reativa dos músculos) utilizados pela equipe enfatizavam o desenvolvimento de músculos condizentes (principalmente o quadríceps) com o desempenho de *sprints* em curtas distâncias²³. Os exercícios de força que objetivam estimular a capacidade reativa dos músculos ocasionam maior desenvolvimento da V30m para futebolistas, já que influenciam positivamente o tempo de contato com o solo, velocidade horizontal, aumento da passada bem como a taxa de produção de força de *sprints* em maiores distâncias¹⁸.

Na V10m há menor frequência e comprimento das passadas do que as demais fases do *sprint* de 30 m, fato que deve ser evidenciado na prescrição dos treinamentos para a capacidade de aceleração e velocidade máxima em futebolistas¹⁶. Provavelmente isto tenha influenciado os resultados das variáveis controladas neste estudo, já que na sequência dos microciclos prescreveu-se baixo volume de treinamentos com força do tipo pliométrico ou balístico, característicos da capacidade reativa do músculo. O fato é que a aceleração e velocidade máxima são distintas manifestações da velocidade²², sendo necessários meios de treinamento específicos para desenvolvimento de ambas.

Por outro lado, durante as 6 semanas do período preparatório não foram enfatizados treinamentos de força máxima, potência muscular, velocidade máxima, agilidade e capacidade de aceleração. O período preparatório da equipe apresentou valores maiores para resistência aeróbia quando comparado ao competitivo (17.3 vs. 5.2%). Nesta linha, Gorostiaga et al.¹⁰ apontam que a corrida contínua de baixa intensidade realizada nas partidas e em meios competitivos de treinamento, além de não provocar adaptações positivas para resistência aeróbia, podem causar efeito negativo no desempenho das capacidades neuromusculares para futebolistas. De acordo com Barros et al.²⁰, 55.3% (5.537 ± 263 m)

da distância total percorrida em jogos (10.012 ± 1.024 m) por futebolistas profissionais brasileiros ocorre em baixa intensidade de deslocamento (0–11 km/h). Desta forma, o desempenho da V30 m durante os momentos avaliados sofreu influência destes estímulos realizados nos jogos, além dos meios competitivos e especiais de treinamento. Isto evidencia a importância da organização racional das cargas de trabalho para jovens futebolistas, tendo como objetivo durante a sequência da temporada a manutenção e desenvolvimento das capacidades neuromusculares, consideradas determinantes para o desempenho na modalidade.

Nas 17 semanas observadas foi notado decréscimo para a variável V30 m e sensível aumento do desempenho para V10 m, o que coloca em questionamento a função do treinamento ministrado para os sujeitos da pesquisa. Nesta linha, outros estudos também não reportaram melhoria da velocidade em jovens futebolistas^{8,9} após treinamento sistematizado da modalidade. Supõem-se que o treinamento prescrito deveria aliar-se ao processo de desenvolvimento e maturação natural da capacidade de velocidade dos jovens futebolistas. Por consequência, sugere-se maior ênfase no volume de treinamento força máxima, potência muscular e velocidade em relação a resistência aeróbia já nas categorias sub17 e sub20, pois há necessidade de aperfeiçoamento inicial do desempenho. Contudo, fatores como histórico de treinamento, reserva adaptativa destes desportistas, nível maturacional do indivíduo, grau de desenvolvimento cognitivo e estrutura psicológica para atuarem profissionalmente devem ser considerados, o que remete às comissões técnicas das equipes a função de executarem o planejamento de maneira individualizada a cada jogador, pois certamente serão encontradas diferenças para futebolistas de mesma idade cronológica.

Os resultados do presente estudo permitem concluir que no treinamento da equipe não se estabeleceu uma sequência racional das cargas adotadas durante o período competitivo analisado, tendo em consequência decréscimo significativo de M1 para M3 para V30 m e sensível melhoria entre os momentos do estudo para V10 m. Evidenciou-se a importância do predomínio de treinamento do tipo neuromuscular para o desenvolvimento da velocidade dos jovens futebolistas. Há necessidade de meios de treinamento específicos para melhoria das distintas manifestações da velocidade (capacidade de aceleração e velocidade máxima). Entretanto, quando a atenção volta-se a jovens futebolistas, o volume, a intensidade e a magnitude das sessões de treino devem adequar-se ao aperfeiçoamento inicial do desempenho, respeitando suas condições e características individuais.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

À comissão técnica e atletas que tornaram possível a realização deste estudo. À PROSUP/CAPES pelas bolsas de estudo.

Referências

1. Verkhoshansky YV. Teoría y metodología del entrenamiento deportivo. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2001.

2. Sander A, Keiner M, Wirth K, Schmidtbleicher D. Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(5):445–51.
3. Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia FM, et al. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med.* 2006;27(6):483–92.
4. Bravo DF, Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Bishop D, Wisloff U. Sprint vs. Interval Training in Football. *Int J Sports Med.* 2008;29(8):668–74.
5. Bogdanis G, Pappaspyrou A, Souglis A, Theos A, Sotiropoulos A, Maridakis M. Effects of a hypertrophy and a maximal strength training program on velocity, force and power of soccer players. *J Sports Sci Med.* 2007;6(S10):78–9.
6. Chtara M, Chaouachi A, Levin GT, Chaouachi M, Chamari K, Amri M. Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence of muscular strength and power development. *J Strength Cond Res.* 2008;22(4):1037–45.
7. Hill-Haas SV, Coutts AJ, Rowsell GJ, Dawson BT. Generic versus small-sided game training soccer. *Int J Sports Med.* 2009;30(9):636–42.
8. Venturelli M, Bishop D, Pettene L. Sprint training in preadolescent soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008;3(4):558–62.
9. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med.* 2005;39(5):273–7.
10. Gorostiaga EM, Izquierdo M, Ruesta M, Iribarren J, Gonzalez-Badillo JJ, Ibanez J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(5–6):698–707.
11. Silva JR, Magalhães J, Ascensão A, Seabra AF, Rebelo AN. Training status and match activity of professional soccer players throughout a season. *J Strength Cond Res.* 2013;27(1):20–30.
12. Söhnlein Q, Müller E, Stöggel T. The effect of 16 weeks plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *J Strength Cond Res.* 2014;28(8):2105–14.
13. Moreira A, Mortatti AL, Arruda AFS, Freitas CG, de Arruda M, Aoki MS. Salivary IgA response and upper respiratory tract infection symptoms during a 21-week competitive season in young soccer players. *J Strength Cond Res.* 2014;28(2):467–73.
14. Rollo I, Impellizzeri FM, Zago M, Iaia FM. Effects of one versus two games a week on physical and subjective scores of sub-elite soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(3):425–31.
15. Ferreira C, Requena B, Suarez-Arrones L, de Villarreal ES. Effect of strength and high-intensity training on jumping, sprinting, and intermittent endurance performance in prepubertal soccer players. *J Strength Cond Res.* 2014;28(2):413–22.
16. Gomes AC, Souza J. Futebol: treinamento desportivo de alto rendimento. São Paulo: Editora Artmed; 2008.
17. Hakkinen K, Alen M, Kraemer WJ, Gorostiaga E, Izquierdo M, Rusko H, et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(1):42–52.
18. Haugen T, Tønnessen E, Hisdal J, Seiler S. The Role. Development of sprinting speed in soccer. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(3):432–41.
19. Kaplan T, Erkmén N, Taskin H. The evaluation of the running speed and agility performance in professional and amateur soccer players. *J Strength Cond Res.* 2009;23(3):774–8.
20. Barros RML, Misuta MS, Menezes RP, Figueroa PJ, Moura FA, Cunha SA, et al. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *J Sports Sci Med.* 2007;6(2):233–42.
21. Di Salvo V, Gregson W, Atkinson G, Tordoff P, Drust B. Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *Int J Sports Med.* 2009;30(3):205–12.
22. Little T, Williams AG. Specificity of acceleration, maximum velocity, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):76–8.
23. Young WB, McDowell MH, Scarlett BJ. Specificity of sprint and agility training methods. *J Strength Cond Res.* 2001;15(3):315–9.
24. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(1):3–13.
25. Núñez VM, Silva-Grigoletto ME, Castillo EF, Poblador MS, Llancho JL. Effects of training exercises for the development of strength and endurance in soccer. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):518–24.
26. Hill-Haas SV, Dawson BT, Coutts AJ, Rowsell GJ. Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *J Sports Sci.* 2009;27(1):1–8.
27. Kotzamanidis C, Chatzopoulos D, Michailidis C, Pai'alakovou G, Patikas D. The effect of a combined high-intensity strength and velocity training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res.* 2005;19(2):869–75.



Revisión

Respuesta endocrina a la aplicación de vibraciones de cuerpo completo en humanos



S. Benítez^{a,b,*}, M. Carillo de Albornoz^b y J.C. García Romero^b

^a Unidad de Investigación Clínica, Centro de Asistencia del Sindicato Médico del Uruguay (Casmu), Uruguay

^b Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte, Facultad de Medicina, Universidad de Málaga, Málaga, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 22 de julio de 2014

Aceptado el 27 de abril de 2015

Palabras clave:

Vibraciones de cuerpo completo

Ejercicio vibratorio

Hormonas

Sistema endocrino

Keywords:

Whole Body Vibration

Vibration Exercise

Hormones

Endocrine System

Palavras-chave:

Vibração do corpo inteiro

Exercício Vibratório

Hormônios

Sistema endócrino

R E S U M E N

La realización de ejercicio físico provoca un rompimiento de la homeostasis corporal, induciendo cambios metabólicos, neurales y humorales en el organismo de los seres humanos. Las hormonas cumplen múltiples tareas en el adecuado funcionamiento interno. Las vibraciones de cuerpo completo (VCC) se han sugerido en los últimos años como un medio alternativo para la realización de ejercicio físico. Según la bibliografía consultada a través de las VCC se encuentran modificaciones hormonales dependientes de las características intrínsecas de cada protocolo de intervención. El objetivo de esta revisión es recopilar la literatura científica más destacada sobre los efectos que se producen en el sistema endocrino (SE) de humanos a través del uso de las VCC.

© 2014 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Endocrine response to the application of Whole-Body Vibration in humans

A B S T R A C T

The physical exercise causes a breakdown of body homeostasis, inducing metabolic, neural and humoral changes in the human body. Hormones play multiple roles at the right inner workings. The Whole Body Vibration (WBV) has become an alternative to regular physical exercise. According to the consulted literature, WBV provokes a hormonal modification that is dependent on the intrinsic characteristics of each intervention protocol. The objective of this review is to compile the most prominent scientific literature on the effects that occur in the Endocrine System (ES) of humans through the use of WBV.

© 2014 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Resposta endócrina à aplicação da vibração de corpo inteiro em humanos

R E S U M O

O exercício físico causa um rompimento da homeostase corporal, induzindo alterações metabólicas, neurais e humorais no organismo dos seres humanos. Os hormônios desempenham diversas tarefas diretas em nosso funcionamento interno. As vibrações de corpo inteiro foram sugeridas nos últimos anos como um meio alternativo de exercício físico. De acordo com a literatura consultada, através da vibração de corpo inteiro foram encontradas alterações hormonais dependentes das características intrínsecas

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: stefanobenitez@gmail.com (S. Benítez).

de cada protocolo de intervenção. O objetivo desta revisão foi reunir a literatura científica relevante sobre os efeitos que ocorrem no sistema endócrino dos seres humanos através do uso da vibração de corpo inteiro.

© 2014 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La realización de cualquier ejercicio físico provoca respuestas inmediatas y adaptaciones a largo plazo mediadas por la actividad integrada del sistema nervioso y el sistema endocrino (SE)¹. Las respuestas endocrinas al ejercicio están ligadas a factores extrínsecos al mismo que influyen de manera directa sobre las modificaciones fisiológicas producidas. Entre estos factores se destacan principalmente la intensidad y la duración, aunque existen otros implicados como el estado emocional, la condición climática y la etapa de maduración^{1,2}. Las alteraciones que se producen en las concentraciones hormonales varían según el metabolismo energético solicitado³⁻⁶. Las hormonas cumplen múltiples tareas en la correcta homeostasis, facilitando entre otras cosas: el crecimiento, la reproducción y la regeneración.

Las vibraciones son parte de nuestra vida. El hombre está acostumbrado a recibir estas ondas a través del uso de herramientas o medios de transporte. Todos los tejidos y órganos de nuestro sistema tienen una frecuencia de vibración específica, incluido el sistema muscular tanto en reposo como en activación. Las vibraciones de cuerpo completo (VCC) son un tipo de vibración en donde todo el cuerpo es sometido a movimiento, generalmente a través de una plataforma que genera rápidos ciclos de contracciones en el músculo⁷. Esta vibración es una oscilación mecánica, con una alteración periódica de la fuerza, la aceleración y el desplazamiento; ejercida forzosamente desde un actuador (dispositivo de vibración) hacia un resonador (cuerpo humano)⁸.

El uso de las VCC se ha extendido como un medio para realizar ejercicio físico, ya sea para la rehabilitación o el rendimiento deportivo. A medida que aumentó su uso, se acrecentaron el número de investigaciones tratando de indagar acerca de los fenómenos que las VCC inducían en el sistema neuromuscular. En la última década han surgido una importante serie de trabajos que justifican su empleo por las mejoras inducidas en el organismo de los seres vivos⁹⁻¹⁵. Bosco, referente en el área, considera que las VCC pueden ser similares a la producción de esfuerzos de carácter anaerobio como un sprint o un movimiento pliométrico^{12,16}. Se conoce la importancia que tienen las hormonas en actividades fundamentales del organismo, como la osteogénesis y la sarcomiogénesis. También es conocido que la práctica de diferentes ejercicios físicos provoca respuestas hormonales, por lo tanto el presente trabajo de revisión se propone como objetivo examinar los efectos que producen las VCC en el SE.

Método

Fuentes de datos

Los métodos de análisis y los criterios de inclusión para la selección de las investigaciones participantes fueron determinados previamente. La búsqueda fue conducida usando las bases de datos de MEDLINE (PubMed), Google Scholar y Sport Discus, desde el 1 de marzo de 1984 hasta el 1 de marzo del 2014. Se utilizaron como palabras claves para la exploración: *Whole Body Vibration, Vibration Exercise, Hormones, Endocrine System*.

Criterios de selección

Para la inclusión de artículos se usaron los siguientes criterios: que solo estuvieran en castellano o inglés; que la muestra estuviera conformada por grupos de humanos; que fueran elaborados por referentes en el área temática, valorando publicaciones totales y cantidad de citas; que tuvieran impacto según la publicación elaborada anualmente *Journal Citation Reports (JCR)* por el *Institute for Scientific Information (ISI)*; que las vibraciones ejercidas fueran las VCC; que estuvieran dentro del lapso de tiempo escogido; que poseyeran un correcto diseño metodológico, mencionando claramente conformación de la muestra, pasos procedimentales y bases de la intervención.

Resultados

Se encontraron 69 artículos en la búsqueda total, donde fueron seleccionados 14 según los criterios de selección mencionados anteriormente (tabla 1). Se descartaron artículos que: estaban escritos en otras lenguas (8 artículos); incluían animales en los tratamientos (17 artículos); no tenían impacto o eran realizados por autores no referentes en el área (7 artículos); las vibraciones eran ejercidas por elementos de trabajo (5 artículos); utilizaban otro tipo de vibraciones (8 artículos); no estaban dentro del período de tiempo escogido (6 artículos); no se aclaraba correctamente cómo se había desarrollado la investigación (4 artículos).

Hormonas

Evidencias principales

La hormona del crecimiento (GH) mostró una alta respuesta en una gran cantidad de aplicaciones de VCC^{16,20,23,25,26,28,29}. El factor de crecimiento insulínico (IGF-1) permaneció sin cambios posterior a las intervenciones^{17,19,28}. La testosterona (T) no identificó cambios en varios de los estudios analizados^{17,19,21-23,28}. El cortisol (C) presentó diferentes respuestas aumentando, disminuyendo o permaneciendo igual^{16,17,20-23,27,28}. Las catecolaminas norepinefrina (NE) y epinefrina (E) manifestaron aumentos en 2 trabajos^{17,18} (tabla 2).

Evidencias secundarias

La hormona foliculoestimulante (FSH), la parathormona (PTH), la tirotrópina (TSH), la triyodotironina (T3) y la tiroxina (T4) fueron medidas en un solo trabajo mostrando aumentos en sus niveles^{23,24}. La adrenocorticotropina (ACTH) mostró una disminución en un solo trabajo²³.

El estradiol (ES), el glucagón (G), la leptina (L), la lipasa sensible (LS) y la progesterona (P), fueron valorados en un solo trabajo donde

Tabla 1
Artículos encontrados y seleccionados

Palabra clave	Encontrados	Seleccionados
Whole Body Vibration and Hormones	36	7
Whole Body Vibration and Endocrine System	9	2
Vibration Exercise and Hormones	18	4
Vibration Exercise and Endocrine System	6	1

Tabla 2
Características experimentales de cada investigación

Artículo	Tipo de V	Frecuencia/amplitud	Intervención	Ejercicio	Muestra	Variación hormonal aguda	Variación hormonal crónica
Bosco et al. ¹⁶	VV	26 hz/4 mm	Una sesión VCC (10 × 60'') ² 60' m	Sentadilla 100 grados	14 ♂ (25 ± 4,6 años)	GH ↑ T ↑ C ↓	No se valoró
Di Loreto et al. ¹⁷	VV	30 hz/4 mm	Una sesión VCC 10 × 60' 60' m	Sentadilla	10 ♂ (39 ± 3 años)	E = NE ↑ I = G = C ↓ GH = IGF-1 = T =	No se valoró
Goto y Takamatsu ¹⁸	VO	26 hz/2,5 mm	Una sesión VCC 10 × 60' 60' m	Sentadilla 120 grados	8 ♂ (23,4 ± 0,9 años)	E ↑ NE ↑ GH = LS = T = IGF-1 =	No se valoró
Cardinale et al. ¹⁹	VV	30 hz/3 mm	Una sesión VCC 10 × 60' 60' m	Sentadilla estática	9 ♂ (22 ± 2 años)		No se valoró
Kvorning et al. ²⁰	VO	20/25 hz 4 mm	20 sesiones Primera sesión VCC 6 × 30'', S 6 × 8 R, VCC + S 6 × 30'' x 8 R 2' m	Sentadilla	28 ♂ jóvenes	T VCC = / VCC + S ↑ GH ↑ C VCC ↓ / VCC + S ↑	T = GH = C =
Erksine et al. ²¹	VV	30 hz/4 mm	Una sesión VCC 10 × 60' 60' m	Media Sentadilla estática	7 ♂ (23,3 ± 2,7 años)	T = C =	No se valoró
Cardinale et al. ²²	VV	30 hz/4 mm	Una sesión VCC 5 × 60' 60' m	Sentadilla con ligera flexión de rodilla	9 ♂ y 11 ♀ (media 70 años)	GH = T ♀ = / ♂ = C ↑ IGF-1 ↑ GH ♀ ↓ / ♂ ↑	No se valoró
Fricke et al. ²³	VO	26 hz/1 mm	Una sesión VCC (5 × 60'') ² 6' M	Media Sentadilla	20 sujetos (10 ♂ 32,1 ± 5,8 y 10 ♀ 32,0 ± 6,9 años)	TSH ↑ T3 ↑ T4 ↑ PR ♀ = / ♂ ↓ LH ♀ ↓ / ♂ = FSH ↑ ACTH ↓ C ↓ T = ES = P =	No se valoró
Martin et al. ²⁴	VV	10-32/4 mm	24 sesiones VCC (1 × 30'') 3 m 75''	Parado estático, sentadilla estática, sentadilla dinámica	16 ♀ (media 69,64 años)	No se valoró	PTH ↑
Sartorio et al. ²⁵	VV	35 hz/5 mm	Una sesión VCC 15 × 30'', S (3 × 5'' MCV) 15, VCC + S (3 × 5'' MCV + 15 × 30''	Sentadilla, prensa de piernas	9 ♂ (23 ± 2 años)	GH ↑	No se valoró
Sartorio et al. ²⁶	VV	35 hz/4 mm	Una sesión VCC 15 × 30'', S (3 × 5'' MCV) 15, VCC + S (3 × 5'' MCV) 15 MCV + 15 × 30''	Sentadilla, prensa de piernas	9 ♂ (23,8 ± 1,9)	GH ↑	No se valoró
Roschel et al. ²⁷	VV	30 hz/2-4 mm	Una sesión VCC + S 5 × 10 R al 70% de la MCV + 30'' VCC, S 5 × 10 R al 70% de la MCV	Sentadilla	9 ♂ (22,9 ± 5,1 años)	C =	No se valoró
Elmantaser et al. ²⁸	VO VV	18 - 22 hz/4 mm Galileo 32-37 hz/0,085 mm Juvent	16 semanas VCC 6 × 30' 30' m	Sentadilla con flexión de rodillas	14 ♂ (media 33 años)	C VV ↓ / VO = GH VV ↑ / VO = IGF-1 = T = L = I =	C = GH = IGF-1 = T = L = I =
Giunta et al. ²⁹	VV	30 hz	Una sesión VCC 10 × 72' 50' m, VCC + S 10 × 12 R + 72' VCC 50' m	Sentadilla dinámica	7 ♀ (22 ± 5 años)	GH ↑	No se valoró

ACTH: adfrenocorticotropina; C: cortisol; E: epinefrina; E: estradiol; FSH: foliculoestimulante; G: glucagón; GH: hormona del crecimiento; I: insulina; IGF-1: factor de crecimiento insulínico; L: leptina; LH: luteinizante; LS: lipasa sensible; m: micropausa; M: macropausa; MCV: máxima contracción voluntaria; NE: Norepinefrina; P: progesterona; PR: prolactina; PTH: parathormona; R: repeticiones; S: sobrecarga; T: testosterona; TSH: tiotropina; T3: triyodotironina; T4: tiroxina; V: vibración; VCC: vibraciones de cuerpo completo; VO: vibración oscilante; VV: vibración vertical; =: sin alteraciones; ↑: aumento; ↓: disminución.

permanecieron sin alteraciones^{17,18,23,28}. La insulina (I) fue medida en 2 trabajos donde permaneció sin modificaciones^{17,28}.

Por último, la hormona luteinizante (LH) y la prolactina (PR), fueron medidas en un solo trabajo mostrando diferencias según sexo; la LH para las mujeres disminuyó y para los hombres se mantuvo igual²³, mientras que la PR para las mujeres se mantuvo igual y para los hombres disminuyó²³ (tabla 2).

Discusión

El entrenamiento con VCC puede tener importantes similitudes al entrenamiento convencional con sobrecarga, principalmente por las diferentes respuestas neurofisiológicas percibidas (potenciación de la conducción cortical, el «input» de la motoneurona alfa, las tasas de disparo de las unidades motoras fásicas, la activación de ciertas vías reflejas y la disminución del umbral de activación para las unidades motoras de tipo II)³⁰⁻³³. Sin embargo, se aprecia un panorama más complejo desde el punto de vista endocrino, ya que las respuestas son muy distintas según elementos propios de cada intervención.

Género

Cardinale et al.²² en un grupo de ancianos encontraron diferencias significativas en el comportamiento del IGF-1 tras exposiciones cortas de VCC. Esto puede ser un factor importante ya que esta hormona cumple un rol fundamental en los mecanismos de regulación somática del crecimiento y la proliferación celular. Sin embargo, otros autores no encuentran cambios en el IGF-1^{17,19,28} y en el estudio realizado por Elmantaser et al.²⁸ aparecen reducciones significativas del C-telopéptido colágeno del tipo I, un claro marcador de la reabsorción ósea. Por tanto, aunque existe alguna evidencia, no está claro si las VCC pueden ser un medio no farmacológico útil para mejorar la función músculo-esquelética desde el punto de vista del SE. En el estudio de Cardinale et al.²², las hormonas anabólicas y el C no mostraron diferencias, siendo la T la única que se analizó por género. Se conoce que para apreciar cambios importantes en este tipo de hormonas se deben aplicar estímulos de cierta intensidad y duración^{2,3}. Es posible que de acuerdo con este autor, 5 minutos de tratamiento no constituya un estímulo adecuado para generar modificaciones en dichas hormonas²². Fricke et al.²³ no encontraron diferencias en el comportamiento de la T, el ES y la P en ambos sexos, posiblemente asociado al bajo impacto de la carga (26 hz/1 mm), reafirmando el concepto de la aplicación de cargas altas para lograr considerables respuestas gonadales. En cambio, sí se encuentran diferencias en la GH, justificando este hallazgo por los contrastes sexuales que existen en los sistemas de maduración y activación muscular. Los mecanismos de control de dicha hormona se asocian a la capacidad del sistema anaerobio y el grado de estrés metabólico. En este sentido se observa que con el uso de las VCC las concentraciones de GH correlacionan con el nivel de lactato^{25,26,29}, de la misma forma que otro tipo de ejercicio físico³⁴. Hay algunos aspectos que no quedan claros en la investigación de Fricke et al.²³, no se sabe cuál es la relación entre las descargas hipofisarias de determinadas hormonas y los productos periféricos de otras hormonas controladas por un mismo eje. La PR disminuye su estado sérico en hombres aunque se observa un aumento de las hormonas tiroideas. No hay un fundamento claro para explicar como la FSH aumenta en ambos sexos, mientras que la LH disminuye en las mujeres. En relación con el C y sus descensos, no se logra explicar este fenómeno, ya que es una hormona que aumenta su producción mediante mecanismos de estrés psicofísico.

Nivel de condición física

El grado de acondicionamiento físico puede tener una relación importante con el tipo de estrés fisiológico y las descargas producidas por el SE. Este aspecto tiene que ver con la eficiencia metabólica frente a diferentes requerimientos energéticos, y con ello la producción y variación plasmática de enzimas, proteínas u hormonas. Bosco et al.³⁵ observaron que existía una correlación entre la T basal, el rendimiento en sprint y la fuerza explosiva. Personas entrenadas necesitan estímulos de mayor magnitud para activar el comando central hipotalámico y los centros autónomos². Un mismo estímulo provocaría mayores aferencias musculares e incrementos de las respuestas del SE en personas no deportistas que en deportistas. Sin embargo, en los estudios de Cardinale et al.¹⁹, Erksine et al.²¹ no se encontraron modificaciones séricas de ninguna hormona (T, C, IGF-1), controladas antes y después de la intervención con VCC, en 2 poblaciones (personas activas y no activas). Lo más interesante de estos trabajos es que los protocolos de experimentación y las características muestrales eran muy similares.

Tipos de vibraciones

Aunque las vibraciones verticales (VV) parecen producir mayores ganancias de fuerza y potencia que las vibraciones oscilantes (VO)³¹, desde el punto de vista de la activación neural se han encontrado hallazgos contradictorios, no estando claros si son superiores en la potenciación neurogénica^{36,37}.

En relación con las respuestas del SE, nos encontramos con algunos datos interesantes. En los estudios donde se usaron las VV se evidencia una mayor respuesta de la GH mediante diferentes protocolos^{16,25,26}. En concordancia con estos resultados se encuentra el trabajo de Elmantaser et al.²⁸, donde se constata una marcada diferencia entre la respuesta de ambos tipos de vibraciones en dicha hormona. Se pudo observar en otras publicaciones, que con VO existía un aumento de la respuesta catecolaminérgica (E y NE) y tiroidea (TSH, T3, T4)^{18,23}, aunque las evidencias son escasas. Como se describió anteriormente las hormonas anabólicas se ven incrementadas con esfuerzos de alta demanda, por lo tanto se podría pensar que las VV podrían provocar mayores respuestas del SE.

Edad

Con el proceso de envejecimiento se puede apreciar como algunas funciones glandulares declinan su actividad. Parece por tanto prioritario buscar medios que mitiguen estos efectos, y que a la vez sean de fácil utilización en personas con limitaciones de movimiento. Se han visto mejoras en la fuerza y el pico de VO₂máx en sujetos ancianos tras un año de empleo de VCC⁹. En otro trabajo longitudinal se hallaron mejoras en la composición corporal y el control postural con mujeres posmenopáusicas¹⁰. Martin et al.²⁴ encuentran aumentos de la PTH en mujeres de edad avanzada tras 8 semanas, destacando la importancia de esta hormona en el metabolismo del calcio y la reabsorción ósea. No obstante, Cardinale et al.²² hallaron que la GH y la T no aumentaban en sujetos en la misma franja de edad, aunque debemos añadir que la duración y la densidad en este trabajo fueron bajas. Algunos autores encuentran cambios hormonales con adultos jóvenes atribuibles al uso de las VCC^{16,18,20,25,26,29}.

Vibraciones de cuerpo completo vs. vibraciones de cuerpo completo + sobrecarga

Todo parece indicar que el aumento en las variables de control de la carga produce una acentuación de las respuestas tanto neurales como endocrinas, principalmente de las hormonas anabolizantes relacionadas con los mecanismos de alta producción energética. Se puede observar como las mayores producciones de fuerza y

potencia se logran con frecuencias, amplitudes y volúmenes altos³¹⁻³³. Estos efectos están condicionados por la pausa, la duración y la densidad. La fuerza puede ser incrementada por 2 vías diferentes: la masa o la aceleración. Los mecanismos tradicionales se asocian directamente al aumento de la producción de fuerza por el aumento de la masa, pero los sistemas de VCC aumentan la magnitud de la fuerza por medio de la aceleración. Todavía no existen evidencias claras en relación con si alguno de los 2 mecanismos por separado, o ambos ejercidos de forma conjunta, podrían conseguir una mayor efectividad sobre medidas de fuerza como pueden ser la máxima contracción voluntaria (MCV) o la tasa de desarrollo de la fuerza (TDF). Un trabajo de Mahieu et al.¹⁴ encontró similares mejoras en la fuerza explosiva y el control postural con esquiadores profesionales utilizando 2 programas independientes (S vs. VCC). Hazzel et al.³⁸ hallaron que con distintas frecuencias siempre se registraban respuestas electromiográficas (EMG) superiores cuando se añadía el 30% del peso corporal como sobrecarga. Recientemente Naclerio et al.³⁹ encontraron que se producía una mayor altura del salto vertical cuando se añadía a las vibraciones el 80% de una RM. Por último, un trabajo presentado por Da Silva et al.⁴⁰, localizó que el gasto energético era un 22% superior después de realizar series de media sentadilla con una sobrecarga VCC+S en relación con el mismo ejercicio sin VCC, asociando positivamente el incremento del gasto energético a la percepción del esfuerzo.

Desde el punto de vista hormonal tampoco existen evidencias que definan claramente. En el trabajo de Giunta et al.²⁹ logramos ver como ambos programas de entrenamiento realizados en un mismo grupo (VCC, VCC+S) conseguían las mismas respuestas sobre la GH. En contradicción, Kvorning et al.²⁰ localizaron diferencias en los tratamientos, la T solo aumentó en los grupos que utilizaron una sobrecarga (VCC+S, S), aconteciendo lo mismo en relación con la MCV medida en prensa de piernas. En este trabajo además la GH junto al C revelaron los mayores incrementos en el grupo VCC+S. Sartorio et al.^{25,26} hallaron similares resultados durante 2 estudios diferentes con 3 grupos experimentales (VCC, VCC+S, S), observando que los grupos VCC+S, S lograban mayores pico de GH postintervención sin diferencias entre los mismos. El trabajo de Roschel et al.²⁷ encontró que la suma de una carga exterior no producía efectos superiores en el SE, aunque la percepción del esfuerzo fue mayor en el grupo que movilizó la sobrecarga externa. Por algunas evidencias presentadas se puede conjeturar que la adición de una sobrecarga potenciaría la función del SE.

Adaptaciones agudas y crónicas

Si se observan los efectos agudos que produce el EV sobre el sistema neuromuscular se puede apreciar que podría ser eficiente para provocar el efecto de la potenciación postactivación (PAP)³⁰. Sin embargo, la respuesta a largo plazo a dicho entrenamiento no se conoce claramente aún.

En la función del SE las repuestas encontradas tampoco son claras. Como se ha mencionado en las diferentes secciones, parecen existir respuestas agudas que podrían estar asociadas a la magnitud de la carga, el sexo, la población, el tipo de vibraciones y el protocolo de entrenamiento. Sin embargo, las respuestas crónicas parecen no tener una asociación clara con este tipo de parámetros. Dentro de los trabajos seleccionados, se pueden observar claros cambios en la GH agudamente^{16,20,23,25,26,28,29}, siendo esta hormona la que mayor cantidad de veces se ha incluido en la medición, y la que ha mostrado buenas respuestas al entrenamiento con VCC de forma aguda. Sin embargo, no se observan los mismos resultados de forma crónica²⁰⁻²⁸, similar a los efectos producidos por otros tipos de entrenamiento con sobrecarga². Se conoce la importancia que cumple la GH en los mecanismos de

estabilización de la homeostasis y de crecimiento muscular, ya que en este último caso, actúa como regulador del IGF-1, quien es considerado como el mediador más importante de la proliferación de células satélites a través de la vía de señalización Akt-mTOR-p70S6K⁴¹. No obstante, gran parte de los trabajos que examinaron los efectos del VCC sobre el IGF-1 no encontraron modificaciones tanto de forma aguda como crónica^{17,19,28}. Interesantemente en el trabajo realizado por Elmantaser et al.²⁸ tampoco se encuentran modificaciones en la composición corporal después de 16 semanas de entrenamiento.

Otra hormona explorada en un importante número de trabajos es la T. Dicha hormona muestra una baja respuesta aguda a las VCC^{17,19,23,28}. Contrariamente a lo observado en la GH, la T permanece invariable tras las experimentaciones. En este caso, es importante mencionar que los protocolos de entrenamiento representan niveles de estrés muy leves. Protocolos que alcanzan un alto número de series o una movilización de elevadas sobrecargas, producen las mayores respuestas de la T². La evidencia sugiere que para alcanzar los mayores rendimientos de fuerza muscular con VCC, se deben realizar 12-17 series, con una duración de 30-60 segundos, con una frecuencia de 40-50 hz y con una amplitud lo más alta posible³².

Una hormona también altamente estudiada es el C. Los resultados son controvertidos, encontrándose diferentes respuestas en los trabajos seleccionados^{16,17,20-23,27,28}. Se identifica al C con una función catabólica, respondiendo con una elevada tasa de producción, cuando las demandas metabólicas son altas³. En algunos trabajos se puede encontrar que el C se mantiene sin variaciones^{21,27,28}, mientras que en otros decrece^{16,17,20,23,28}. Una cuestión que llama la atención es la baja asociación entre los niveles de C y el lactato²³, diferente a lo que pasa con metodologías tradicionales³. Según Bosco¹⁶, estos fenómenos pueden explicarse debido a que la respuesta hormonal a la vibración puede no generar una reacción de estrés general, por una insuficiente estimulación del comando motor central y la retroalimentación nerviosa a los músculos esqueléticos, acompañado por la actividad inhibitoria de los centros hipotalámicos neurosecretores.

La única hormona que muestra respuestas de forma crónica al entrenamiento con VCC es la PTH en el trabajo realizado por Martin²⁴, no se encuentran modificaciones a largo plazo en otras hormonas como la T, el IGF-1, la L, la I y el C²⁸.

Recomendaciones finales

Las VCC pueden provocar modificaciones en distintas hormonas dependiendo de las variables de control que se apliquen (intensidad, volumen, duración y densidad) y la población seleccionada (edad, sexo, experiencia). Las diferencias existentes entre los distintos diseños metodológicos dificulta el desarrollo de profundas conclusiones. Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, podemos finalizar concluyendo que la GH es una hormona con una alta respuesta a las VCC, la T es una hormona con una baja respuesta, mientras que el C muestra resultados contradictorios. Existen trabajos que exploran otras hormonas pero son muy escasos. En un futuro sería interesante indagar acerca de los efectos crónicos que podrían originar las VCC sobre las señales hormonales en diferentes grupos, y cómo se podrían relacionar los resultados con marcadores del rendimiento humano. También resultaría interesante investigar qué tipo de vibración provocaría los mayores beneficios, y si la adición de una sobrecarga a las VCC induciría beneficios extras. Las VCC pueden ser un medio atractivo por la facilidad de su uso para la mejora de múltiples aspectos relacionados con la salud y la condición física, especialmente en poblaciones con limitaciones funcionales para la práctica de ejercicio físico.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- López-Chicharro J. Respuestas y adaptaciones endócrinas al Ejercicio. En: López Chicharro J, Vaquero A, editores. Fisiología del Ejercicio. Madrid: Editorial Panamericana; 2006. p. 543–72.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med.* 2005;35:339–61.
- Kraemer WJ, Hakkinen K, Newton RU, Nindl BC, Volek JS, McCormick M, et al. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol.* 1999;87:982–92.
- Grant O, Caulley M, Mc Bride JM, Cormie P, Hudson MB, Nuzzo JL, et al. Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2009;105:695–704.
- Kindermann W, Schnabel A, Schmitt WM, Biro G, Cassens J, Weber F. Catecholamines, growth hormone, cortisol, insulin, and sex hormones in anaerobic and aerobic exercise. *Eur J Appl Physiol.* 1982;49:389–99.
- Viru MA, Hackney AC, Vålja E, Karelson K, Janson T, Viru M. Influence of prolonged continuous exercise on hormone responses to subsequent exercise in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85:578–85.
- Cochrane DJ. Vibration exercise: The potential benefits. *Int J Sports Med.* 2011;32:75–99.
- Rittweger J. Vibration as an exercise modality: How it may work, and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:877–904.
- Bogaerts A, Verschuereen S, Delecluse C, Claessens A, Boonen S, Troosters T. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (A 1-year randomized controlled trial). *Age Ageing.* 2009;38:448–54.
- Verschuereen SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschuereen D, Boonen S. Effect of 6 month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: A randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res.* 2004;19:352–9.
- Kerschman-Schindl K, Grampp S, Henk C, Resch H, Preisinger E, Fialka-Moser V, et al. Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clin Physiol.* 2001;21:377–82.
- Bosco C, Colli R, Introini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol.* 1997;19:183–7.
- 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;39:860–5.
- Mahieu NN, Witvrow E, van den Voorde D, Michilsens D, Arbyn V, van der Broecke W. Improving strength and postural control in young skiers: Whole body vibration versus equivalent resistance training. *J Athl Train.* 2006;41:286–93.
- Fuermaier AB, Tucha L, Koerts J, van Heuvelen MJ, van der Zee EA, Lange K, et al. Good vibrations—Effects of whole body vibration on attention in healthy individuals and individuals with ADHD. *PLoS One.* 2014;9(2):e90747.
- Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J, et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81:449–54.
- Di Loreto C, Ranchelli A, Lucidi P. Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *J Endocrinol Invest.* 2004;27:323–7.
- Goto K, Takamatsu K. Hormone and lipolytic responses to whole body vibration in young men. *Jpn J Physiol.* 2005;55:279–84.
- Cardinale M, Leiper J, Erskine J, Milroy M, Bell S. The acute effects of different whole body vibration amplitudes on the endocrine system of young healthy men: A preliminary study. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2006;26:380–4.
- Kvorning T, Bagger M, Caserotti P, Madsen K. Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. *Eur J Appl Physiol.* 2006;96:615–25.
- Erskine J, Smillie I, Leiper J, Ball D, Cardinale M. Neuromuscular and hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in healthy young men. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2007;27:242–8.
- Cardinale M, Soiza RL, Leiper JB, Gibson A, Primrose WR. Hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in elderly individuals. *Br J Sports Med.* 2008;44:284–8.
- Fricke O, Semler O, Land C, Beccard R, Thoma P, Schoenau E. Hormonal and metabolic responses to whole body vibration in healthy adults. *Endocrinologist.* 2009;19:24–30.
- Martin G, de Saa Y, da Silva-Grigoletto ME, Vaamonde D, Sarmiento S, García-Manso JM. Effect of whole body vibration (WBV) on PTH in elderly subjects. *Rev And Med Deporte.* 2009;2:1–6.
- Sartorio A, Lafortuna CL, Maffiuletti NA, Agosti F, Marazzi N, Rastelli F, et al. GH responses to two consecutive bouts of whole body vibration, maximal voluntary contractions or vibration alternated with maximal voluntary contractions administered at 2-h intervals in healthy adults. *Growth Horm IGF Res.* 2010;20:416–21.
- Sartorio A, Agosti F, de Col A, Marazzi N, Rastelli F, Chiavaroli S, et al. Growth hormone and lactate responses induced by maximal isometric voluntary contractions and whole-body vibrations in healthy subjects. *J Endocrinol Invest.* 2011;34:216–21.
- Roschel H, Barroso R, Batista M, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Arsati F, et al. Do whole-body vibration exercise and resistance exercise modify concentrations of salivary cortisol and immunoglobulin A? *Braz J Med Biol Res.* 2011;44:592–7.
- Elmantaser M, McMillan M, Smith K, Khanna S, Chantler D, Panarelli M, et al. A comparison of the effect of two types of vibration exercise on the endocrine and musculoskeletal system. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2012;12:144–54.
- Giunta M, Cardinale M, Agosti F, Patrizi A, Compri E, Rigamonti AE, et al. Growth hormone releasing effects of whole body vibration alone or combined with squatting plus external load in severely obese female subjects. *J Obes Facts.* 2012;5:567–74.
- Cormie P, Deane RS, Triplett NT, MC Bride JM. Acute effects of whole body vibration on muscle activity, strength and power. *J Strength Cond Res.* 2006;20:257–61.
- Marín PJ. Revisión de las relaciones entre la dosis y respuesta del entrenamiento con vibraciones sobre la fuerza y la potencia muscular. *Rev Andal Med Deporte.* 2011;4:29–37.
- Marín PJ, Rhea MR. Effects of vibration training on muscle strength: A meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2010;24:548–56.
- Marín PJ, Rhea MR. Effects of vibration training on muscle power: A meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2010;24:871–8.
- Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:955–63.
- Bosco C, Tihanyi J, Viru A. Relationships between field fitness test and basal serum testosterone and cortisol levels in soccer players. *Clin Physiol.* 1996;16:317–22.
- Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1642–50.
- Ritzmann R, Gollhofer A, Kramer A. The influence of vibration type, frequency, body position and additional load on the neuromuscular activity during whole body vibration. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113:1–11.
- Hazell TJ, Kenno KA, Jakobi JM. Evaluation of muscle activity for loaded and unloaded dynamic squats during vertical whole-body vibration. *J Strength Cond Res.* 2010;24:1860–5.
- Naclerio F, Faigenbaum AD, Larumbe-Zabala E, Ratamess NA, Kang J, Friedman P, et al. Effectiveness of different postactivation potentiation protocols with and without whole body vibration on jumping performance in college athletes. *J Strength Cond Res.* 2014;28:232–9.
- Da Silva ME, Fernandez JM, Castillo E, Nuñez VM, Vaamonde DM, Poblador MS, et al. Influence of vibration training on energy expenditure in active men. *J Strength Cond Res.* 2007;21:470–5.
- Sakuma K, Yamaguchi A. Sarcopenia and age-related endocrine function. *Int J Endocrinol.* 2012, 2012:127362.



Revisión

Resumen de las evidencias científicas de la eficacia del ejercicio físico en las enfermedades cardiovasculares



J.F. Aramendi^{a,*} y J.I. Emparanza^b

^a OSASUNKIROL, Salud y Deporte, Polideportivo Hondartza, Hondarribia, España

^b Unidad de Epidemiología Clínica, CASPe, CIBER-ESP, Hospital Universitario Donostia, San Sebastián, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 1 de julio de 2014

Aceptado el 24 de febrero de 2015

Palabras clave:

Medicina basada en la evidencia

Revisión sistemática

Enfermedades cardiovasculares

Ejercicio aeróbico

Ejercicio de fuerza

R E S U M E N

Las enfermedades cardiovasculares son las más prevalentes en la sociedad occidental. En las últimas décadas, innumerables publicaciones informan del poder terapéutico del ejercicio físico (EF) en estas patologías. El objetivo de este trabajo ha sido buscar, valorar y resumir los resultados de las mejores pruebas científicas publicadas, sobre el efecto del EF, en la mortalidad y morbilidad de pacientes con enfermedad coronaria, insuficiencia cardíaca, hipertensión arterial, claudicación intermitente e ictus. Se buscaron revisiones sistemáticas en *Medline*, *Embase*, *Cochrane Database of Systematic Reviews* y *Database of Abstracts of Reviews of Effects*. Se concluye que, tanto el entrenamiento aeróbico, como el de fuerza son seguros y eficaces en la disminución de la mortalidad y morbilidad en la mejora de algunos signos y síntomas, y en el incremento de la función física en enfermos cardiovasculares.

© 2014 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

A summary of evidence of the effectiveness of physical exercise on cardiovascular diseases

A B S T R A C T

Cardiovascular diseases are among the most widespread in Western culture. In recent decades, numerous publications have assessed the effectiveness of physical exercise (PE) in these pathologies. The aim of this study was to search for, evaluate and summarize the results of the most conclusive scientific evidence published on the effectiveness of PE on mortality and morbidity in patients with coronary artery disease, heart failure, hypertension, intermittent claudication, and stroke. We searched for systematic reviews in *Medline*, *Embase*, *Cochrane Database of Systematic Reviews* and *Database of Abstracts of Reviews of Effects*. In conclusion, both aerobic and strength training are safe and effective in reducing mortality and morbidity, improving signs and symptoms, and increasing physical function in patients with cardiovascular disease.

© 2014 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Evidence-based medicine

Systematic review

Cardiovascular diseases

Aerobic exercise

Strength exercise

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jose@osasunkirol.com (J.F. Aramendi).

Um resumo da evidência científica da efetividade do exercício físico nas doenças cardiovasculares

R E S U M O

Palavras-chave:

Medicina baseada em evidências
Revisão sistemática
Doenças cardiovasculares
Exercício aeróbico
Exercício de força

As doenças cardiovasculares são as mais prevalentes na sociedade ocidental. Nas últimas décadas, inúmeras publicações informaram o poder terapêutico do exercício físico (EF) nestas patologias. O objetivo deste trabalho foi procurar avaliar e resumir os resultados das maiores evidências científicas publicadas sobre o efeito do EF na mortalidade e morbidade de pacientes com doença coronariana, insuficiência cardíaca, hipertensão arterial, claudicação intermitente e ictus. Foi realizada uma busca por revisões sistemáticas nas seguintes bases de dados: Medline, Embase, Cochrane Database of Systematic Reviews y Database of Abstracts of Reviews of Effects. Conclui-se que tanto o treinamento aeróbico como o de força são seguros e eficazes na diminuição da mortalidade e morbidade, na melhora de alguns sinais e sintomas, e no incremento da função física em enfermos cardiovasculares.

© 2014 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

En 1968 Kenneth H. Cooper escribía en su libro *AEROBICS Ejercicios aeróbicos* «Hasta ahora, ni el mejor libro de ejercicios, ni siquiera su médico, podían responder a la pregunta: ¿Qué clase de ejercicio, y cuánto, mejorará mi salud y protegerá mi vida»¹. Desde entonces, son muchas las publicaciones que se han centrado en los efectos de diferentes tipos de ejercicio en distintas enfermedades crónicas. Los médicos disponemos ya de una importante herramienta terapéutica y preventiva que es el ejercicio físico (EF), y que debemos saber manejar adecuadamente.

Actualmente la palabra *evidencia* es, sin duda, uno de los términos más utilizados en cualquier especialidad médica. Sin embargo, con demasiada frecuencia se utiliza para querer decir que, a nuestro juicio, nos parece que un hecho está lo suficientemente probado, sin hacer mención al tipo ni a la calidad de los estudios en los que basamos nuestras conclusiones. El Centro Oxford de Medicina Basada en la Evidencia (MBE), propone 10 niveles de prueba científica (evidencia) y 4 grados de recomendación, dependiendo del tipo de pregunta planteada².

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de mortalidad en los países occidentales³. Desde que, en los años 60, la movilización precoz y la actividad física empezaran a aplicarse en el tratamiento de la enfermedad coronaria (EC), las principales guías recomiendan el EF como uno de los pilares de la prevención secundaria de estas enfermedades⁴⁻⁶. Sin embargo, en la práctica clínica diaria, tanto el acceso de los pacientes como el manejo de este instrumento terapéutico por parte de los profesionales sanitarios son escasos.

El objeto de este artículo fue el de buscar, evaluar y resumir los resultados de las mejores revisiones sistemáticas (RS) sobre el efecto del EF en el tratamiento de diferentes enfermedades cardiovasculares, utilizando para ello la metodología de la MBE. Las enfermedades incluidas en este resumen fueron: EC, insuficiencia cardíaca (ICC), hipertensión arterial (HTA), claudicación intermitente (CI) e ictus, y se intentó responder a la pregunta: ¿cuál es el efecto de cualquier tipo de EF, comparado con otros tratamientos que no incluyen ejercicio, en la mortalidad o en la sucesión de nuevos eventos graves, en estos pacientes? Cuando no se encontraron datos de mortalidad o eventos graves se buscaron los efectos del EF en la tensión arterial (TA), en la capacidad física o de realizar las tareas diarias o en la calidad de vida.

Método

Se revisó la literatura científica, tratando de encontrar las mejores RS que abordaban la pregunta de investigación. Para ello, se

diseñó una búsqueda exhaustiva de revisiones en las principales bases de datos, se evaluó la calidad de cada una de ellas seleccionando las mejores, y se resumieron los resultados en forma de número necesario a tratar (NNT), cuando fue pertinente.

La búsqueda de la literatura se realizó para cada uno de los temas según las estrategias de búsqueda que se muestran en la tabla 1. Las bases de datos consultadas fueron: *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *Database of Abstracts of Reviews of Effects*, *Embase* y *Medline*. El marco temporal de la búsqueda inicial fue desde el inicio de cada base de datos hasta 2012 y posteriormente actualizada hasta febrero 2014. La búsqueda fue realizada por una documentalista experta.

Se examinaron las referencias de los artículos recuperados comprobando aquellas referencias que pudieran ser pertinentes y que no habían sido recuperadas previamente. Se obtuvieron todas las referencias recuperadas en forma de título y resumen para evaluar la pertinencia de cada una para esta revisión. En algunos casos se accedió al texto completo del artículo por la inexistencia de un resumen válido para tomar una decisión.

La selección de los estudios y la valoración de la calidad de los mismos la realizaron los 2 investigadores independientemente. Los desacuerdos, cuando existieron, se resolvieron por debate. El acuerdo fue alto, aunque no se evaluó de modo formal.

Criterios de inclusión

Se seleccionaron solo RS de ensayos clínicos (ECA) con pacientes adultos (mayores de 18 años) con EC, ICC, HTA, CI o ictus. En los estudios originales la intervención debía incluir cualquier tipo de EF, aeróbico o de fuerza, de cualquier intensidad y volumen. La comparación debía haber sido realizada con un grupo o grupos que recibieran los cuidados médicos habituales, pero que no incluyeran ningún tipo de EF. Los trabajos debían presentar en los resultados datos de mortalidad, de eventos cardiovasculares, de ingresos hospitalarios, de condición física o de calidad de vida.

Criterios de exclusión

Los ECA que habían estudiado los efectos del yoga no fueron incluidos en esta revisión. Se excluyeron las referencias en idiomas distintos al español, inglés, francés y alemán.

Calidad de los estudios incluidos

La calidad de los estudios seleccionados se evaluó empleando las plantillas de *CASPe* y según los siguientes criterios: 1) existencia

Tabla 1

Estrategias de búsqueda de las enfermedades incluidas en esta revisión: enfermedad coronaria, insuficiencia cardiaca, hipertensión arterial, claudicación intermitente e ictus

Fuente	Estrategia de búsqueda
<i>Enfermedad coronaria</i>	
EBM Reviews - Cochrane Database of Systematic Reviews desde 2005 hasta enero de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).mp. [mp=title, short title, abstract, full text, keywords, caption text] (1714) 2 ((coronary adj3 disease*) or (coronary adj3 syndrome*) or (Angina adj3 Pectoris) or (Myocardial adj3 Infarction) or (heart adj3 attack)).mp. [mp=title, short title, abstract, full text, keywords, caption text] (732) 3 1 and 2 (254) 4 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).ti,ab,kw. (422) 5 ((coronary adj3 disease*) or (coronary adj3 syndrome*) or (Angina adj3 Pectoris) or (Myocardial adj3 Infarction) or (heart adj3 attack)).ti,ab,kw. (140) 6 4 and 5 (9)
EBM Reviews - Database of Abstracts of Reviews of Effects hasta el primer trimestre de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).mp. [mp=title, full text, keywords] (1772) 2 ((coronary adj3 disease*) or (coronary adj3 syndrome*) or (Angina adj3 Pectoris) or (Myocardial adj3 Infarction) or (heart adj3 attack)).mp. [mp=title, full text, keywords] (1195) 3 1 and 2 (130) 4 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).ti,ab,kw. (1042) 5 ((coronary adj3 disease*) or (coronary adj3 syndrome*) or (Angina adj3 Pectoris) or (Myocardial adj3 Infarction) or (heart adj3 attack)).ti,ab,kw. (667) 6 4 and 5 (35)
Embase desde 1980 hasta la 4. ^a semana de 2012	1 ischemic heart disease/or acute coronary syndrome/or angina pectoris/or heart infarction/(272057) 2 coronary artery disease/(128398) 3 ((coronary adj3 disease*) or (coronary adj3 syndrome*) or (Angina adj3 Pectoris) or (Myocardial adj3 Infarction) or (heart adj3 attack)).mp. [mp=title, abstract, subject headings, heading word, drug trade name, original title, device manufacturer, drug manufacturer, device trade name, keyword] (354461) 4 1 or 2 or 3 (444934) 5 exp exercise/(164247) 6 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).mp. [mp=title, abstract, subject headings, heading word, drug trade name, original title, device manufacturer, drug manufacturer, device trade name, keyword] (428003) 7 5 or 6 (428459) 8 4 and 7 (42923) 9 4 and 5 (15205) 10 limit 9 to "reviews (maximizes specificity)" (115)
Pubmed	systematic[sb] AND (((("Exercise"[Mesh]) OR "Sports"[Mesh]) OR "Exercise Therapy"[Mesh]) OR "Exercise Movement Techniques"[Mesh]) OR (exercise* OR sport* OR (PHYSICAL NEAR ACTIVIT*) OR (PHYSICAL NEAR THERAP*) OR FITNESS OR (PHYSICAL NEAR EXERCISE*) OR (resistance NEAR train*))) AND (((CORONARY NEAR DISEASE*) OR (CORONARY NEAR SYNDROME*)) OR (((("Coronary Disease"[Mesh]) OR "Acute Coronary Syndrome"[Mesh]) OR "Angina Pectoris"[Mesh]) OR "Myocardial Infarction"[Mesh])))
<i>Insuficiencia cardiaca</i>	
EBM Reviews - Cochrane Database of Systematic Reviews desde 2005 hasta enero de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).ti,ab,kw. (422) 2 ((heart adj3 failure) or (cardiac adj3 failure)).ti,ab,kw. (73) 3 1 and 2 (12)
EBM Reviews - Database of Abstracts of Reviews of Effects hasta el primer trimestre de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).ti,ab,kw. (1042) 2 ((heart adj3 failure) or (cardiac adj3 failure)).ti,ab,kw. (219) 3 1 and 2 (27)
Embase desde 1980 hasta la 6. ^a semana de 2012	1 exp heart failure/(227209) 2 ((heart adj3 failure) or (cardiac adj3 failure)).mp. [mp=title, abstract, subject headings, heading word, drug trade name, original title, device manufacturer, drug manufacturer, device trade name, keyword] (199220) 3 1 or 2 (256523) 4 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).mp. [mp=title, abstract, subject headings, heading word, drug trade name, original title, device manufacturer, drug manufacturer, device trade name, keyword] (429403) 5 exp exercise/(164788) 6 4 or 5 (429864) 7 3 and 6 (17286) 8 limit 7 to "reviews (maximizes specificity)" (179)
Pubmed	systematic[sb] AND ((("Heart Failure"[Mesh] OR heart near failure) OR (cardiac heart failure)) AND ("Exercise"[Mesh] OR "Sports"[Mesh] OR "Exercise Therapy"[Mesh] OR "Exercise Movement Techniques"[Mesh] OR exercise* OR sport* OR (PHYSICAL NEAR ACTIVIT*) OR (PHYSICAL NEAR THERAP*) OR FITNESS OR (PHYSICAL NEAR EXERCISE*) OR (resistance NEAR train*)))
<i>Hipertensión arterial</i>	
EBM Reviews - Cochrane Database of Systematic Reviews desde 2005 hasta febrero de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).ti,ab,kw. (425) 2 hypertension.ti,ab,kw. (203) 3 (blood adj3 pressure).ti,kw. (58) 4 2 or 3 (211) 5 1 and 4 (11)

Tabla 1
(continuación)

Fuente	Estrategia de búsqueda
EBM Reviews - Database of Abstracts of Reviews of Effects hasta el primer trimestre de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).ti,ab,kw. (1042) 2 hypertension.ti,ab,kw. (320) 3 (blood adj3 pressure).ti,kw. (216) 4 2 or 3 (417) 5 1 and 4 (33)
Embase desde 1980 hasta la 8. ^a semana de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).mp. [mp=title, abstract, subject headings, heading word, drug trade name, original title, device manufacturer, drug manufacturer, device trade name, keyword] (430392) 2 exp exercise/(165189) 3 1 or 2 (430860) 4 hypertension/(313464) 5 blood pressure/or arterial pressure/(186381) 6 (hypertension or (blood adj3 pressure)).ti,sh,kw. (395079) 7 4 or 5 or 6 (513807) 8 3 and 7 (32978) 9 limit 8 to "reviews (maximizes specificity)" (231) 10 from 9 keep 41,53,55,61-62 (5)
Pubmed	systematic[sb] AND (((hypertension[Title/Abstract]) AND blood pressure[Title/Abstract])) OR ("Hypertension"[Mesh:noexp]) OR "Blood Pressure"[Mesh:noexp]) AND ("Exercise"[Mesh] OR "Sports"[Mesh] OR "Exercise Therapy"[Mesh] OR "Exercise Movement Techniques"[Mesh] OR exercise* OR sport* OR (PHYSICAL NEAR ACTIVIT*) OR (PHYSICAL NEAR THERAP*) OR FITNESS OR (PHYSICAL NEAR EXERCISE*) OR (resistance NEAR train*))
<i>Claudicación intermitente</i>	
EBM Reviews - Cochrane Database of Systematic Reviews desde 2005 hasta enero de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).ti,ab,kw. (422) 2 Intermittent Claudication.mp. [mp=title, short title, abstract, full text, keywords, caption text] (65) 3 (Intermittent adj3 Claudication).mp. [mp=title, short title, abstract, full text, keywords, caption text] (65) 4 2 or 3 (65) 5 1 and 4 (8)
EBM Reviews - Database of Abstracts of Reviews of Effects hasta el primer trimestre de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).ti,ab,kw. (1042) 2 Intermittent Claudication.mp. [mp=title, full text, keywords] (51) 3 (Intermittent adj3 Claudication).mp. [mp=title, full text, keywords] (51) 4 2 or 3 (51) 5 1 and 4 (19)
Embase desde 1980 hasta la 8. ^a semana de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).mp. [mp=title, abstract, subject headings, heading word, drug trade name, original title, device manufacturer, drug manufacturer, device trade name, keyword] (430392) 2 exp exercise/(165189) 3 1 or 2 (430860) 4 exp intermittent claudication/(7387) 5 (Intermittent adj3 Claudication).mp. (8380) 6 4 or 5 (8380) 7 3 and 6 (1772) 8 limit 7 to "reviews (maximizes specificity)" (39) 9 limit 7 to "reviews (best balance of sensitivity and specificity)" (338) 10 limit 7 to "reviews (maximizes sensitivity)" (791)
Pubmed	systematic[sb] AND (((Intermittent Claudication)) OR ("Intermittent Claudication"[Mesh])) AND ("Exercise"[Mesh] OR "Sports"[Mesh] OR "Exercise Therapy"[Mesh] OR "Exercise Movement Techniques"[Mesh] OR exercise* OR sport* OR (PHYSICAL NEAR ACTIVIT*) OR (PHYSICAL NEAR THERAP*) OR FITNESS OR (PHYSICAL NEAR EXERCISE*) OR (resistance NEAR train*))
<i>Ictus</i>	
EBM Reviews - Cochrane Database of Systematic Reviews desde 2005 hasta septiembre de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).ti,ab,kw. (450) 2 (stroke or (cerebrovascular adj3 accident*) or (brain adj3 accident*)),ti,ab,kw. (279) 3 1 and 2 (26)
EBM Reviews - Database of Abstracts of Reviews of Effects hasta el tercer trimestre de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).ti,ab,kw. (1137) 2 (stroke or (cerebrovascular adj3 accident*) or (brain adj3 accident*)),ti,ab,kw. (473) 3 1 and 2 (65)

Tabla 1
(continuación)

Fuente	Estrategia de búsqueda
Embase desde 1980 hasta la 37. ^a semana de 2012	1 ((PHYSICAL adj3 ACTIVIT*) or (PHYSICAL adj3 THERAP*) or FITNESS or (PHYSICAL adj3 EXERCISE*) or (resistance adj3 train*) or exercise* or sport*).mp. [mp=title, abstract, subject headings, heading word, drug trade name, original title, device manufacturer, drug manufacturer, device trade name, keyword] (465229) 2 exp exercise/(177943) 3 1 or 2 (465820) 4 exp stroke/(122085) 5 cerebrovascular accident/(40180) 6 stroke.mp. (216157) 7 4 or 5 or 6 (231597) 8 3 and 7 (13868) 9 limit 8 to "reviews (maximizes specificity)" (206)
Pubmed	("Exercise"[Mesh] OR "Sports"[Mesh] OR "Exercise Therapy"[Mesh] OR "Exercise Movement Techniques"[Mesh] OR exercise* OR sport* OR (PHYSICAL NEAR ACTIVIT*) OR (PHYSICAL NEAR THERAP*) OR FITNESS OR (PHYSICAL NEAR EXERCISE*) OR (resistance NEAR train*)) AND stroke AND systematic[sb]

de una pregunta bien definida (formato PICO); 2) idoneidad del tipo de estudios incluidos; 3) cuál fue la calidad de la búsqueda; 4) realizaron una valoración de la calidad de los estudios incluidos; 5) hubo una evaluación de la heterogeneidad; y 6) ¿era razonable la combinación de resultados?⁷. En este proceso estuvieron también implicados los 2 investigadores. En caso de desacuerdo sobre si incluir o no un artículo debatieron entre ellos hasta alcanzar un consenso. Ambos investigadores tienen una amplia experiencia en la evaluación de la calidad de los artículos. Los desacuerdos, no cuantificados, fueron escasos, y se resolvieron tras debate. Cuando hubo más de una revisión pertinente para el mismo tema, se seleccionaron las más recientes y de mayor calidad.

El número de estudios recuperados y excluidos según las patologías estudiadas y los motivos de exclusión aparecen en la tabla 2.

Análisis de los estudios publicados

Para cada tema se extrajeron los datos referentes a: identificación, marco temporal, tipo de estudios, población, intervención, comparación, medición de resultados, resultados obtenidos y heterogeneidad, que se resumen en las tablas 3 y 4.

Se describen las características de los estudios y sus resultados mediante los estadísticos más apropiados al tipo de variable y escala de medición.

Como medida del efecto, y debido a las razones expuestas en la introducción, hemos elegido el NNT⁸. Para el cálculo de los NNT a partir de los riesgos relativos (RR o HR) combinados de los estudios, se consideró el riesgo basal de mortalidad del grupo control del estudio correspondiente. Se calculó el NNT mediante estimación puntual y por intervalo de confianza (IC) al 95% cuando los periodos de seguimiento de los estudios incluidos fueron similares.

Cuando fue preciso combinar resultados continuos de estudios individuales, se calculó la diferencia media estandarizada mediante un modelo de efectos aleatorios.

Todos los análisis se realizaron en STATA v13.1 (Statacorp, College Station, Texas, EE. UU.).

Resultados

Enfermedad coronaria

Se recuperaron 515 estudios, de los cuales 5 revisiones fueron potencialmente pertinentes⁹⁻¹³, de ellas elegimos 3 por ser las de mejor calidad⁹⁻¹¹ (tabla 4). Estas revisiones incluyen entre 11-19 ECA, con un grado alto de coincidencia entre ellas (68-74%), la mayoría de ellos llevados a cabo en Europa (76-79%).

Se englobaron entre 2566-3237 pacientes que habían sufrido un infarto de miocardio, o habían tenido un *bypass* coronario, una angioplastia coronaria o EC diagnosticada por angiografía. El

tamaño muestral medio de los estudios fue de 160 pacientes, rango 37-651, siendo la edad media 53.2 años, rango de las medias 50-71, y las poblaciones fundamentalmente masculinas, porcentaje promedio 89.2%, rango 68-100%.

La intervención consistía fundamentalmente en ejercicio aeróbico: correr, caminar, bicicleta o bicicleta estática, remoergómetro, subir escaleras, combinados o no con ejercicios de movilidad articular, de forma continua o interválica o en circuitos, a una intensidad entre el 50 y el 85% del consumo máximo de oxígeno (VO₂max). Solo 3 ensayos probaron los efectos del entrenamiento de fuerza combinado con el ejercicio aeróbico. El volumen de entrenamiento osciló en la mayoría de los estudios entre 90-180 minutos semanales, aunque un estudio probó la eficacia de 600 minutos a la semana, 2 horas al día de ejercicio aeróbico, al 85% de la frecuencia cardiaca máxima (FCmax), 5 días por semana, comparado con caminar a una velocidad moderada. La duración media de los programas fue de 42 meses, rango 3-228.

La mayoría de los estudios utilizaron los cuidados médicos habituales como comparación, sin seguir un programa formal de EF. Algunos estudios ofrecieron al grupo control información adicional sobre de qué forma podrían hacer ejercicio de forma segura, o sobre dieta y control de factores de riesgo cardiovascular. Otros simplemente animaron a los pacientes a que retomaran su nivel anterior de actividad física tan pronto como se sintieran capaces, pero en todos ellos el grupo control no siguió ningún programa formal de entrenamiento.

La calidad de los estudios fue baja siendo escasos los que superaron los 3 puntos en la escala de Jadad. Siete estudios especificaron que tenían ocultamiento de la secuencia de aleatorización.

El EF aislado reduce el riesgo de muerte en enfermos coronarios entre el 15-24% (RR entre 0.76-0.85), lo cual se traduce en un NNT entre 33-53. El EF aislado reduce también el riesgo de mortalidad cardiovascular en un 27%, que se corresponde con un NNT de 49 (IC 95% de 26-120) (tabla 4).

Insuficiencia cardiaca

La búsqueda inicial identificó 573 estudios, de los que se seleccionaron 5¹⁴⁻¹⁸ después de haber descartado los duplicados, artículos no pertinentes, que no se referían a la pregunta, o no eran estudios originales o RS (tabla 2). De ellos se escogieron 2: el primero debido a su calidad¹⁵ y el otro porque se trata de una RS y metaanálisis con datos de pacientes individuales¹⁴ (tabla 3). Solo 3 de los 9 ECA seleccionados en la colaboración ExTraMATCH estaban incluidos en la revisión de la *Cochrane*.

El artículo de Chen y Li¹⁸ tiene el valor de ser el único realizado en pacientes mayores de 60 años, pero presenta el inconveniente del reducido periodo de seguimiento. Las otras 2 RS^{16,17} fueron finalmente rechazadas por su antigüedad y por la ausencia o pobreza de sus análisis estadísticos.

Tabla 2

Número de estudios recuperados y excluidos según las patologías estudiadas y los motivos de exclusión

Motivo de la exclusión	Enfermedad coronaria	Insuficiencia cardiaca	Hipertensión arterial	Claudicación intermitente	Ictus
Estudios recuperados para su posible inclusión	515	573	518	190	743
Duplicados	19	122	27	49	127
Otra pregunta	489	413	437	112	577
No revisión sistemática	1	29	40	15	33
Calidad insuficiente	2	3	7	8	4
No datos originales	1	4	0	3	0
Hay otras revisiones sistemáticas más completas o recientes	0	0	3	1	0
Incluyen solo estudios realizados en China	0	0	0	0	1
Revisiones incluidas	3	2	4	2	1

Las RS de Piepoli et al.¹⁴ y Davies et al.¹⁵ incluyeron 9 y 19 ECA, 801 y 3647 pacientes, respectivamente, fundamentalmente varones (43-100%), con una edad en torno a los 60 años (rango de 43-72), con ICC clase I-IV de la *New York Heart Association* (NYHA) (media 2.5) y una fracción de eyección menor del 40% (media 27.5). El tamaño muestral de los estudios osciló entre 20-200 sujetos, aunque un trabajo aportó datos de 2331 pacientes¹⁹.

El tipo de ejercicio incluía cualquier tipo de EF, supervisado o no, incluido o no en programas de rehabilitación cardiaca completa. El volumen de entrenamiento osciló entre 20-600 minutos semanales, la frecuencia entre 2-7 días por semana, la intensidad entre el 40% de la FCmax y el 85% del VO₂max, y la duración de la intervención entre 24-52 semanas. El ejercicio más utilizado fue el aeróbico sobre cicloergómetro, aunque 5 estudios probaron los efectos de entrenamientos mixtos, aeróbicos y de fuerza, y varios ECA utilizaron otros tipos de actividad física como caminar, ejercicios de gimnasia, remoergómetro, ergómetro de manivela o carrera suave. Un estudio probó la eficacia del entrenamiento interválico en estos pacientes.

En la RS de Davies et al.¹⁵ la comparación se produjo con grupos de cuidados médicos habituales, solo 4 estudios tenían un seguimiento mayor de 12 meses y 10 de los 19 ECA tenían una calidad de 4 o más puntos sobre una escala de 8. En el artículo de Piepoli et al.¹⁴ no se informa sobre la calidad de los estudios o las características de los grupos de comparación, y el seguimiento osciló entre 23-326 semanas.

El EF no modifica el riesgo de muerte por cualquier causa en la ICC RR 1.02 (IC 95% de 0.70-1.51). En los estudios en los que se ha realizado este registro el EF disminuye los ingresos debidos a fallo cardiaco un 28%, lo que se traduce en un NNT de 17 (IC 95% de 10 a 464) (tabla 4).

Hipertensión arterial

Se identificaron 518 artículos, siendo 4 los estudios que se seleccionaron como pertinentes²⁰⁻²⁴, tal y como se muestra en la tabla 2. Una de las revisiones evaluó el efecto del entrenamiento de la fuerza²⁰. Las 3 restantes evaluaron el efecto del ejercicio aeróbico, de fuerza o combinado²¹⁻²³ (tabla 3). La revisión de Lee et al.²⁴ fue finalmente rechazada por la baja calidad de los estudios originales.

En conjunto estas revisiones incluyen 9707 pacientes, con un tamaño muestral medio por ECA de 63 individuos y rango entre 10-464. Las edades de los pacientes fueron muy variadas con un valor medio en torno a 50 años, y una distribución por sexo similar.

La revisión de Lee²³ que evaluó exclusivamente el caminar incluyó 27 ensayos (en 10 de ellos reclutaron solo mujeres) en los que la intervención fue muy dispar. La duración de las sesiones fue desde 10 hasta 60 minutos, con un número de sesiones semanales entre 2-7, y una duración del período de intervención entre 4 días y 6 meses. La intensidad del ejercicio varió desde caminar a un ritmo confortable hasta una intensidad correspondiente al 86% del VO₂max.

Dickinson et al.²² incluyeron en su RS 21 ECA que estudiaban el efecto de programas semanales de 3-5 sesiones de ejercicio aeróbico (caminar rápido, *jogging*, bicicleta) durante 30-60 minutos, comparado con no intervención. En 2 estudios el grupo intervención hizo entrenamiento de fuerza.

La revisión que evaluó en exclusiva el entrenamiento de fuerza incluyó estudios con 2 tipos de intervenciones: 3 estudios con ejercicio isométrico de garra (*hand-grip*) y 25 estudios con ejercicio de fuerza concéntrica y excéntrica (dinámica)²⁰. En los estudios de *hand-grip* la frecuencia semanal fue de 2-3 sesiones, durante 8-10 semanas (mediana 8), a una intensidad del 30-40% (mediana 30) de una repetición máxima (1RM). En los estudios de fuerza dinámica, la frecuencia semanal fue de 2-3 sesiones, con una duración de entre 6-52 semanas, con un valor mediana de 16 semanas. La intensidad fue de 30-100% de 1RM, mediana 76% de 1RM.

La RS de Cornelissen et al.²¹ incluye 93 ECA, 59 con entrenamiento exclusivo de resistencia, 13 con entrenamiento de fuerza dinámica, 5 con entrenamiento combinado y 4 de entrenamiento de fuerza isométrica. Doce ECA tuvieron diferentes intervenciones dentro del mismo ensayo. Como era de esperar los tipos de intervención son muy variados. En la mayoría de los estudios la duración de la intervención fue superior a 12 semanas (rango de 4-52), la frecuencia semanal de 1-7 sesiones, la intensidad entre el 35-95% del VO₂max para el entrenamiento de resistencia, y entre el 30-100% de 1RM para la fuerza dinámica y entre el 10-40% de 1RM para la fuerza isométrica.

La mayoría de los estudios primarios incluidos fueron de mala calidad con una mediana de la escala de Jadad de 2 y de 6 en la escala de PEDro, escaseando los trabajos que dan detalles sobre el ocultamiento o la génesis de la secuencia de aleatorización.

Ningún estudio aporta datos de mortalidad. El caminar descendiendo la tensión arterial sistólica (TAS) entre 5.2-11 mm Hg y la tensión arterial diastólica (TAD) entre 3.8-7.7 mm Hg. El ejercicio aeróbico disminuye la TAS una media de 6.1 mm Hg (IC 95% de 2-10) y la TAD 3.1 mm Hg (IC 95% de 1.1-4.9). El entrenamiento de fuerza baja la TAS una media de 3.9 mm Hg (IC 95% de 1.5-6.2) y la TAD 6.1 mm Hg (IC 95% de 2.1-5). El ejercicio de fuerza isométrico de manos reduce la TAS una media de 13.5 mm Hg (IC 95% de 10.5-16.5) y la TAD 6.1 mm Hg (IC 95% de 3.9-8.3) (tabla 4).

Claudicación intermitente

La estrategia de búsqueda recuperó 190 estudios, de los cuales 3 revisiones fueron finalmente incluidas²⁵⁻²⁷. Ciento doce estudios fueron excluidos por no responder exactamente a la pregunta, 49 fueron estudios duplicados, 15 no eran realmente RS, 8 eran revisiones de baja calidad y, finalmente, 3 artículos mostraban los resultados obtenidos en revisiones de otra autoría (tabla 2).

Todos los ECA incluidos en la revisión de Wind y Koelemay²⁷ estaban también incluidos en la de Watson et al.²⁶, que fue elegida por su calidad. No ocurre lo mismo con la RS de Frans et al.²⁵ en la que, a pesar de admitir otras intervenciones además del EF,

Tabla 3

Descripción de los estudios seleccionados sobre los efectos del ejercicio físico (EF) en las enfermedades cardiovasculares. Las celdas en negrita corresponden a las revisiones sistemáticas (RS) incluidas en este resumen

Autores, año	Fecha de la revisión	Número de estudios (pacientes)	Descripción de los pacientes	Tipo de intervención	Comparación	Resultados medidos
<i>Enfermedad coronaria</i>						
Brown et al., 2003⁹	Feb-2002	46 (8677) 19 (2984) en el subgrupo de solo EF	Pacientes con EC	Cualquier tipo de ejercicio supervisado o no, en grupo o en el domicilio Ejercicio combinado con intervenciones psicosociales y educativas	Grupo de cuidados habituales	Mortalidad, mortalidad cardiaca, infarto de miocardio no fatal, revascularización, modificación de factores de riesgo (tabaquismo, tensión arterial, lípidos), calidad de vida, y coste efectividad.
Clark et al., 2005¹⁰	Dic-2004	63 (21 295) 11 (2566) en el subgrupo de solo EF	Pacientes con EC	Ejercicio programado en grupo o individual + educación sobre control de factores de riesgo Solo educación sobre control de factores de riesgo Solo ejercicio supervisado	Grupo de cuidados habituales	Mortalidad, recurrencia de infartos de miocardio y tasas de hospitalización
Heran et al., 2011¹¹	Dic-2009	47 (10 794) 17 (3237) en el subgrupo de solo EF	Pacientes con EC	Cualquier tipo de ejercicio supervisado o no, en grupo o en el domicilio Ejercicio combinado con intervenciones psicosociales y educativas	Grupo de cuidados habituales	Mortalidad, mortalidad cardiovascular, ingresos hospitalarios, riesgo de reinfarcto y riesgo de revascularización, y calidad de vida
Lawler et al., 2011 ¹²	Jun-2010	34 (6111) 11 en el subgrupo de solo EF	Pacientes con EC	Cualquier tipo de ejercicio supervisado o no, en grupo o en el domicilio, combinado o no con otras intervenciones	Grupo de no ejercicio	Mortalidad por cualquier causa y cardiaca, recidiva de infartos, revascularizaciones, y modificación de los factores de riesgo cardiovascular
Müller-Riemenschneider et al., 2010 ¹³	Ago-2008	26 ECA 1 EnoA 8 RS 11 en el subgrupo de solo EF	Pacientes con EC	EF, dieta, abandono del tabaquismo, intervenciones psicosociales, o combinaciones de ellas La intervención podía ser hospitalaria o domiciliaria	Grupo de cuidados habituales	Mortalidad, eventos cardiacos y calidad de vida
<i>Insuficiencia cardiaca</i>						
Chen y Li, 2013 ¹⁸	Sep-2012	7 (530)	Mayores de 60 años con FE <45% y clasificación NYHA I-IV	Programa de ejercicio de 8 semana o más	Cuidados médicos habituales	Mortalidad por cualquier causa, ingresos hospitalarios, distancia en la prueba de 6 minutos, VO ₂ pico y calidad de vida.
Davies et al., 2010¹⁵	Ene-2008	19 (3647)	Adultos con ICC de causa isquémica o por miocardiopatía	EF solo o como componente de una rehabilitación cardiaca completa	Cuidados médicos habituales	Mortalidad por cualquier causa en periodos diferentes de tiempo, mortalidad debida a fallo cardiaco, muerte súbita, ingresos hospitalarios, ingresos debidos a ICC y calidad de vida.
Lloyd-Williams et al., 2002 ¹⁶	Dic-2000	14 (582)	Pacientes con ICC	EF	No se informa	Condición física, calidad de vida, utilización de servicios sanitarios, coste-efectividad y mortalidad
Piepoli et al., (Extra-MATCH), 2004¹⁴	No se informa	9 (801)	Pacientes con disfunción ventricular izquierda o ICC probada	No se informa	No se informa	Supervivencia longitudinal (muerte por cualquier causa), mortalidad, tiempo hasta el ingreso hospitalario
Smart y Marwick, 2004 ¹⁷	Ago-2003	30 (1197)	Pacientes con ICC con una FE <40%	No se informa	No se informa	Efectos adversos, capacidad funcional, mortalidad e ingresos

Tabla 3
(continuación)

Autores, año	Fecha de la revisión	Número de estudios (pacientes)	Descripción de los pacientes	Tipo de intervención	Comparación	Resultados medidos
<i>Hipertensión arterial</i>						
Cornelissen et al., 2011 ²²	Jun-2010	33 (1124)	Adultos normotensos (13 ECA) y/o hipertensos (15 ECA) sin otra enfermedad concomitante	Ejercicios de fuerza concéntricos, excéntricos e isométricos de la mano, supervisado y no supervisado	Grupo de no ejercicio	Cambios en la TAS y TAD
Cornelissen y Smart, 2013 ²⁵	Feb-2012	153 (5223)	35% normotensos 65% hipertensos	105 ECA entrenamiento de resistencia 29 ECA entrenamiento de fuerza 14 ECA entrenamiento combinado	Grupo de no ejercicio	Cambios en la TAS y TAD
Dickinson et al., 2006 ²⁴	May-2003	105 (6805) Solo ejercicio: 21 (1518)	Sujetos prehipertensos (> 140/85 mm Hg)	Cambios en el estilo de vida: dieta, ejercicio, relajación, restricción de alcohol, restricción de sodio, intervenciones combinadas, suplementación de calcio, magnesio, potasio y grasas de pescado Solo ejercicio: 3-5 sesiones de ejercicio aeróbico (caminar rápido, jogging, bicicleta), 30-60 min. Dos ECA hicieron entrenamiento de fuerza	Placebo, tratamiento fingido, cuidados habituales o no tratamiento Solo ejercicio: no intervención	Cambios en la TAS y TAD
Lee et al., 2010 ²³	No se informa	27 (1842)	Sujetos entre 16-88 años, con HTA o sin ella	Ejercicio de caminar a cualquier intensidad, duración y frecuencia	Grupo de no ejercicio	Cambios en la TAS y TAD
Lee et al., 2007 ²⁶	Ago-2006	12 (2550)	Sujetos hipertensos, entre 30-80 años	Qigong, al menos 1 sesión diaria de 30-60 min. durante 8-52 semanas	Grupo sin Qigong, con ejercicio, tratamiento antihipertensivo o nada	Cambios en la TAS y TAD
<i>Claudicación intermitente</i>						
Frans et al., 2012 ²⁵	Sep-2010	2 (118) PTA+EF vs. consejo de EF 4 (322) PTA vs. EFS 2 (245) PTA+EFS vs. EFS 2 (188) PTA+EFS vs. PTA	Pacientes con CI debida a arterioesclerosis de localización aortoiliaca y/o femoropoplítea	EFS, EF, PTA con o sin stent	Mejor tratamiento médico, tratamiento médico óptimo u otra de las intervenciones mencionadas en la celda de al lado	Distancia hasta el comienzo del dolor, distancia máximo recorrida, índice tobillo brazo y calidad de vida
Watson et al., 2008 ²⁶	Feb-2008	22 (1190)	Pacientes con CI debida a arterioesclerosis	Cualquier tipo de ejercicio: caminar, correr, skipping... supervisado o no	Placebo o cuidados médicos habituales, medicación, cirugía, angioplastia, o compresión neumática	Tiempo para el comienzo del dolor, tiempo y distancia máximos recorridos en la cinta rodante. Se consideró también mortalidad, eventos cardiovasculares, mediciones directas de la progresión de la enfermedad (angiografía, Doppler), mediciones indirectas (presión arterial en tobillos) y mediciones subjetivas (progresión de síntomas o calidad de vida)

Tabla 3
(continuación)

Autores, año	Fecha de la revisión	Número de estudios (pacientes)	Descripción de los pacientes	Tipo de intervención	Comparación	Resultados medidos
Wind y Koelemay, 2006 ²⁷	May-2006	15 (761) 10 (577) Comparan con cuidados habituales	Pacientes con CI debida a arterioesclerosis	Entre 12-26 semanas, 2-3 veces a la semana, de 30-60 min de ejercicio.	Ejercicio supervisado vs. cuidados médicos habituales Ejercicio supervisado vs. instrucciones de ejercicio	Distancia recorrida sin dolor y distancia máxima recorrida
<i>Ictus</i> MacKay-Lyons et al., 2013 ²⁸	Feb-2012	1 (48)	Hombres o mujeres mayores de 18 años con diagnóstico clínico de ictus o AIT, ya fuera de origen isquémico o hemorrágico	Entrenamiento de resistencia supervisado o no supervisado, mínimo 20 minutos de duración Otras intervenciones no relacionadas con el EF	Cuidados médicos habituales, lista de espera o no intervención	Un resultado compuesto de: recidiva de ictus, infarto de miocardio o muerte de causa vascular
Meek et al., 2003 ²⁹	Oct-2001	3 (75)	Hombres y mujeres de cualquier edad con ictus	Entrenamiento aeróbico y de fuerza 3 veces/semana	No ejercicio o intervención placebo	Mortalidad, dependencia, calidad de vida, AVD, velocidad de marcha, fuerza, resistencia, equilibrio, flexibilidad, tono muscular
Mehrholz et al., 2011 ³⁰	Abr- 2011	1 (16)	Pacientes mayores de 18 años con ictus	Ejercicios planeados, estructurados y repetitivos en el agua, supervisados	Otras intervenciones RHB no acuáticas	Cuestionario SF-36
Saunders et al., 2013³¹	Ene-2013	45 (2188) Resistencia 22 (995) Fuerza 8 (275) Combinado 15 (918)	Adultos supervivientes de un ictus independientemente del tiempo transcurrido desde el evento	Entrenamiento de resistencia, fuerza o combinado	Cuidados habituales o no entrenamiento	Resultados principales: mortalidad o dependencia Resultados secundarios: efectos adversos, factores de riesgo cardiovascular, condición física, calidad de vida, movilidad, salud y calidad de vida y estado de ánimo

AIT: accidente isquémico transitorio; AVD: actividades de la vida diaria; CI: claudicación intermitente; EC: enfermedad coronaria; ECA: estudio controlado y aleatorizado; EChA: estudio controlado no aleatorizado; EF: ejercicio físico; EFS: ejercicio físico supervisado; FE: fracción de eyección; HTA: hipertensión arterial; ICC: insuficiencia cardíaca; NYHA: *New York Heart Association*; PTA: angioplastia transluminal percutánea; RHB: rehabilitación; RS: revisión sistemática; TAS: tensión arterial sistólica; TAD: tensión arterial diastólica; VO₂: consumo de oxígeno, vs.: versus.

existe un subgrupo de 4 ECA en los que se compara los efectos del EF supervisado con los de la angioplastia transluminal percutánea y, que por tanto, se adecua a nuestra pregunta. Por todo ello finalmente para nuestro estudio se incluyeron estas 2 revisiones^{25,26} (tabla 3).

La revisión *Cochrane* de Watson et al.²⁶ engloba un total de 1190 pacientes en 22 estudios en los que se incluyeron pacientes con CI debida a aterosclerosis, y se comparó el efecto del EF frente a una variedad de intervenciones: cirugía, angioplastia, compresión neumática, tratamiento antiagregante, y otros tratamientos médicos. Como nuestro interés se centra en conocer el efecto del ejercicio frente a los cuidados médicos habituales, tomamos en cuenta solo aquellos análisis que utilizan placebo o cuidados médicos habituales como control. Hay 15 ensayos que utilizan este tipo de control.

Estos 15 ECA incluyeron 898 pacientes con CI de diferente severidad (Índice Tobillo Brazo [ITB] entre 0.6-0.95), con edades medias comprendidas entre 54-76 años, predominantemente varones.

El tipo de ejercicio evaluado fue muy variado: fuerza, caminar, andar en bici, ejercicios de brazos y piernas. Todos recomendaban al menos 2 sesiones semanales, de entre 30-120 minutos cada una (mediana 60 minutos) y todos, menos uno, eran programas supervisados. La intensidad del ejercicio no se especifica. La duración de la intervención fue entre 3-24 meses, con un valor mediana de 6 meses.

El grupo de control recibió los cuidados médicos habituales en todos los estudios.

Todos los estudios primarios incluidos fueron ECA, pero la mayoría no detalla el método de aleatorización. En 7 ensayos se describe la ocultación de la secuencia de aleatorización. La escala de calidad Jadad varió entre 1-3, ya que en general no hubo enmascaramiento, y las pérdidas no existieron o fueron mínimas.

En cuanto a la RS de Frans et al.²⁵ y, debido a que los autores no realizan un análisis por subgrupos, hemos realizado un metaanálisis de 3 de los 4 ECA que comparan los efectos del EF supervisado con los de la angioplastia transluminal percutánea (los autores del otro ECA, a pesar de habérselo requerido, no aportaron los datos absolutos que nos hubieran permitido completar el análisis). Los resultados de dicho metaanálisis revelan que a los 12 meses de seguimiento el EF supervisado es igual de efectivo que la angioplastia transluminal percutánea.

Ningún estudio aporta datos de mortalidad, eventos cardiovasculares o amputaciones. El EF mejora tanto la distancia recorrida sin dolor (en 80-90 m) como la distancia máxima recorrida (en 110-160 m), sin que se produzcan cambios en el ITB. El EF supervisado es tan efectivo como la angioplastia transluminal percutánea en la mejora de la distancia máxima recorrida, o en la distancia recorrida sin dolor (tabla 4).

Tabla 4

Calidad y resultados en número necesario para tratar (NNT), cuando fue posible calcularlo, de las revisiones sistemática (RS) seleccionadas sobre los efectos del ejercicio físico (EF) en las enfermedades cardiovasculares. Las celdas en negrita corresponden a los estudios incluidos en este resumen

Autores, año	Definición de la pregunta	Tipo de estudios incluidos	Calidad de la búsqueda	Valoración de la calidad de los estudios incluidos	Heterogeneidad	Resultados y precisión
						NNT (IC 95%)
<i>Enfermedad coronaria</i> Brown et al., 2003⁹	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	No existe	El ejercicio aislado reduce la mortalidad por cualquier causa NNT = 33 (19-397) y la mortalidad cardiovascular NNT 49 (26-120)
Clark et al., 2005¹⁰	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	No existe	En el subgrupo de EF aislado: NNT = 53 (35-132) para mortalidad por cualquier causa Diferencia no significativa para la recurrencia de infartos de miocardio
Heran et al., 2011¹¹	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	No existe	Teniendo en cuenta los estudios con seguimiento mayor de un año, cualquier tipo de rehabilitación cardiaca reduce la mortalidad por cualquier causa NNT = 61 (32-795)
Lawler et al., 2011 ¹²	Sí	ECA	Insuficiente	Insuficiente	No existe	Cualquier tipo de rehabilitación cardiaca reduce la mortalidad por cualquier causa OR 0,74 (0,58-0,95), la mortalidad cardiaca OR 0,64 (0,46-0,88), la cardiovascular OR 0,61 (0,40-0,91) y las recidivas de infartos OR 0,53 (0,38-0,76) En el subgrupo de solo EF se redujo la mortalidad solamente por causa cardiovascular OR 0,58 (0,37-0,92) y las recidivas de infartos OR 0,45 (0,27-0,74)
Müller-Riemenschneider et al., 2010 ¹³	Sí	ECA ECnoA RS	Suficiente	Insuficiente	Existe	Hace referencia a los resultados de otros autores
<i>Insuficiencia cardiaca</i> Chen y Li, 2013 ¹⁸	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	No existe para la mortalidad, sí para otros resultados	No se han tenido en cuenta los resultados porque en todos los ECA el seguimiento fue inferior a 6 meses
Davies et al., 2010¹⁵	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	No existe	13 estudios que miden la mortalidad con un seguimiento menor de 12 meses no encuentran diferencias significativas entre los grupos RR 1,02 (0,70-1,51). Los ingresos debidos a ICC se reducen RR 0,72 (0,52-0,99), NNT = 17 (10-464)
Lloyd-Williams et al., 2002 ¹⁶	Sí	ECA, EA, EnoA, y ED	Suficiente	Suficiente	No se realiza	No se realiza metaanálisis
Piepoli et al., (Extra-MATCH), 2004¹⁴	Sí	ECA	No se informa	Insuficiente	No se realiza	El ejercicio reduce la mortalidad NNT 11 (7-48) y reduce la muerte o los ingresos hospitalarios NNT 8 (5-34)
<i>Hipertensión arterial</i> Cornelissen et al., 2011²²	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	Existe solamente en los datos referentes al entrenamiento de la fuerza isométrica de las manos y la TAD	En conjunto el entrenamiento de fuerza disminuye la TA con una reducción media de 3,9 mm Hg (6,2-1,5) y 3,6 (5,0-2,1) para la TAS y TAD respectivamente El ejercicio isométrico de manos aislado reduce la TAS 13,5 mm Hg (16,5-10,5) y la TAD 6,1 (8,3-3,9)
Cornelissen y Smart, 2013²⁵	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	Existe para el entrenamiento de resistencia No existe para el entrenamiento de fuerza o combinado	El entrenamiento de resistencia disminuye la TAS 3,5 mm Hg (2,3-4,6) y la TAD 2,5 mm Hg (1,7-3,2)El entrenamiento de fuerza disminuye la TAS 1,8 mm Hg (0,01-3,7) y la TAD 3,2 mm Hg (2-4,5) El ejercicio isométrico de manos reduce la TAS 10,9 mm Hg (7,4-14,5) y la TAD 6,2 (2-10,3) No se encuentran reducciones significativas de la TAS con el entrenamiento combinado, pero sí en la TAD 2,2 mm Hg (0,5-3,9)

Tabla 4
(continuación)

Autores, año	Definición de la pregunta	Tipo de estudios incluidos	Calidad de la búsqueda	Valoración de la calidad de los estudios incluidos	Heterogeneidad	Resultados y precisión
Dickinson et al., 2006²⁴	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	Existe	El ejercicio disminuye 6,1 mm Hg la TAS (2,1-10,1) y 3,1 mm Hg (1,1-4,9) la TAD
Lee et al., 2010²³	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	No evaluada	La disminución media de los ECA incluidos obtuvo los siguientes rangos: 5,2-11,0 mm Hg para TAS y 3,8-7,7 mm Hg para TAD
Lee et al., 2007 ²⁶	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	No existe	El Qigong reduce TAS: 12,1 mmHg, (17,1-7,0), en pacientes en tratamiento anti-HTA 18,5 mmHg, (23,1-13,9) frente a nada, sin tratamiento anti-HTA El Qigong reduce TAD: 8,5 mmHg, (12,6-4,4), en pacientes en tratamiento anti-HTA El Qigong no mejora los resultados del EF
<i>Claudicación intermitente</i> Frans et al., 2012²⁵	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	Existe	El efecto de la PTA y del EFS fueron semejantes
Watson et al., 2008²⁶	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	Muy variable dependiendo de la comparación y los resultados contemplados	Comparado con cuidados habituales el ejercicio mejora el tiempo máximo caminado en la cinta en 5,12 min (4,5-5,7), aumenta la distancia recorrida sin dolor en 82,2 m (71,7-92,7), y la distancia máxima recorrida 113,2 m (95,0-131,4) El EF no mejora en índice tobillo brazo de presión sanguínea No hay datos suficientes sobre mortalidad, eventos cardiovasculares o amputaciones
Wind y Koelemay, 2007 ²⁷	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	Existe	Comparando con los cuidados habituales el ejercicio mejora la distancia recorrida sin dolor 81,3 m (35,5-127,1), y la distancia máxima recorrida 155,8 m (80,8-230,7)
<i>Ictus</i> MacKay-Lyons et al., 2013 ²⁸	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	Solo un ECA	Mejora de la calificación del riesgo cardiaco
Meeke et al., 2003 ²⁹	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	Existe	Ningún ECA aporta datos de mortalidad La heterogeneidad en la medida del resto de los resultados no permite combinarlos en un metaanálisis
Mehrholz et al., 2011 ³⁰	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	Solo un ECA	Diferencia media en la puntuación SF-36: 13,20 (8,36-18,04) a favor de la intervención
Saunders et al., 2013³¹	Sí	ECA	Suficiente	Suficiente	Existe	Solo 5 ECA aportan datos de mortalidad No hay aumento de la mortalidad en los grupos de ejercicio La diversidad de escalas utilizadas para medir la discapacidad no permitió realizar una combinación de los resultados, aunque un índice de discapacidad global mostró una tendencia a la mejora con el entrenamiento de resistencia El entrenamiento de resistencia mejora: la velocidad máxima de marcha 7,37 m/min (3,70-11,03), la velocidad de marcha preferida 4,63 m/min (1,84-7,43), la distancia en la prueba de 6 min en 26,99 m (9,13-44,84) y la escala de equilibrio de Berg 3,14 puntos (0,56-5,73) El entrenamiento combinado mejora: la velocidad de marcha preferida 4,54 m/min (0,95-8,14), la distancia en la prueba de 6 min en 41,60 m (25,25-57,95) Los datos del entrenamiento de fuerza aislado son insuficientes

EA: estudio cruzado aleatorizado; ECA: estudio controlado y aleatorizado; EChoA: estudio controlado no aleatorizados; DSM: diferencia estandarizada de medias; ED: estudios descriptivos; EF: ejercicio físico; EFS: ejercicio físico supervisado; HTA: hipertensión arterial; ICC: insuficiencia cardiaca; NNT: número necesario para tratar; OR: *odds ratio*; RR: riesgo relativo; RS: revisión sistemática; TA: tensión arterial; TAS: tensión arterial sistólica; TAD: tensión arterial diastólica.

Ictus

La estrategia de búsqueda empleada produjo un total de 743 artículos potencialmente pertinentes. Se excluyeron los duplicados (127), las revisiones que se dirigían a otra pregunta (577) y aquellos artículos que no eran RS (33) (tabla 2). De los 4 artículos que inicialmente parecían pertinentes por mostrar suficiente calidad y ajustarse a nuestra pregunta²⁸⁻³¹, uno fue descartado por no estar actualizado y no ofrecer un metaanálisis²⁹; el estudio de MacKay-Lyons et al.²⁸ no fue incluido ya que el único ECA que identificaron se encontraba incluido en la RS de Saunders et al.³¹; del mismo modo el único ECA que da valores de calidad de vida en la revisión de Mehrholz et al.³⁰ está incluido en esa revisión. Por ello, definitivamente se incluyó en nuestro trabajo la RS de Saunders et al.³¹, por su calidad y porque incluye los ECA a los que hacen referencia otras RS de calidad suficiente (tablas 3 y 4).

Los 45 estudios de la revisión *Cochrane* de Saunders et al.³¹ incluyeron un total de 2188 pacientes supervivientes que habían sufrido un ictus independientemente del tiempo transcurrido desde el evento. El tamaño medio de los estudios fue de 50 pacientes, con rango entre 13-250. La edad media fue de 63 años, e incluían tanto pacientes agudos como crónicos, con un tiempo medio desde comienzo de los síntomas hasta la evaluación de 8.8 días en aquellos estudios que evaluaron a los pacientes antes del alta hospitalaria, o de 7.7 años en los que la evaluación se realizó después del alta.

Las intervenciones evaluadas incluían entrenamiento aeróbico, de fuerza y mixto. Veintidós ECA con un total de 995 pacientes emplearon entrenamiento de resistencia, 8 ECA (275 pacientes) evaluaron el efecto del entrenamiento de fuerza y en 15 ECA (918 pacientes) la intervención fue mixta. El entrenamiento de resistencia consistió en sesiones de entre 7-60 minutos, con una frecuencia de 2-5 sesiones semanales de ejercicio aeróbico utilizando diferentes medios, a una intensidad que iba desde una frecuencia cardíaca (FC) de reposo más 20 pulsaciones, hasta el 80% de la FCmax teórica. El entrenamiento de fuerza incluía sesiones de trabajo de pesas, ejercicios isocinéticos, con gomas o con máquinas, de una duración entre 30-90 minutos, con una frecuencia semanal de 2-6 sesiones y con una intensidad entre el 50 y el 80% de 1RM. El entrenamiento combinado empleó una mezcla de estas formas de ejercicio.

El grupo control recibió los cuidados médicos habituales, sin incluir ningún tipo de entrenamiento.

La calidad de los estudios se evaluó mediante la herramienta de sesgos de la Colaboración *Cochrane*³². Veinte de los 45 estudios (44%) describen un método correcto de aleatorización. Solamente 9 de los 45 ECA (20%) describen un método válido de ocultación de la secuencia de aleatorización y 21 (47%) realizan un análisis por intención de tratar.

Solo 5 ECA aportan datos de mortalidad y no hay aumento de la mortalidad en los grupos de ejercicio. La diversidad de escalas utilizadas para medir la discapacidad no permitió realizar una combinación de los resultados, aunque un índice de discapacidad global mostró una tendencia a la mejora con el entrenamiento de resistencia. El entrenamiento de resistencia mejora la velocidad máxima de marcha 7.37 m/min (IC 95% de 3.70-11.03), la velocidad de marcha preferida 4.63 m/min (IC 95% de 1.84-7.43), la distancia en la prueba de 6 min en 26.99 m (IC 95% de 9.13-44.84) y la escala de equilibrio de Berg 3.14 puntos (IC 95% de 0.56-5.73). Los datos del entrenamiento de fuerza aislado son insuficientes (tabla 4).

Discusión

Resumen de los hallazgos

Nuestros hallazgos son particularmente importantes porque se sustentan en una revisión exhaustiva de las mejores RS publicadas

hasta el momento. Este resumen pone de manifiesto una más que notable disminución de la mortalidad por cualquier causa y de la mortalidad cardiovascular producida por el EF en la EC. Así mismo, existen pruebas científicas suficientes de que el EF no aumenta la mortalidad en las personas con ICC, CI o que han sufrido un ictus. Aunque las RS seleccionadas en el presente trabajo no encontraron ECA de calidad suficiente que aportaran datos sobre EF y mortalidad en pacientes con HTA, existe una RS de estudios de cohorte³³ y, por tanto, con un nivel de evidencia menor, que informa de que los pacientes hipertensos que participan en cualquier tipo de actividad física, pueden reducir la mortalidad cardiovascular entre el 16-67%.

De la misma forma, este resumen demuestra que el EF disminuye las hospitalizaciones en la EC y en la ICC, mejora la calidad de vida en enfermos con EC, ICC o ictus^{10,21,30,31}, aumenta la capacidad funcional en pacientes con CI e ictus^{26,27}, y disminuye tanto la TAS como la TAD²⁰⁻²³. En cuanto a la recurrencia de infartos de miocardio las diferencias entre los grupos de ejercicio y control no fueron significativas^{10,11}.

En la CI, y aunque el número de estudios originales es pequeño³⁴⁻³⁶, se pone de manifiesto que los beneficios del EF supervisado a largo plazo son semejantes a los de la angioplastia, siendo los análisis coste-efectividad muy favorables al EF supervisado^{37,38}.

Posibles mecanismos

Cabe destacar que en la EC las reducciones de la mortalidad más significativas se produjeron en los grupos que hicieron solamente EF, y que en los grupos que además de ejercicio tuvieron otro tipo de intervenciones (rehabilitación cardíaca completa) esta diferencia rozó o no alcanzó el nivel de significación estadística^{9,10}. Esto induce a pensar que los mecanismos de acción del EF en esta patología sean, al menos en parte, independientes de su efecto en los factores de riesgo cardiovascular.

Aunque el grado de evidencia de los estudios es muy diferente, los mecanismos fisiopatológicos por los que el EF regular beneficia en las enfermedades cardiovasculares, podrían ser múltiples: 1) mejoras en la hemostasia y en la inflamación sistémica³⁹, 2) reducción del tabaquismo, del colesterol y de la TAS⁴⁰, 3) disminución de la demanda de oxígeno del miocardio⁴¹, 4) protección contra arritmias fatales⁴¹, 5) mejor perfusión miocárdica⁴², 6) mejora de la función endotelial⁴³, 7) regulación del sistema renina-angiotensina-aldosterona⁴⁴, 8) mejora de la contractilidad miocárdica⁴⁵, 9) disminución del tono simpático y de la depresión^{40,42,46}, 10) aumento de la fluidez de la sangre⁴⁷, 11) mejora del metabolismo muscular oxidativo⁴⁸, 12) disminución de la remodelación ventricular⁴¹ y 13) aumento en la células endoteliales progenitoras circulantes, lo cual podría mejorar la regeneración vascular y la angiogénesis⁴⁹. Hay que hacer notar que cualquiera de estos mecanismos sería beneficioso en cualquiera de las enfermedades que nos ocupa, independientemente de si sus efectos han sido demostrados en un tipo u otro de pacientes.

Fuerzas y debilidades de este resumen

Hay que reconocer que la baja calidad general de los ECA incluidos en la mayoría estudios originales, la elevada heterogeneidad entre algunos ellos, y la insuficiencia de los seguimientos en otros, limita, de algún modo, las conclusiones de este resumen. No ocurre lo mismo con las limitaciones de lenguaje, ya que resulta razonable pensar que no existe una RS que responda a nuestra pregunta y que no haya sido publicada en uno de los 4 idiomas utilizados en este resumen.

El hecho de que nuestra búsqueda haya sido realizada por una documentalista entrenada y de que hayamos buscado en las principales bases de datos, nos hace confiar en que hayamos encontrado

todas las RS relevantes sobre nuestra pregunta. Hemos activado alertas para evitar la limitación de la fecha de las búsquedas, lo que nos permite afirmar que hasta el momento del envío de este documento, no existen otras RS de calidad suficiente que respondan a esta pregunta.

Hemos buscado solo RS, por lo que es posible que exista algún ECA posterior a las RS incluidas en este resumen, que aporte alguna respuesta sobre las dudas y preguntas que permanecen sin respuesta y que se mencionan más adelante.

Las RS incluidas en este estudio son de calidad suficiente, pero no homogénea. Mientras algunas utilizan la escala de Jadad para evaluar la calidad, son menos las que emplean la herramienta para evaluar sesgos de la Colaboración *Cochrane*.

Otro tema evidente es la gran heterogeneidad de los diseños. Hay diferencias notables en el tipo de ejercicio, la intensidad, la duración o la frecuencia de las sesiones de entrenamiento. Hay muy pocos estudios que evalúen el efecto de la fuerza, y también son diferentes las variables empleadas para medir el efecto. Así mismo son pocos los ECA llevados a cabo con mujeres.

Comparación con otros estudios

Como no podía ser de otro modo, nuestros resultados confirman los de otros autores que en la pasada década intentaron buscar las mejores RS sobre el papel del EF en la prevención secundaria de diferentes patologías⁵⁰⁻⁵². Así, Kujala⁵³ informa de reducciones de la mortalidad total del 27% y de la mortalidad por causa cardíaca del 31% en la EC, de diferencias no significativas en la mortalidad de pacientes con ICC, de claros descensos de la TA en hipertensos, de aumentos en la distancia y el tiempo caminados en la CI, y de la distancia y de la velocidad caminando en enfermos con ictus. Pedersen y Saltin⁵⁴ citan a los mismos autores que Kujala⁵³ para la EC, a Piepoli et al.¹⁴ y la colaboración ExTraMATCH para la ICC, encuentran descensos de la TA semejantes a los nuestros, y mejoras en la distancia recorrida sin dolor sensiblemente superiores a las que hemos encontrado nosotros.

Cassar⁵⁵, cuando estudia los efectos del EF en la CI, selecciona las mismas RS que nosotros^{26,27} más la de Girolami et al.⁵⁶, que nosotros rechazamos por ser de peor calidad que las otras y por el elevado riesgo de sesgo de los estudios originales que incluyeron sobre el efecto del EF.

Otras revisiones realizadas en pacientes con la CI e ictus también obtienen resultados semejantes a los nuestros^{51,52,57}.

El cuerpo de la evidencia sobre los efectos del ejercicio y la actividad física en diversas patologías no es muy grande. Es mucho menor que el existente sobre los efectos de los fármacos en las mismas patologías. Además, muchos de los estudios que se han realizado para evaluar los efectos del ejercicio y la actividad física son de tipo observacional. Sería deseable que hubiera más investigación en esta área y con diseños con mayor poder probatorio.

Un reciente estudio meta-epidemiológico⁵⁸ empleando metaanálisis en red ha comparado la eficacia del ejercicio frente a los fármacos respecto a la mortalidad de la EC, insuficiencia cardíaca y diabetes. Los autores concluyen que el efecto del ejercicio es similar al efecto de los medicamentos.

Implicaciones prácticas

La forma óptima de entrenamiento para pacientes con enfermedades cardiovasculares es aquella que el paciente pueda mantener durante más años a lo largo de su vida. Como demuestra esta revisión, tanto el entrenamiento aeróbico como el de fuerza son seguros y eficaces en la disminución de la mortalidad y morbilidad, en la mejora de algunos signos y síntomas, y en el incremento de la capacidad física en enfermos cardiovasculares. Por tanto, la prescripción

de ejercicio debería ser rutinaria en la práctica clínica diaria, cosa que dista bastante de la realidad sanitaria de nuestro entorno.

El tipo, intensidad, volumen y frecuencia de entrenamiento se debería consensuar y adecuar a las características individuales del paciente y de sus comorbilidades, lo que mejoraría la adherencia al EF y por tanto sus beneficios a largo plazo. La dosis mínima de ejercicio necesaria para disminuir la mortalidad o la morbilidad no ha sido adecuadamente establecida, aunque se recomienda de forma general de 3-5 sesiones a la semana, de 20-60 minutos de ejercicio aeróbico a una intensidad entre el 40-80% de la capacidad máxima, y entre 2-3 sesiones de entrenamiento de la fuerza (que podrían sustituir a alguna sesión de entrenamiento aeróbico) con 1-3 series de 8-15 repeticiones de 8-10 ejercicios con un 50-80% de 1RM⁵⁹⁻⁶³.

Caminar es, con seguridad, el tipo de ejercicio más barato, accesible y sostenible para la mayoría de pacientes y ha demostrado su eficacia en el descenso de la TA²³, y podría ser mejor que el cicloergómetro en enfermos con CI (bajo nivel de evidencia)⁵⁵. Sin embargo, los estudios originales incluidos en las RS seleccionadas en el presente resumen, han utilizado también frecuentemente el ejercicio en cicloergómetro, en cinta rodante o en circuitos aeróbicos, como formas de entrenamiento de resistencia.

La pregunta de si el entrenamiento de fuerza solo, sin ejercicio aeróbico, produce los mismos beneficios que el entrenamiento aeróbico, sigue siendo motivo de controversia. Por ejemplo, Oliveira et al.⁶⁴ en una RS de buena calidad, no encuentran cambios significativos en el consumo de oxígeno pico entre los grupos de pacientes con EC que solamente hacen entrenamiento de fuerza y los que combinan ejercicios de fuerza y aeróbicos, sin producirse efectos hemodinámicos adversos en ninguno de los grupos. Los datos sobre entrenamiento de fuerza e ICC son muy confusos en gran parte debido a las diferencias en la calidad de las revisiones. Bartlo⁶⁵, en una revisión crítica de la bibliografía, encuentra mejoras de entre el 23-29% de la función ventricular izquierda de pacientes con ICC con el entrenamiento de fuerza, mientras que con el entrenamiento aeróbico la mejora fue del 16%. Haykowsky et al.⁴¹, en una RS de buena calidad, informan de mejoras con el ejercicio aeróbico, seleccionando un solo ECA de calidad suficiente sobre los efectos del entrenamiento de la fuerza en la fracción de eyección de pacientes con ICC. Sin embargo, Spruit et al.⁶⁶, en una RS de calidad mejorable, seleccionan hasta 10 estudios sobre el efecto del entrenamiento de fuerza en pacientes con ICC y concluyen que, aunque es seguro, no hay datos suficientes para recomendarlo de forma general. En cuanto a la HTA, la RS de Cornelissen et al.²⁰ pone de manifiesto los beneficios de muy diversos tipos de entrenamiento de fuerza en la reducción de la TA, la mejora del consumo de oxígeno pico, el descenso de la grasa corporal y de los triglicéridos en plasma. En 2004 Morris et al.⁶⁷ intentaron revisar sistemáticamente los beneficios del entrenamiento de la fuerza en pacientes con ictus, y encontraron solo 3 ECA de calidad suficiente y con tal variabilidad en el tipo de intervención, que no permitió sacar resultados concluyentes. Pero ya en 2006 el *Ottawa Panel*⁶⁸ incluyó el entrenamiento de la fuerza en máximo grado de recomendación para los pacientes con ictus, cerrando, junto con otros estudios⁶⁹ la polémica de si el entrenamiento de fuerza podía aumentar la espasticidad en pacientes con ictus.

En la ICC resulta difícil determinar si los programas ambulatorios son mejores que los que se llevan a cabo en centros especializados. Aunque los programas domiciliarios han demostrado ser eficaces en la mejora del consumo de oxígeno pico y de la distancia caminada en la prueba de 6 minutos en pacientes con ICC, cuando se comparan a los cuidados médicos habituales⁷⁰, por desgracia, ningún estudio de esta RS contempló la mortalidad o los ingresos hospitalarios, lo que nos hubiese permitido valorar mejor la eficacia de los diferentes tratamientos. El ejercicio supervisado parece especialmente beneficioso en los enfermos con CI^{26,71}.

En cuanto a la intensidad y el volumen de entrenamiento, la RS de Lee²³ pone de manifiesto que caminar a intensidades moderadas o altas tiene un mayor efecto en descenso de la TA. Del mismo modo, en el único ECA incluido en la RS de Saunders et al.³¹ que comparó en pacientes con ictus, un grupo que caminó a intensidades altas con otro grupo que lo hizo a intensidades bajas, encontraron mayores beneficios en el primero⁷². Kwakkel et al.⁷³, en una RS de buena calidad, en la que seleccionan 20 ECA que incluyen 2686 pacientes con ictus, concluyen que el aumento del tiempo empleado en realizar EF tiene un efecto pequeño (5%) pero significativo en la capacidad de realizar las tareas diarias de estos pacientes. Halbert et al.⁷⁴, en una RS que incluye estudios originales hasta 1995 con elevado riesgo de sesgo y con heterogeneidad, concluyen que en pacientes normo o hipertensos ni el aumento de la intensidad por encima del 70% del VO₂max, ni el aumento del volumen a más de 3 sesiones semanales tienen un impacto adicional en la bajada de la TA que produce el EF.

Existe cierto consenso sobre el hecho de que las sesiones de entrenamiento aeróbico pueden ser fraccionadas en series de 3-5 minutos, dependiendo de la tolerancia del paciente⁵⁹. Sin embargo, como se dice más arriba, en la prescripción de ejercicio las dosis mayores parecen ser más efectivas que las mínimas, por lo que los pacientes deberían saber que en cuestión de EF y salud «más es mejor».

El informe de la *Oficina Coordinadora Canadiense para la Evaluación de la Tecnología Sanitaria* pone de manifiesto que los programas de EF en la EC son coste-efectivos y pueden reducir los costes sanitarios, especialmente si los pacientes mantienen el nivel de EF necesario durante mucho tiempo⁹. Esto debería animar a las autoridades sanitarias a implementar la prescripción de EF por parte de los profesionales de la salud, y a promover programas que incentiven la práctica de EF por parte de los enfermos cardiovasculares, de forma que se mejore la adherencia de estos al EF.

Preguntas que permanecen sin respuesta, futuras investigaciones

Sobre la falta de calidad de los estudios originales, cabría decir que no son complicados de lograr los criterios que debe reunir un ECA para que su riesgo de sesgo sea bajo; a saber que: 1) la aleatorización sea adecuadamente generada y su secuencia ocultada, 2) al menos los evaluadores estén enmascarados, 3) se describan las pérdidas de pacientes, 4) los grupos sean semejantes al comienzo del estudio y que sean tratados de igual forma⁷.

Teniendo en cuenta la alta prevalencia de las enfermedades cardiovasculares, la pertinencia de nuestra pregunta y lo aparentemente sencillo que es diseñar un ECA adecuadamente, podemos concluir que hay una clara necesidad de ECA bien diseñados, correctamente conducidos, y con un seguimiento prolongado, que intenten responder a las preguntas de: 1) si los beneficios del EF en la EC y en la ICC son reproducibles en mujeres y en personas mayores (en la práctica la edad media de los pacientes con ICC suele ser superior a los 60 años, que es la edad media de los pacientes de la mejores RS); 2) si los beneficios del entrenamiento de la fuerza, combinada o no, en enfermos con EC, ICC o ictus, son semejantes a los del ejercicio aeróbico; 3) y cuál es el tipo, intensidad, duración y frecuencia de EF más adecuado para cada patología y tipo de paciente.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Cooper KW. *Aerobics*. 1ª Edición ed Mexico: Editorial Diana; 1968.
- OCEBM Levels of Evidence Working Group*. The Oxford 2011 Levels of Evidence. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine [consultado 14 Nov 2014]. Disponible en: <http://www.cebm.net/ocebml-levels-of-evidence/>
- Organización Mundial de la Salud. Estadísticas Sanitarias Mundiales. WHO Document Production Services; 2014.
- Antman EM, Anbe DT, Armstrong PW, Bates ER, Green LA, Hand M, et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction—executive summary: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of Patients With Acute Myocardial Infarction). *Circulation*. 2004;110:588–636.
- American College of Sports Medicine position stand. Exercise for patients with coronary artery disease. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26, i-v.
- Working Group on Cardiac Rehabilitation & Exercise Physiology and Working Group on Heart Failure of the European Society of Cardiology. Recommendations for exercise training in chronic heart failure patients. *Eur Heart J*. 2001;22:125–35.
- Emparanza JI. *Manual de supervivencia CASPe*. Alicante: CASPe (Critical Appraisal Skills Programme Español); 2005.
- Laupacis A, Sackett DL, Roberts RS. An assessment of clinically useful measures of the consequences of treatment. *N Engl J Med*. 1988;318:1728–33.
- Brown A, Taylor R, Noorani H, Stone J, Skidmore B. Exercise-based cardiac rehabilitation programs for coronary artery disease: A systematic clinical and economic review. Ottawa: Canadian Coordinating Office for Health Technology Assessment; 2003. Technology report no 34.
- Clark AM, Haykowsky M, Kryworuchko J, MacClure T, Scott J, DesMeules M, et al. A meta-analysis of randomized control trials of home-based secondary prevention programs for coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2010;17:261–70.
- Heran BS, Chen JM, Ebrahim S, Moxham T, Oldridge N, Rees K, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011.
- Lawler PR, Filion KB, Eisenberg MJ. Efficacy of exercise-based cardiac rehabilitation post-myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am Heart J*. 2011;162:571–84.
- Muller-Riemenschneider F, Meinhard C, Damm K, Vauth C, Bockelbrink A, Greiner W, et al. Effectiveness of nonpharmacological secondary prevention of coronary heart disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2010;17:688–700.
- Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJ. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ*. 2004;328:189.
- Davies EJ, Moxham T, Rees K, Singh S, Coats AJ, Ebrahim S, et al. Exercise based rehabilitation for heart failure. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010.
- Lloyd-Williams F, Mair FS, Leitner M. Exercise training and heart failure: A systematic review of current evidence. *Br J Gen Pract*. 2002;52:47–55.
- Smart N, Marwick TH. Exercise training for patients with heart failure: A systematic review of factors that improve mortality and morbidity. *Am J Med*. 2004;116:693–706.
- Chen YM, Li Y. Safety and efficacy of exercise training in elderly heart failure patients: A systematic review and meta-analysis. *Int J Clin Pract*. 2013;67:1192–8.
- Flynn KE, Pina IL, Whellan DJ, Lin L, Blumenthal JA, Ellis SJ, et al. Effects of exercise training on health status in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA*. 2009;301:1451–9.
- Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*. 2011;58:950–8.
- Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 2013;2:e004473.
- Dickinson HO, Mason JM, Nicolson DJ, Campbell F, Beyer FR, Cook JV, et al. Lifestyle interventions to reduce raised blood pressure: A systematic review of randomized controlled trials. *J Hypertens*. 2006;24:215–33.
- Lee LL, Watson MC, Mulvaney CA, Tsai CC, Lo SF. The effect of walking intervention on blood pressure control: A systematic review. *Int J Nurs Stud*. 2010;47:1545–61.
- Lee MS, Pittler MH, Guo R, Ernst E. Qigong for hypertension: A systematic review of randomized clinical trials. *J Hypertens*. 2007;25:1525–32.
- Frans FA, Bipat S, Reekers JA, Legemate DA, Koelemay MJ. Systematic review of exercise training or percutaneous transluminal angioplasty for intermittent claudication. *Br J Surg*. 2012;99:16–28.
- Watson L, Ellis B, Leng GC. Exercise for intermittent claudication. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008.
- Wind J, Koelemay MJ. Exercise therapy and the additional effect of supervision on exercise therapy in patients with intermittent claudication. Systematic review of randomised controlled trials. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007;34:1–9.
- Mackay-Lyons M, Thornton M, Ruggles T, Che M. Non-pharmacological interventions for preventing secondary vascular events after stroke or transient ischemic attack. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013:2013.
- Meek C, Pollock A, Potter J, Langhorne P. A systematic review of exercise trials post stroke. *Clin Rehabil*. 2003;17:6–13.
- Mehrholtz J, Kugler J, Pohl M. Water-based exercises for improving activities of daily living after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011.
- Saunders DH, Sanderson M, Brazzelli M, Greig CA, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013:2013.
- Higgins JP, Altman DG. Assessing risk of bias in included studies. En: Higgins JP, Green S, editores. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2008.

33. Rossi A, Dikareva A, Bacon SL, Daskalopoulou SS. The impact of physical activity on mortality in patients with high blood pressure: A systematic review. *J Hypertens*. 2012;30:1277–88.
34. Creasy TS, McMillan PJ, Fletcher EW, Collin J, Morris PJ. Is percutaneous transluminal angioplasty better than exercise for claudication. Preliminary results from a prospective randomised trial. *Eur J Vasc Surg*. 1990;4:135–40.
35. Hobbs SD, Marshall T, Fegan C, Adam DJ, Bradbury AW. The constitutive procoagulant and hypofibrinolytic state in patients with intermittent claudication due to infrainguinal disease significantly improves with percutaneous transluminal balloon angioplasty. *J Vasc Surg*. 2006;43:40–6.
36. Mazari FA, Khan JA, Carradice D, Samuel N, Abdul Rahman MN, Gulati S, et al. Randomized clinical trial of percutaneous transluminal angioplasty, supervised exercise and combined treatment for intermittent claudication due to femoropopliteal arterial disease. *Br J Surg*. 2012;99:39–48.
37. Mazari FA, Khan JA, Carradice D, Samuel N, Gohil R, McCollum PT, et al. Economic analysis of a randomized trial of percutaneous angioplasty, supervised exercise or combined treatment for intermittent claudication due to femoropopliteal arterial disease. *Br J Surg*. 2013;100:1172–9.
38. Spronk S, Bosch JL, den Hoed PT, Veen HF, Pattinama PM, Hunink MG. Cost-effectiveness of endovascular revascularization compared to supervised hospital-based exercise training in patients with intermittent claudication: A randomized controlled trial. *J Vasc Surg*. 2008;48:1472–80.
39. Wannamethee SG, Lowe GD, Whincup PH, Rumley A, Walker M, Lennon L. Physical activity and hemostatic and inflammatory variables in elderly men. *Circulation*. 2002;105:1785–90.
40. Taylor RS, Unal B, Critchley JA, Capewell S. Mortality reductions in patients receiving exercise-based cardiac rehabilitation: How much can be attributed to cardiovascular risk factor improvements. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2006;13:369–74.
41. Haykowsky MJ, Liang Y, Pechter D, Jones LW, McAlister FA, Clark AM. A meta-analysis of the effect of exercise training on left ventricular remodeling in heart failure patients: The benefit depends on the type of training performed. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49:2329–36.
42. Laughlin MH, McAllister RM. Exercise training-induced coronary vascular adaptation. *J Appl Physiol*. 1992;73:2209–25.
43. Hornig B, Maier V, Drexler H. Physical training improves endothelial function in patients with chronic heart failure. *Circulation*. 1996;93:210–4.
44. Wan W, Powers AS, Li J, Ji L, Erikson JM, Zhang JQ. Effect of post-myocardial infarction exercise training on the renin-angiotensin-aldosterone system and cardiac function. *Am J Med Sci*. 2007;334:265–73.
45. Belardinelli R, Georgiou D, Ginzton L, Cianci G, Purcaro A. Effects of moderate exercise training on thallium uptake and contractile response to low-dose dobutamine of dysfunctional myocardium in patients with ischemic cardiomyopathy. *Circulation*. 1998;97:553–61.
46. European Heart Failure Training Group. Experience from controlled trials of physical training in chronic heart failure. Protocol and patient factors in effectiveness in the improvement in exercise tolerance. *Eur Heart J*. 1998;19:466–75.
47. Ernst EE, Matrai A. Intermittent claudication, exercise, and blood rheology. *Circulation*. 1987;76:1110–4.
48. Ruell PA, Imperial ES, Bonar FJ, Thursby PF, Gass GC. Intermittent claudication. The effect of physical training on walking tolerance and venous lactate concentration. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1984;52:420–5.
49. Ribeiro F, Ribeiro IP, Alves AJ, do Ceu MM, Oliveira NL, Oliveira J, et al. Effects of exercise training on endothelial progenitor cells in cardiovascular disease: A systematic review. *Am J Phys Med Rehabil*. 2013;92:1020–30.
50. Karmisholt K, Gotzsche PC. Physical activity for secondary prevention of disease. Systematic reviews of randomised clinical trials. *Dan Med Bull*. 2005;52:90–4.
51. Smidt N, de Vet HC, Bouter LM, Dekker J, Arendzen JH, de Bie RA, et al. Effectiveness of exercise therapy: A best-evidence summary of systematic reviews. *Aust J Physiother*. 2005;51:71–85.
52. Hankey GJ, Norman PE, Eikelboom JW. Medical treatment of peripheral arterial disease. *JAMA*. 2006;295:547–53.
53. Kujala UM. Evidence on the effects of exercise therapy in the treatment of chronic disease. *Br J Sports Med*. 2009;43:550–5.
54. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*. 2006;16 Suppl 1:3–63.
55. Cassar K. Peripheral arterial disease. *Clin Evid (Online)*. 2010;2010.
56. Girolami B, Bernardi E, Prins MH, Ten Cate JW, Hettiarachchi R, Prandoni P, et al. Treatment of intermittent claudication with physical training, smoking cessation, pentoxifylline, or nafronyl: A meta-analysis. *Arch Intern Med*. 1999;159:337–45.
57. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, Van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2014;9:e87987.
58. Naci H, Ioannidis JP. Comparative effectiveness of exercise and drug interventions on mortality outcomes: Metaepidemiological study. *BMJ*. 2013;347:f5577.
59. Gordon NF, Pescatello LS. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8th ed. Baltimore: Wolters Kluwer; Lippincott Williams&Wilkins; 2010.
60. Arnold JM, Liu P, Demers C, Dorian P, Giannetti N, Haddad H, et al. Canadian Cardiovascular Society consensus conference recommendations on heart failure 2006: Diagnosis and management. *Can J Cardiol*. 2006;22:23–45.
61. Pina IL, Apstein CS, Balady GJ, Belardinelli R, Chaitman BR, Duscha BD, et al. Exercise and heart failure: A statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation*. 2003;107:1210–25.
62. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*. 2000;101:828–33.
63. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al. Exercise standards for testing and training: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013;128:873–934.
64. Oliveira JL, Galvao CM, Rocha SM. Resistance exercises for health promotion in coronary patients: Evidence of benefits and risks. *Int J Evid Based Healthc*. 2008;6:431–9.
65. Bartlo P. Evidence-based application of aerobic and resistance training in patients with congestive heart failure. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2007;27:368–75.
66. Spruit MA, Eterman RM, Hellwig VA, Janssen PP, Wouters EF, Uszko-Lencer NH. Effects of moderate-to-high intensity resistance training in patients with chronic heart failure. *Heart*. 2009;95:1399–408.
67. Morris SL, Dodd KJ, Morris ME. Outcomes of progressive resistance strength training following stroke: A systematic review. *Clin Rehabil*. 2004;18:27–39.
68. Khadilkar A, Phillips K, Jean N, Lamothe C, Milne S, Sarnecka J. Ottawa panel evidence-based clinical practice guidelines for post-stroke rehabilitation. *Top Stroke Rehabil*. 2006;13:1–269.
69. Ada L, Dorsch S, Canning CG. Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: A systematic review. *Aust J Physiother*. 2006;52:241–8.
70. Hwang R, Marwick T. Efficacy of home-based exercise programmes for people with chronic heart failure: A meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2009;16:527–35.
71. Fokkenrood HJ, Bendermacher BL, Lauret GJ, Willigendael EM, Prins MH, Teijink JA. Supervised exercise therapy versus non-supervised exercise therapy for intermittent claudication. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013:2013.
72. Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, Ruckriem S. Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients: A randomized controlled trial. *Stroke*. 2002;33:553–8.
73. Kwakkel G, van Peppen R, Wagenaar RC, Wood DS, Richards C, Ashburn A, et al. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: A meta-analysis. *Stroke*. 2004;35:2529–39.
74. Halbert JA, Silagy CA, Finucane P, Withers RT, Hamdorf PA, Andrews GR. The effectiveness of exercise training in lowering blood pressure: A meta-analysis of randomised controlled trials of 4 weeks or longer. *J Hum Hypertens*. 1997;11:641–9.



Revisión

Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento



F.J. Vera-García*, D. Barbado, V. Moreno-Pérez, S. Hernández-Sánchez, C. Juan-Recio y J.L.L. Elvira

Centro de Investigación del Deporte, Universidad Miguel Hernández de Elche, Alicante, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 30 de enero de 2014
Aceptado el 20 de febrero de 2014

Palabras clave:

Tronco
Estabilidad articular
Test
Ejercicios

Keywords:

Trunk
Joint stability
Test
Exercises

Palavras-chave:

Tronco
Estabilidade articular
Teste
Exercícios

R E S U M E N

El objetivo de este trabajo fue revisar las características de los métodos utilizados para valorar la estabilidad de la zona central del cuerpo (*core stability*), así como las características más importantes de los programas de ejercicios de estabilización del tronco. Los resultados de la revisión indican que métodos biomecánicos, como la aplicación controlada de cargas o descargas súbitas, el paradigma del asiento inestable y la modelación matemática, han permitido analizar el efecto de numerosos factores sobre la estabilidad del raquis. Por otro lado, los test de campo utilizados habitualmente para valorar la *core stability* (test de condición muscular, test de equilibrio corporal en apoyo monopodal, test de control postural del raquis lumbar y la pelvis, etc.) presentan limitaciones importantes, principalmente debido a la falta de estudios sobre la validez de estas medidas. Finalmente, existe una gran cantidad de información en relación con la eficacia y la seguridad de los ejercicios de estabilización, pero carecemos de información suficiente sobre otras características de la carga de entrenamiento.

© 2014 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Core stability: Evaluation and training criteria

A B S T R A C T

The aim of this study was to review both the characteristics of the tests used to assess *core stability* and the most important features of trunk stabilization exercise programs. The results of this review suggest that biomechanical methods such as sudden and controlled trunk loading and unloading, unstable sitting paradigm and mathematical modeling, have allowed us to analyze the effect of several factors on spine stability. In addition, field tests commonly used to assess *core stability* (muscle condition tests, single leg stance balance tests, postural control of lumbar spine and pelvis tests, etc.) have important limitations, mainly due to the absence of studies on the validity of these measurements. Finally, there is a lot of information regarding the effectiveness and safety of the stabilization exercises, but we lack enough information on other training load characteristics.

© 2014 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Core stability: avaliação e critérios para treinamento

R E S U M O

O objetivo desse trabalho foi revisar as características dos métodos utilizados para avaliar a estabilidade da zona central do corpo («core stability»), assim como as características mais importantes dos programas de exercícios de estabilização do tronco. Os resultados da revisão indicam que métodos biomecânicos como a aplicação controlada de cargas ou descargas súbitas, o paradigma do assento estável e a modelação matemática, tem permitido analisar o efeito de numerosos fatores sobre a estabilidade da coluna. Por

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: fvera@umh.es (F.J. Vera-García).

outro lado, os testes de campo utilizados habitualmente para avaliar a estabilidade do core (teste de condição muscular, teste de equilíbrio corporal em apoio monopodal, teste de controle postural da coluna lombar e da pelve, etc.) apresentam limitações importantes, principalmente devido a falta de estudos sobre a validade dessas medidas. Finalmente, existe uma grande quantidade de informação em relação à eficácia e à segurança dos exercícios de estabilização, mas carecemos de informação suficiente sobre outras características da carga de treinamento.

© 2014 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

En un trabajo previo de revisión sobre *core stability*¹ se realizó un análisis de las definiciones de este concepto existentes en diferentes ámbitos científicos y profesionales, así como de su relación con el rendimiento y las lesiones en el deporte, intentando dar respuesta a 2 preguntas principales: ¿qué es *core stability*? y ¿qué aporta la *core stability* al entrenamiento y la prevención de lesiones? A continuación se presentan las conclusiones principales de este trabajo de revisión:

- Existe una gran confusión terminológica sobre el concepto de *core stability*.
- Se propuso la siguiente definición de *core stability*: «capacidad de las estructuras osteoarticulares y musculares, coordinadas por el sistema de control motor, para mantener o retomar una posición o trayectoria del tronco, cuando este es sometido a fuerzas internas o externas».
- Estudios biomecánicos y epidemiológicos han relacionado alteraciones en el control neuromuscular de la *core stability* con la aparición de lesiones en la columna lumbar y en los miembros inferiores.
- A pesar de que diferentes autores sugieren que es posible mejorar el rendimiento deportivo, a través del desarrollo de la *core stability*, carecemos de evidencias científicas suficientes que avalen esta hipótesis.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- i) Analizar las características más importantes de las técnicas y metodologías utilizadas para la valoración de la *core stability* en diferentes ámbitos (laboratorios, clínicas de rehabilitación e instalaciones deportivas).
- ii) Examinar las características más importantes de los programas de ejercicios para el desarrollo de la *core stability*.

Esta información permitirá que los profesionales del entrenamiento y la rehabilitación deportiva, conozcan tanto las limitaciones de los test de campo utilizados para su valoración, como la eficacia y seguridad del uso de diferentes ejercicios de *core stability*.

Método

La búsqueda de artículos para esta revisión se realizó en las bases de datos PubMed, Scopus y Sport Discus, utilizando los términos *core stability*, *trunk stability*, *spine stability* y *neuromuscular control*, así como su combinación con los términos *measurement*, *test*, *exercise* y/o *training*. Se revisaron fundamentalmente trabajos publicados desde enero de 2000 hasta octubre de 2013, en revistas indexadas en el Journal Citation Reports del ISI Web of Knowledge (Thomson Reuters Corporation®).

Valoración biomecánica de la core stability

Para evaluar la estabilidad mecánica de un cuerpo, estructura o sistema debemos aplicarle cargas o perturbaciones y observar su respuesta². De este modo, muchos de los métodos biomecánicos utilizados para valorar la *core stability*, se basan en aplicar de forma controlada fuerzas de diferentes características (dirección, magnitud, duración, etc.) y analizar las respuestas de sus estructuras mediante técnicas cinemáticas y dinamométricas. Partiendo de la definición de estabilidad presentada anteriormente, cuanto menos se desplace el tronco de su posición o trayectoria y/o más rápidamente retome su posición o trayectoria ante las fuerzas aplicadas, mayor será la capacidad de estabilización.

La mayoría de estudios biomecánicos que valoran la estabilidad del core aplican fuerzas al tronco utilizando 2 paradigmas principales:

1) Perturbaciones unidireccionales aplicadas de forma súbita mediante mecanismos mecánicos, electrónicos y/o neumáticos. Las perturbaciones se aplican en diferentes direcciones y sentidos, mediante cargas súbitas (*sudden loading*) o descargas súbitas o rápidas (*sudden unloading* o *quick release*) y con los participantes en sedestación o bipedestación. Las cargas rápidas son fuerzas de magnitud, punto de aplicación, duración, dirección y sentido conocidos y se aplican sobre el participante de forma súbita y controlada (fig. 1)³⁻⁵. Por otro lado, en las descargas rápidas se pide al participante que ejerza un nivel de fuerza determinado contra un cable de acero anclado a un electroimán, liberando el cable súbitamente para provocar el desequilibrio⁶⁻⁹. Otra forma de aplicar las descargas es, primero, someter al participante durante un tiempo determinado a una fuerza o carga horizontal mientras este mantiene el tronco en posición vertical, y posteriormente, quitar de forma súbita la carga para provocar el desequilibrio¹⁰.

Las variables más utilizadas de esta metodología para cuantificar la estabilidad del tronco ante las perturbaciones son el desplazamiento angular del tronco respecto a L4-L5 y la rigidez del tronco^{3,4,11}, es decir, la relación entre el momento de fuerza aplicado y el desplazamiento observado tras la perturbación³. Generalmente, a menor desplazamiento o mayor rigidez ante las fuerzas aplicadas, mayor es la capacidad de estabilización^{4,5,10}. Registros electromiográficos han permitido también analizar la respuesta muscular ante las perturbaciones, especialmente la intensidad y la latencia de la respuesta de los músculos del tronco^{4,5,8,9}.

Son muchos los estudios biomecánicos que han analizado la estabilidad del raquis mediante la utilización de cargas y/o descargas rápidas. Los datos obtenidos han permitido conocer los efectos de diversos factores sobre la respuesta del tronco, como por ejemplo, la intensidad de la activación y la coordinación muscular^{4,5,10}, la dirección e intensidad de las fuerzas aplicadas^{3,4}, la incertidumbre sobre el momento de aplicación de la perturbación^{11,12}, la deformación plástica (*creep*) de los tejidos¹³, la fatiga¹¹⁻¹³, la vibración¹² y la patología o el dolor lumbar⁷⁻⁹.

2) Perturbaciones constantes aplicadas mediante el paradigma del asiento inestable. En los estudios que utilizan esta

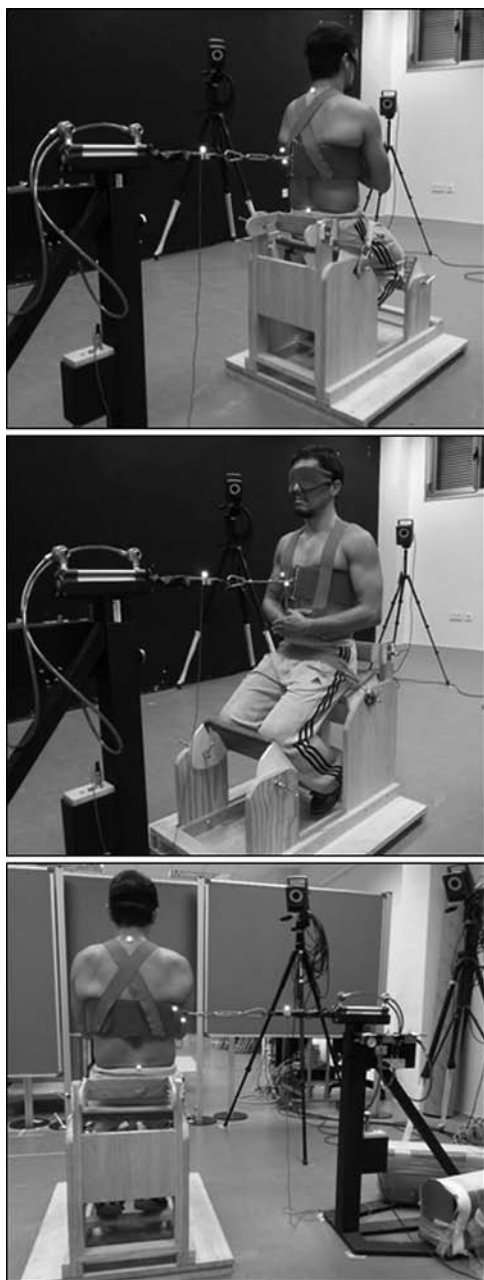


Figura 1. En estas imágenes se presenta un mecanismo de tracción neumática para la aplicación de fuerzas súbitas en diferentes direcciones y sentidos. Para ello, el participante se sitúa en posición semisentada en una silla de madera que permite la colocación del raquis en posición neutra. Una célula de carga colocada entre el pistón neumático y el arnés permite conocer el momento del inicio y la magnitud de la alteración. La respuesta cinemática del tronco ante las fuerzas súbitas se mide gracias a un sistema de análisis de movimiento en 3 D.

metodología^{6,14-17}, los investigadores colocan al participante sobre un asiento inestable, apoyado sobre una plataforma de fuerzas y le solicitan realizar tareas de diversa dificultad (fig. 2). Posteriormente, con el objeto de evaluar el control postural del tronco en sedestación, se analiza el desplazamiento del centro de presiones (calculado a partir de los datos obtenidos en la plataforma). La inestabilidad la confiere la base de la silla, la cual es una hemiesfera o casquete esférico de radio y altura conocida (fig. 2). A menor radio, la silla es más inestable, y por tanto, las tareas a realizar son más complejas^{6,8}. Con el objeto de evitar la participación de los miembros inferiores en la tarea, las piernas del participante se fijan a un reposapiés (solidario con la silla) mediante una serie de cinchas



Figura 2. Vista lateral de un participante durante la ejecución de una prueba sobre asiento inestable. El asiento está apoyado sobre una plataforma de fuerzas que permite el análisis del desplazamiento del centro de presiones y de esta forma, la valoración del control postural del tronco en sedestación. Una barandilla de seguridad rodea al participante para evitar caídas y hacer que este se sienta seguro durante la prueba.

(fig. 2). En algunos protocolos se ha utilizado feedback visual para establecer diferentes condicionantes en la tarea. Así, en el estudio de Elvira et al.¹⁴ se proyectó frente al participante un software donde se mostraba la posición del centro de presiones, así como la de un punto de referencia que permitía plantear tareas de diversa dificultad. En general, el grado de control del participante era valorado mediante su capacidad para colocar su centro de presiones sobre el punto criterio durante el mantenimiento de una postura o durante la realización de movimientos en diferentes planos (con el menor error posible).

Las variables más utilizadas para evaluar la estabilidad del tronco mediante esta metodología se han obtenido generalmente a través del análisis de las fluctuaciones del centro de presiones del participante respecto a la posición o trayectoria deseada. Así, el rango, la desviación típica, el área barrida y la distancia recorrida han sido utilizadas para cuantificar el grado de dispersión y velocidad del desplazamiento del centro de presiones^{6,15,17}. Adicionalmente, se ha utilizado el exponente de Lyapunov^{15,17}, el análisis de fluctuaciones sin tendencia^{15,17} y/o la entropía aproximada y muestral¹⁷, para evaluar la estructura y complejidad de las fluctuaciones del centro de presiones (autocorrelación, predictibilidad, etc.).

La utilización del paradigma del asiento inestable ha permitido establecer relaciones entre déficits en la estabilidad del tronco en sedestación y enfermedades como el Parkinson¹⁸, el síndrome del dolor lumbar^{8,16,19}, la escoliosis idiopática²⁰ y los accidentes cerebrovasculares²¹. Asimismo, esta metodología ha sido capaz de discriminar, entre deportistas de varias disciplinas deportivas, en

función de su capacidad para controlar la estabilidad del tronco en sedestación¹⁴ y ha permitido analizar el efecto negativo de la fatiga sobre el control de la estabilidad del tronco en gimnastas de élite²².

Estas metodologías se basan en la medición y análisis de datos empíricos. Otro de los métodos utilizados en biomecánica para la valoración de la *core stability* es la modelación matemática. Así, partiendo de las teorías y formulaciones realizadas por Bergmark²³, el *Spine Biomechanics Laboratory* (Universidad de Waterloo, Canadá), del profesor Stuart M. McGill desarrolló un método complejo, basado en la utilización de 3 modelos matemáticos interdependientes (*Link-Segment Model*, *Lumbar Spinal Model* y *Distribution-Moment Model*)^{24,25}. A partir de los resultados obtenidos en los 3 modelos se establecen 2 medidas de estabilidad basadas en las variaciones de la energía potencial y la rigidez del sistema²⁶; es decir, un índice de estabilidad general, que proporciona una visión global de la estabilidad de todas las articulaciones lumbares, y un valor de estabilidad mínimo (valor más bajo obtenido en cualquiera de las articulaciones del raquis lumbar), que indica el punto más débil o inestable del sistema. Según esta metodología, para que el raquis se encuentre estable, las 2 medidas de estabilidad deben ser positivas. El uso de estos modelos biomecánicos, que cuantifican la *core stability* en términos de rigidez, ha mejorado el conocimiento sobre los factores que modulan la capacidad de estabilizar el raquis en condiciones estáticas o cuasi-estáticas, sin embargo, no permite una valoración adecuada de la estabilidad en condiciones dinámicas.

Test de campo para la valoración de la *core stability*

Los métodos utilizados en biomecánica para la valoración de la *core stability* requieren de materiales costosos, son complejos de llevar a cabo y precisan de un entorno controlado (el laboratorio). Por estas razones no son los más ideales para su utilización en centros deportivos, clases de educación física o clínicas de rehabilitación. En estos entornos se utilizan test de campo, de fácil aplicación y que no precisan ni de materiales costosos, ni de tratamientos de datos sofisticados. Sin embargo, muchas de estas pruebas presentan limitaciones importantes, relacionadas principalmente con la validez de la medida. Los test se pueden agrupar principalmente en 3 tipos de pruebas diferentes:

1) Test de condición muscular. Partiendo del concepto de *core strength*, utilizado por algunos autores como sinónimo de *core stability*²⁷⁻²⁹, se ha propuesto la utilización de test de resistencia muscular (*Biering-Sorensen test*, *side bridge test*, *plank to fatigue test*, etc.) o test de fuerza-potencia muscular (*front abdominal power test*, *side abdominal power test*, etc.) como medidas de *core stability*²⁸⁻³⁰. En la figura 3A se muestra el *Biering-Sorensen test*, una de las pruebas de campo más utilizadas en el entrenamiento y la medicina del deporte^{28,29}. Aunque los test de condición muscular miden variables relacionadas con la función de los músculos del tronco, mediante protocolos sencillos y económicos, no existen datos en la literatura que demuestren su validez como medidas de estabilidad. En este sentido, si bien la resistencia y la fuerza muscular, al igual que otras variables como la edad o la patología lumbar, son variables que pueden influir en la capacidad de estabilización de las estructuras de la zona central del cuerpo, los resultados de los test de resistencia o fuerza muscular no son medidas de estabilidad en sí mismas, por lo que es necesario realizar estudios que evalúen la validez de estas pruebas como test indirectos de estabilidad.

2) Test de equilibrio corporal. Algunos de los test que han sido utilizados para medir la *core stability* son test de equilibrio corporal en apoyo monopodal, como por ejemplo, el *three plane core strength test* (fig. 3B), el *one-leg standing balance test* y el *one leg squat test*^{31,32}. Al igual que en el caso de los test de condición muscular, no existen datos publicados que demuestren la validez de estas pruebas para medir la *core stability*. En nuestra opinión,

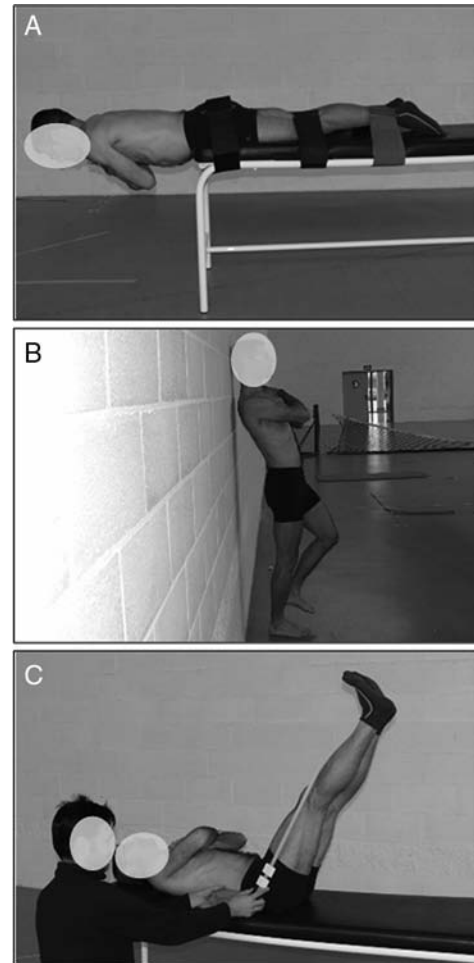


Figura 3. Diferentes test de campo utilizados para la valoración de la *core stability*. A) *Biering-Sorensen test*: consiste en mantener el tronco en posición horizontal, contra gravedad, el mayor tiempo posible. B) *Three-plane core strength test*: consiste en realizar movimientos del tronco en diferentes planos (la imagen de la figura corresponde a la valoración realizada en el plano sagital), desplazando el tronco desde la vertical hasta tocar la pared, mientras se mantiene el equilibrio corporal en apoyo monopodal; el participante debe mantener la pelvis, la columna y la cabeza lo más alineadas posible y evitar oscilaciones del miembro inferior durante el test (un evaluador valora visualmente la ejecución en una escala de 1-4). C) *Double-leg lowering test*: consiste en mantener la región lumbar apoyada sobre la camilla, con la pelvis en retroversión y la lordosis lumbar aplanada, mientras descienden las piernas con las rodillas extendidas; un evaluador coloca una mano bajo la región lumbar del participante y utiliza un goniómetro para medir el ángulo (entre el muslo y la horizontal) alcanzado por este mientras todavía es capaz de mantener la columna y la pelvis en la posición referida.

estas pruebas no miden de forma aislada la *core stability*, sino más bien el control postural y la estabilidad de todo el cuerpo. Además, el *three-plane core strength test*, utilizado habitualmente en el ámbito clínico, presenta valores bajos de fiabilidad intra- e interobservador³².

En la literatura existen también otras pruebas de equilibrio que se realizan sobre plataformas de estabilidad, como por ejemplo el *quadruped arm raise test* ejecutado sobre la plataforma de *Lafayette Instrument Co.*³³. A pesar de que el control del equilibrio corporal en cuadrupedia puede tener una buena relación con el control de la estabilidad de las estructuras del *core*, el coste de la plataforma y la necesidad de realizar varias medidas de familiarización para controlar el efecto de aprendizaje³³, limita las posibilidades de utilización del *quadruped arm raise test* como prueba de campo.

3) Test de control de la postura del raquis lumbar y la pelvis, como por ejemplo, el *double-leg lowering test* (fig. 3C)^{28,34,35}, el *bent knee lowering test*³⁶ y el *Sahrmann core stability test*³⁷. Estas

pruebas se realizan en decúbito supino y consisten, básicamente, en controlar la postura del raquis lumbar y la pelvis ante las fuerzas aplicadas por el movimiento de los miembros inferiores o por su colocación en posiciones elevadas respecto al suelo. Desde un punto de vista teórico y, teniendo en cuenta la definición de estabilidad presentada en la introducción de este trabajo, los test referidos pueden ser medidas válidas de *core stability*. No obstante, es necesario realizar estudios que analicen la relación entre los resultados obtenidos en estos test y gold standards establecidos mediante test de laboratorio. Además, estudios sobre la validez de las medidas podrían aclarar la controversia existente sobre si el *double-leg lowering test* es válido para medir la estabilidad lumbo-pélvica o la fuerza de la musculatura abdominal^{34,38}.

El *double-leg lowering test*, el *bent knee lowering test* y el *Sahrmann core stability test* se han utilizado principalmente en el ámbito clínico, donde por lo general se realizan con la ayuda de un *biofeedback* de presión que permite controlar la posición de la región lumbo-pélvica^{36,39}. Este sistema de *biofeedback* fue diseñado originalmente para educar o reeducar la función del músculo transverso del abdomen en pacientes con dolor lumbar⁴⁰. Sin embargo, existen dudas sobre su reproducibilidad y validez para evaluar la actividad del transverso del abdomen^{41,42}. En la educación física, el *fitness* y el entrenamiento deportivo, el uso de los test de control postural de la región lumbo-pélvica no está tan extendido, ya que estas pruebas requieren de uno o 2 evaluadores expertos por participante y, en algunos protocolos, de la utilización del *biofeedback* de presión, lo que dificulta la evaluación simultánea de varios deportistas. Además, se ha cuestionado la sensibilidad o capacidad de estas pruebas para discriminar entre deportistas de características similares^{28,43}, por lo que su uso no parece recomendable en poblaciones homogéneas de deportistas.

Como se desprende de lo expuesto en los párrafos anteriores, actualmente se utilizan formas muy diferentes para valorar la *core stability*. En nuestra opinión, esta variedad de pruebas es un reflejo tanto de la dificultad para evaluar adecuadamente la *core stability* como de la ambigüedad existente en relación con el concepto de *core stability*². Los primeros datos de un estudio correlacional que estamos desarrollando en nuestro laboratorio indican que son pocas y bajas las correlaciones existentes entre los resultados de test biomecánicos de *core stability* (respuesta del tronco ante cargas súbitas, control de la estabilidad estática y dinámica del tronco en sedestación, etc.) y los resultados de algunos de los test de campo comentados anteriormente, como por ejemplo el *Biering-Sorensen test* y el *three-plane core strength test*. En este contexto, es necesario prestar mucha atención a la selección de los test utilizados, ya que se podría emplear erróneamente cualquier medida relacionada con el tronco o con el equilibrio corporal como una forma válida de evaluar la estabilidad de las estructuras de la zona central del cuerpo.

Ejercicios y programas de *core stability*

Entre los métodos recomendados para la prevención y el tratamiento del síndrome de dolor lumbar destaca la realización de ejercicios de *core stability*⁴⁴, es decir, aquellos cuyo objetivo es favorecer el aprendizaje y perfeccionamiento de patrones de coactivación muscular para la mejora del control motor y la estabilidad de las estructuras raquídeas^{44,45}. En los últimos 20 años se han diseñado numerosos ejercicios de *core stability*. En general, estos ejercicios consisten en mantener el raquis en posición neutra, es decir, conservando las curvaturas fisiológicas cuando este es sometido a fuerzas internas o externas que ponen a prueba su estabilidad. Así, en los ejercicios conocidos como puentes o *bridges*⁴⁶⁻⁴⁹ los participantes deben mantener diversas posturas sin apoyar la pelvis en el suelo, en contra de la fuerza de la gravedad (fig. 4). En los ejercicios denominados perro de muestra o *bird dog* y bicho

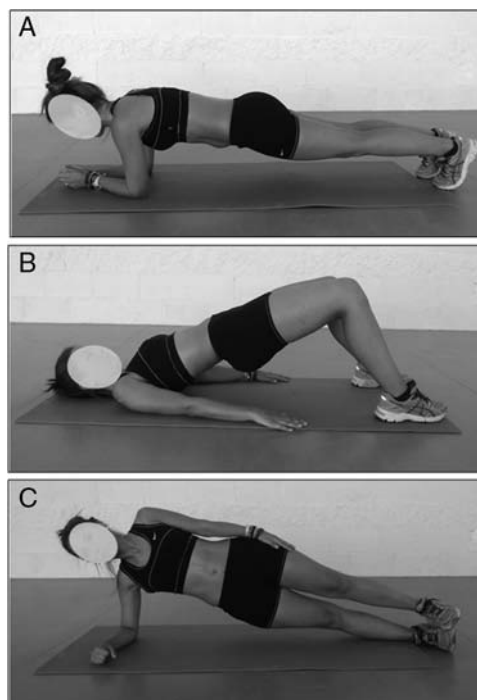


Figura 4. Ejercicios de estabilización en decúbito prono, decúbito supino y decúbito lateral manteniendo la pelvis elevada contra gravedad. A) Puente o plancha frontal. B) Puente o plancha dorsal. C) Puente o plancha lateral.

muerto o *dead bug*, los participantes deben mantener la columna en posición neutra ante las fuerzas provocadas por el movimiento de las extremidades (fig. 5)^{46,47,49,50}.

La selección de los ejercicios de *core stability* para el diseño y prescripción de programas de entrenamiento se basa fundamentalmente en criterios de eficacia y seguridad. La electromiografía de superficie permite valorar la eficacia de los ejercicios de estabilización a través del análisis de la intensidad de la activación muscular y la coordinación de los músculos del tronco (ver por ejemplo^{47,49,50}). Asimismo, diversos modelos matemáticos han permitido evaluar la seguridad de los ejercicios de *core stability* mediante el cálculo del estrés mecánico producido en la columna lumbar durante la realización de los mismos^{25,51}. Los valores obtenidos a partir de estos modelos se suelen comparar con el nivel de seguridad establecido por el *National Institute for Occupational Safety and Health* (EE. UU.), según el cual, fuerzas de compresión lumbar superiores a 3.400 N suponen un riesgo importante para las estructuras vertebrales⁵².

Los resultados de los estudios electromiográficos y mecánicos indican que no existe un único ejercicio adecuado para acondicionar todos los músculos que participan en la estabilización del tronco (ver por ejemplo^{47,51}). Por el contrario, generalmente se recomienda realizar una batería de ejercicios que activen los diferentes grupos musculares del tronco, es decir, flexores, extensores,

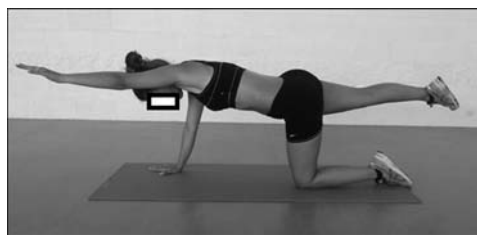


Figura 5. Participante realizando el ejercicio de estabilización conocido como perro de muestra. El ejercicio comienza en posición cuadrúpeda y consiste en elevar un brazo y la pierna contraria hasta la horizontal intentando mantener la columna en posición neutra (evitando la rotación de la pelvis o el tórax).

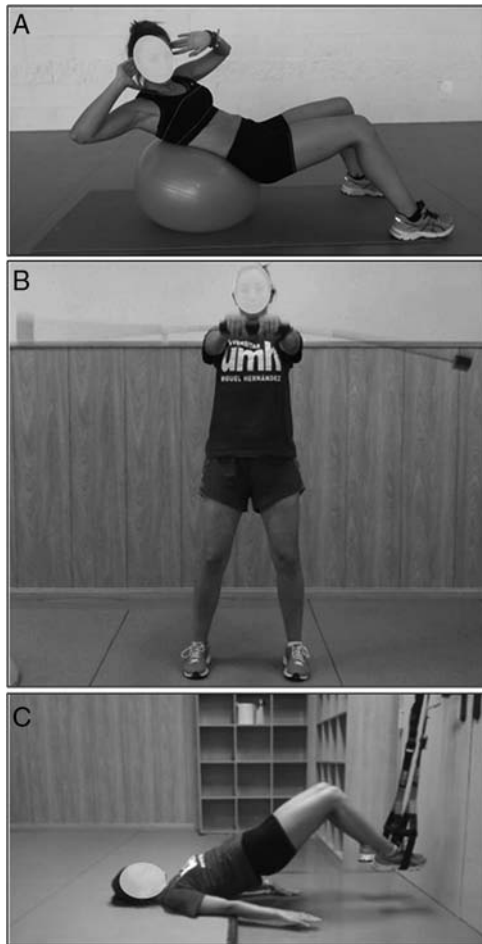


Figura 6. Ejercicios de estabilización realizados con material específico. A) Encorvamiento del tronco con giro (*cross-crunch*) sobre *fitball*: la utilización de superficies inestables permite retar la capacidad de estabilización del tronco durante la realización de diversos movimientos o posturas. B) Ejercicio con barra oscilante (*Flexibar*[®]): la participante hace oscilar el aparato mientras intenta mantener el raquis en posición neutra; en función de la colocación del aparato se puede incrementar la activación de unos grupos musculares u otros²⁵. C) Puente o plancha dorsal en suspensión: la utilización de correas de suspensión (*TRX*[®]) supone el apoyo de parte del peso corporal sobre estructuras inestables, incrementando las demandas de control postural sobre el sistema motor.

inclinadores y rotadores⁴⁴. Partiendo de los criterios de eficacia y seguridad, los puentes, el perro de muestra y el bicho muerto son algunos de los ejercicios de estabilización más utilizados en la actualidad. Entre los puentes o planchas, los más conocidos son el puente ventral o frontal (fig. 4A), el puente dorsal (fig. 4B) y el puente lateral (fig. 4C), los cuales activan principalmente los flexores, extensores e inclinadores del tronco, respectivamente^{44-49,53}. Cuando los puentes se realizan con apoyo monopodal o se realizan ejercicios de estabilización con movimientos unilaterales de segmentos (como el perro de muestra), aumenta la activación de los músculos rotadores del tronco⁴⁷.

Los ejercicios referidos se utilizan principalmente en el *fitness*, la educación física y el deporte de iniciación y recreación. Durante las fases iniciales de este tipo de entrenamiento, los ejercicios se suelen realizar sin la utilización de materiales y sobre superficies estables, para posteriormente, conforme aumenta el nivel de ejecución de los participantes, utilizar superficies inestables (*Bosu*[®], *Fitball*[®], etc.) (fig. 6A)^{48,53,54}, barras oscilantes (*Flexibar*[®], *Bodyblade*[®], etc.) (fig. 6B)²⁵, correas de suspensión (*TRX*[®], *Sling*[®], etc.) (fig. 6C)⁵⁵, sistemas de cables y poleas⁵⁶, etc. Además, en el deporte de competición, se recomienda realizar actividades de carácter específico

y funcional, reproduciendo los movimientos o posturas habituales de los deportistas, ya que en este contexto los ejercicios de estabilización convencionales no se han mostrado eficaces⁴³.

En ciertos ámbitos profesionales, relacionados con el *fitness* y la rehabilitación, existe la creencia de que la forma más adecuada de incrementar la *core stability* es realizar principalmente ejercicios que aislen la activación de los músculos profundos del tronco, especialmente la maniobra de hundimiento abdominal o *abdominal hollowing*⁵⁷. Los datos obtenidos por O'Sullivan et al.⁵⁸ y Hides et al.⁵⁹ indican que este tipo de ejercicios podría ser adecuado para el acondicionamiento de la musculatura referida y la mejora de la estabilidad del raquis, en pacientes con síndrome de dolor lumbar, especialmente aquellos con atrofia o disfunción de la musculatura profunda del abdomen. Sin embargo, no existen evidencias suficientes que indiquen que la realización de la maniobra de hundimiento abdominal, u otra de características similares, sea la forma más adecuada de mejorar la estabilidad del raquis y la pelvis. De hecho, estudios experimentales, que han comparado el efecto de programas de ejercicios de tronco convencionales (puentes, perro de muestra, encorvamientos del tronco o *crunches*, etc.) con programas de ejercicios basados en la coactivación de la musculatura profunda del tronco, han encontrado resultados similares en ambos tipos de entrenamiento tanto en pacientes con dolor lumbar⁶⁰, como en deportistas universitarios⁶¹. Además, varios estudios biomecánicos han demostrado que la coactivación global de todos los músculos del tronco, mediante la maniobra conocida como *abdominal bracing*, similar a una maniobra de Valsalva, podría ser más eficaz que la maniobra de hundimiento abdominal para estabilizar el raquis cuando este es sometido a cargas de diferentes características⁵.

A pesar de la gran cantidad de estudios biomecánicos sobre la eficacia y seguridad de los ejercicios de *core stability*, son pocos los estudios experimentales que han analizado el efecto real de estos programas^{27,60,61}. Por este motivo, carecemos de evidencias suficientes para determinar, bajo criterios científicos, muchas de las características de los programas de ejercicios de *core stability*, como por ejemplo, la intensidad, el volumen o la frecuencia de entrenamiento. Uno de los retos principales a los que nos enfrentamos es realizar estudios controlados y aleatorizados que proporcionen criterios para establecer las diferentes características de la carga del entrenamiento de estabilización. Para ello, teniendo en cuenta lo expuesto en el apartado anterior, primero será necesario desarrollar test de campo que midan de forma válida y fiable la estabilidad de las estructuras del *core*.

Recomendaciones finales

La aplicación controlada de cargas o descargas súbitas, el paradigma del asiento inestable y el cálculo de la rigidez del raquis mediante modelación matemática han permitido analizar el efecto de numerosos factores sobre la *core stability*, como por ejemplo, la intensidad y coordinación de la activación muscular, las características de las fuerzas aplicadas sobre la columna, el envejecimiento, la fatiga muscular, la patología lumbar, etc.

Partiendo de diferentes conceptos de *core stability*, se han desarrollado 3 tipos básicos de test de campo: test de condición muscular, test de equilibrio corporal en apoyo monopodal y test de control postural del raquis lumbar y la pelvis en decúbito supino. Los test referidos presentan limitaciones importantes, especialmente la falta de estudios sobre la validez de estas medidas.

En relación con los métodos de entrenamiento de *core stability*, existe una gran cantidad de información en la literatura científica sobre el reclutamiento de los músculos del tronco y el estrés en la columna lumbar durante la realización de ejercicios de estabilización, sin embargo, carecemos de información suficiente sobre

otras características de la carga de entrenamiento, como el número de repeticiones y series, la duración de los ejercicios isométricos y la frecuencia de entrenamiento, entre otros.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Este trabajo es resultado de un Proyecto de Investigación (Ref.: DEP2010-16493) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Plan Nacional de I+D+i). Casto Juan Recio ha participado en este estudio gracias a una beca predoctoral concedida por la Generalitat Valenciana (Val i+d).

Bibliografía

- Vera-García FJ, Barbado D, Moreno-Pérez V, Hernández-Sánchez S, Juan-Recio C, Elvira JL. Core stability. Parte I: concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. Rev Andal Med Deporte. 2015, in press.
- Reeves NP, Narendra KS, Cholewicki J. Spine stability: The six blind men and the elephant. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2007;22(3):266-74.
- Gardner-Morse MG, Stokes IA. Trunk stiffness increases with steady-state effort. J Biomech. 2001;34(4):457-63.
- Vera-García FJ, Brown SH, Gray JR, McGill SM. Effects of different levels of torso coactivation on trunk muscular and kinematic responses to posteriorly applied sudden loads. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2006;21(5):443-55.
- Vera-García FJ, Elvira JL, Brown SH, McGill SM. Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. J Electromyogr Kines. 2007;17(5):556-67.
- Cholewicki J, Simons AP, Radebold A. Effects of external trunk loads on lumbar spine stability. J Biomech. 2000;33:1377-85.
- Cholewicki J, Greene HS, Polzhofer GK, Galloway MT, Shah RA, Radebold A. Neuromuscular function in athletes following recovery from a recent acute low back injury. J Orthop Sport Phys Ther. 2002;32(11):568-75.
- Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer GK, Greene HS. Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2001;26(7):724-30.
- Reeves NP, Cholewicki J, Milner TE. Muscle reflex classification of low-back pain. J Electromyogr Kinesiol. 2005;15(1):53-60.
- Brown SH, Vera-García FJ, McGill SM. Effects of abdominal muscle coactivation on the externally preloaded trunk: Variations in motor control and its effect on spine stability. Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(13):E387-93.
- Granata KP, Orishimo KF, Sanford AH. Trunk muscle coactivation in preparation for sudden load. J Electromyogr Kinesiol. 2001;11(4):247-54.
- Wilder DG, Aleksiev AR, Magnusson ML, Pope MH, Spratt KF, Goel VK. Muscular response to sudden load. A tool to evaluate fatigue and rehabilitation. Spine (Phila Pa 1976). 1996;21(22):2628-39.
- Sánchez-Zuriaga D, Adams MA, Dolan P. Is activation of the back muscles impaired by creep or muscle fatigue? Spine (Phila Pa 1976). 2010;35(5):517-25.
- López Elvira J, Barbado Murillo D, Juan-Recio C, García-Vaquero MP, López-Valenciano A, López-Plaza D, et al. Diferencias en la estabilización del tronco sobre un asiento inestable entre piragüistas, judocas y sujetos físicamente activos. Kronos. 2013;12(2):63-72.
- Lee H, Granata KP. Process stationarity and reliability of trunk postural stability. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2008;23(6):735-42.
- Van Dieen JH, Koppes LL, Twisk JW. Low back pain history and postural sway in unstable sitting. Spine (Phila Pa 1976). 2010;35(7):812-7.
- Van Dieen JH, Koppes LL, Twisk JW. Postural sway parameters in seated balancing; their reliability and relationship with balancing performance. Gait Posture. 2010;31(1):42-6.
- Van der Burg JC, van Wegen EE, Rietberg MB, Kwakkel G, van Dieen JH. Postural control of the trunk during unstable sitting in Parkinson's disease. Parkinsonism Relat Disord. 2006;12(8):492-8.
- Van Daele U, Hagman F, Truijien S, Vorlat P, van Gheluwe B, Vaes P. Decrease in postural sway and trunk stiffness during cognitive dual-task in nonspecific chronic low back pain patients, performance compared to healthy control subjects. Spine. 2010;35(5):583-9.
- Bennett BC, Abel MF, Granata KP. Seated postural control in adolescents with idiopathic scoliosis. Spine. 2004;29(20):E449-54.
- Pérennou DA, Leblond C, Amblard B, Micallef JP, Hérisson C, Péliissier JY. Transcutaneous electric nerve stimulation reduces neglect-related postural instability after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(4):440-8.
- Van Dieen JH, Luger T, van der Eb J. Effects of fatigue on trunk stability in elite gymnasts. Eur J Appl Physiol. 2012;112(4):1307-13.
- Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. Acta Orthop Scand Suppl. 1989;230:1-54.
- Cholewicki J, McGill SM. Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: Implications for injury and chronic low back pain. Clin Biomech. 1996;11(1):1-15.
- Moreside JM, Vera-García FJ, McGill SM. Trunk muscle activation patterns, lumbar compressive forces, and spine stability when using the bodyblade. Phys Ther. 2007;87(2):153-63.
- Howarth SJ, Allison AE, Grenier SG, Cholewicki J, McGill SM. On the implications of interpreting the stability index: A spine example. J Biomech. 2004;37(8):1147-54.
- Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85 3 Suppl 1:S86-92.
- Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. Med Sci Sports Exerc. 2004;36(6):926-34.
- Nesser TW, Huxel KC, Tincher JL, Okada T. The relationship between core stability and performance in division I football players. J Strength Cond Res. 2008;22(6):1750-4.
- Cowley PM, Swensen TC. Development and reliability of two core stability field tests. J Strength Cond Res. 2008;22(2):619-24.
- Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. Sports Med. 2006;36(3):189-98.
- Weir A, Darby J, Inklaar H, Koes B, Bakker E, Tol JL. Core stability: Inter- and intraobserver reliability of 6 clinical tests. Clin J Sport Med. 2010;20(1):34-8.
- Liemohn WP, Baumgartner TA, Gagnon LH. Measuring core stability. J Strength Cond Res. 2005;19(3):583-6.
- Krause DA, Youdas JW, Hollman JH, Smith J. Abdominal muscle performance as measured by the double leg-lowering test. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(7):1345-8.
- Sharrock C, Cropper J, Mostad J, Johnson M, Malone T. A pilot study of core stability and athletic performance: Is there a relationship? Int J Sports Phys Ther. 2011;6(2):63-74.
- Gordon AT, Ambegaonkar JP, Caswell SV. Relationships between core strength, hip external rotator muscle strength, and star excursion balance test performance in female lacrosse players. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(2):97-104.
- Stanton R, Reaburn PR, Humphries B. The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy. J Strength Cond Res. 2004;18(3):522-8.
- Ladeira CE, Hess LW, Galin BM, Fradera S, Harkness MA. Validation of an abdominal muscle strength test with dynamometry. J Strength Cond Res. 2005;19(4):925-30.
- Jull GA, Richardson CA. Rehabilitation of active stabilisation of the lumbar spine. En: Twomey LT, Taylor JR, editores. Physical Therapy of the Lumbar Spine. 2nd Ed New York: Churchill Livingstone; 1994. p. 251-83.
- Pennella D, Maselli F, Giovannico G, Cannone M, Rhainò A, Ciuro A. Effectiveness of pressure biofeedback/pbu (pressure biofeedback unit) in the process of learning of self-correction in patients with scoliosis: A pilot study. Scoliosis. 2013;8 Suppl 1:P10.
- De Paula Lima PO, de Oliveira RR, Costa LO, Laurentino GE. Measurement properties of the pressure biofeedback unit in the evaluation of transversus abdominis muscle activity: A systematic review. Physiotherapy. 2011;97(2):100-6.
- Storheim K, Bo K, Pederstad O, Jahnsen R. Intra-tester reproducibility of pressure biofeedback in measurement of transversus abdominis function. Physiother Res Int. 2002;7(4):239-49.
- Jamison ST, McNeilan RJ, Young GS, Givens DL, Best TM, Chaudhari AM. Randomized controlled trial of the effects of a trunk stabilization program on trunk control and knee loading. Med Sci Sports Exerc. 2012;44(10):1924-34.
- McGill SM. Low back disorders. En: Evidence-based prevention and rehabilitation. Champaign, Illinois: Human Kinetic; 2002.
- McGill SM, Grenier S, Kavcic N, Cholewicki J. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. J Electromyogr Kinesiol. 2003;13(4):353-9.
- Bjerkefors A, Ekblom MM, Josefsson K, Thorstenson A. Deep and superficial abdominal muscle activation during trunk stabilization exercises with and without instruction to hollow. Man Ther. 2010;15(5):502-7.
- García-Vaquero MP, Moreside JM, Brontons-Gil E, Peco-González N, Vera-García FJ. Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. J Electromyogr Kinesiol. 2012;22(3):398-406.
- Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shiina I, Tatsumura M, Izumi S, et al. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. J Orthop Sports Phys Ther. 2010;40(6):369-75.
- McGill SM, Karpowicz A. Exercises for spine stabilization: Motion/motor patterns, stability progressions, and clinical technique. Arch Phys Med Rehabil. 2009;90(1):118-26.
- Stevens VK, Vleeming A, Bouche KG, Mahieu NN, Vanderstraeten GG, Danneels LA. Electromyographic activity of trunk and hip muscles during stabilization exercises in four-point kneeling in healthy volunteers. Eur Spine J. 2007;16(5):711-8.
- Axler CT, McGill SM. Low back loads over a variety of abdominal exercises: Searching for the safest abdominal challenge. Med Sci Sports Exerc. 1997;29(6):804-11.
- Safety NifO, Biomedical HDo, Science B, Association AIH, Safety NifO. Health Work Practices Guide for Manual Lifting: American Industrial Hygiene Association. 1983.
- Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swiss ball. Chiropr Osteopat. 2005;13:14.
- Vera-García FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curls on both stable and labile surfaces. Phys Ther. 2000;80(6):564-9.

55. McGill S, Cannon J, Andersen J. Analysis of pushing exercises: Muscle activity and spine load while contrasting techniques on stable surfaces with a labile suspension strap training system. *J Strength Cond Res.* 2014;28(1):105-16.
56. McGill SM, Karpowicz A, Fenwick CM, Brown SH. Exercises for the torso performed in a standing posture: Spine and hip motion and motor patterns and spine load. *J Strength Cond Res.* 2009;23(2):455-64.
57. Jull GA, Richardson CA. Motor control problems in patients with spinal pain: A new direction for therapeutic exercise. *J Manipulative Physiol Ther.* 2000;23(2):115-7.
58. O'Sullivan PB, Twomey L, Allison GT. Altered abdominal muscle recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1998;27(2):114-24.
59. Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(11):E243-8.
60. Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA. Supplementation of general endurance exercise with stabilisation training versus general exercise only. Physiological and functional outcomes of a randomised controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2005;20(5):474-82.
61. Mills JD, Taunton JE, Mills WA. The effect of a 10-week training regimen on lumbo-pelvic stability and athletic performance in female athletes: A randomized-controlled trial. *Phys Ther Sport.* 2005;6(2):60-6.

Sierra Nevada nieve, sol y mucho



Esta temporada en Sierra Nevada, más zona para principiantes, más remontes, más nieve producida, más servicios de pistas, más half-pipe, más Superparque Sulayr, más diversión, más gastronomía, más experiencias para familias y estudiantes, más apre-esquí, más deporte, más emoción. Mucho más que una Estación, es tu destino preferido.



sierranevada.es 902 70 80 90

Publication Guidelines of the Revista Andaluza de Medicina del Deporte



Updated in October 2014

These are the abbreviated version of the guides for authors. The extended version is available at: <http://apps.elsevier.es/ficheros/NormOrga/284normas.pdf>

GENERAL CONSIDERATIONS

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

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

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

COVER LETTER

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

OBLIGATIONS OF THE AUTHOR

1. Ethical responsibilities

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

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

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

2. Funding

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

3. Authorship

In the list of authors, only those persons who have intellectually contributed to the development of the work and who have

significantly participated in its design and development should be listed.

4. Conflict of interests

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

5. Obtaining of permissions

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

6. Redundant or duplication publication

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

7. Charge for extra pages

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

PUBLISHING PROCESS

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

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

TRANSFER OF COPYRIGHT

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

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

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

EDITORIAL POLICY

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

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



SAMEDE

Sociedad Andaluza de Medicina del Deporte

La sociedad científica de los profesionales de la
Medicina de la Educación Física y el Deporte

HAZTE SOCIO

APOYARÁS NUESTRA
ESPECIALIDAD, Y
ADEMÁS, PODRÁS:

▶ Acceder al área reservada de la WEB, en la que obtendrás información confidencial de la Especialidad, de nuestra Sociedad Científica y de informaciones de interés para nuestros asociados (Ofertas de trabajo, información de subvenciones, premios, materiales de los cursos y actividades científicas de SAMEDE, fotografías, etc.).

▶ Contar con un correo electrónico corporativo personalizado (tu_nombre@samede.org), que deberás solicitar.

▶ Pertenecer a los diferentes Grupos de Trabajo que se han constituido en SAMEDE.

▶ Obtener descuentos en todas las Actividades Científicas en las que Organice o colabore SAMEDE (Las organizadas por SAMEDE suelen ser gratuitas para sus socios).

▶ Contar con Becas de Asistencia a Congresos y Jornadas (20% de la cuota de inscripción a la actividad científica si se presenta comunicación oral).

▶ Compartir información actualizada, así como formación continua y conocimientos (Red de información).

▶ Disfrutar de asesoramiento técnico para investigación.

▶ Recibir, en formato digital, la Revista Andaluza de Medicina del Deporte (RAMD).

Para más información e inscripciones:
administración@samede.org



JUNTA DE ANDALUCIA

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE

CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE

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

Teléfono
955 540 186

Fax
955 40 623

e-mail
ramd.ccd@juntadeandalucia.es