

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 14 Número. 2

Junio 2021



RAMD

## Originales

- The effect of thoracic manipulation on pulmonary function in swimmers
- Reprodutibilidade teste-reteste de uma bateria de avaliação motora para jogadores de bocha paralímpica
- Relación entre la carga externa y las concentraciones de cortisol durante el microciclo competitivo en jugadores internacionales de fútbol
- Fitness trainers' use of need-supportive and need-thwarting behaviors: the role of gender, fitness activity, and professional experience
- Relación entre índices antropométricos y la obesidad en personas mayores de 60 años. Estudios Europeo IN COMMON SPORT
- Fuerza muscular inspiratoria dinámica y aptitud cardiorrespiratoria en función de edad y sexo
- Relación del Special Wrestling Fitness Test con el rendimiento aeróbico
- La socialización mejora la adherencia, pero no la fuerza, en programas de ejercicio físico con componente de fuerza en personas mayores
- Análisis comparativo del sobrepeso y obesidad en adolescentes canarios y eslovenos a partir de la medida continua de la edad

## Revisiones

- Injury in CrossFit beginner / intermediary participants: a systematic review
- Efectividad del entrenamiento de la musculatura del Core en la prevención de lesiones de hombro en deportes con lanzamientos sobre la cabeza: una revisión sistemática
- Efectos del ejercicio en cirugía bariátrica

Incluida en:



# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte\*

## DIRECTORA

**Leocricia Jiménez López**

## EDITORES

**Covadonga López López**

**Clemente Rodríguez Sorroche**

## EDITOR DE HONOR

**Marzo Edir Da Silva Grigoletto**

## COMITÉ EDITORIAL

**José Ramón Alvero Cruz**

(Universidad de Málaga, España)

**Eloy Cárdenas Estrada**

(Universidad de Monterrey, México)

**Cristian Cofré Bolados**

(Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud (ECIADES). Universidad de Santiago de Chile. Chile)

**José Alberto Duarte**

(Universidad de Oporto, Portugal)

**Luisa Estriga**

(Universidad de Oporto, Portugal)

**Russell Poulk**

(Universidad de 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**

(Escuela de Medicina de Harvard, Boston, USA)

**David Jiménez Pavón**

(Universidad de Cádiz, España)

**Guillermo López Lluch**

(Universidad Pablo de Olavide, España)

**Nicola A. Maffiuletti**

(Clínica Schulthess, Zúrich, Suiza)

**Estélio Henrique Martin Dantas**

(Universidad Federal del Estado de Río de Janeiro, Brasil)

**José Naranjo Orellana**

(Universidad Pablo Olavide, España)

**Sergio C. Oehninger**

(Escuela de Medicina de Eastern Virginia, USA)

**Fátima Olea Serrano**

(Universidad de Granada, España)

**Juan Ribas Serna**

(Universidad de Sevilla, España)

**Jesús Rodríguez Huertas**

(Universidad de Granada, España)

**Nick Stergiou**

(Universidad de Nebraska, USA)

**Carlos de Teresa Galván**

(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

**Carlos Ugrinowitsch**

(Universidad de Sao Paulo, Brasil)

## COMITÉ CIENTÍFICO

**Xavier Aguado Jódar**

(Universidad de Castilla-La Mancha, España)

**Guillermo Álvarez-Rey**

(Centro AMS Málaga, España)

**Natalia Balaguer**

(Universidad de Barcelona, España)

**Benno Becker Junior**

(Universidad Luterana de Brasil, Brasil)

**Ciro Brito**

(Universidad Católica de Brasilia, Brasil)

**Joao Carlos Bouzas**

(Universidad Federal de Viosa, Brasil)

**Luis Carrasco Pérez**

(Universidad de Sevilla, España)

**Manuel J. Castillo Garzón**

(Universidad de Granada, España)

**José Castro Piñero**

(Universidad de Cádiz, España)

**Ramón Antonio Centeno Prada**

(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

**Adela Cristina Cis Spoturno**

(Centro Médico Almería, España)

**Madalena Costa**

(Escuela de Medicina de Harvard, Boston, USA)

**Magdalena Cuenca García**

(Universidad de Cádiz, España)

**Ivan Chulvi Medrano**

(Servicio de Actividad Física de NOWYOU. España)

**Moisés de Hoyo Lora**

(Universidad de Sevilla, España)

**Borja de Pozo Cruz**

(Universidad de Auckland, New Zeland)

**Clodoaldo Antonio de Sá**

(Universidad Comunitaria Regional de Chapecó, Brasil)

**Miguel del Valle Soto**

(Universidad de Oviedo, España)

**Alexandre Dellal**

(Centro Médico de Excelencia FIFA, Lyon, France)

**Juan Marcelo Fernández**

(Hospital Reina Sofía, España)

**Tomás Fernández Jaén**

(Clínica CENTRO, España)

**José Ramón Gómez Puerto**

(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

**Juan José González Badillo**

(Universidad Pablo de Olavide, España)

**Juan Ramón Heredia**

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

**Mikel Izquierdo**

(Centro de Estudios, Investigación y Medicina del Deporte. Gobierno de Navarra. España)

**José Carlos Jaenes**

(Universidad Pablo Olavide, España)

**Roberto Jerónimo dos Santos Silva**

(Universidad Federal de Sergipe, Brasil)

**Carla Mandail**

(Universidad de Lisboa, Portugal)

**Carlos Lago Peñas**

(Universidad de Vigo, España)

**Fernando Martín**

(Universidad de Valencia, España)

**Antonio Martínez Amat**

(Universidad Jaén, España)

**Italo Monetti**

(Club Atlético Peñarol, Uruguay)

**Alexandre Moreira**

(Universidad de Sao Paulo, Brasil)

**Elisa Muñoz Gomariz**

(Hospital Universitario Reina Sofía, España)

**David Rodríguez Ruiz**

(Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España)

**Manuel Rosety Plaza**

(Universidad de Cádiz, España)

**Jonatan Ruiz Ruiz**

(Universidad de Granada, España)

**Borja Sañudo Corrales**

(Universidad de Sevilla, España)

**Nicolás Terrados Cepeda**

(Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias, España)

**Francisco Trujillo Berraquero**

(Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, 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)

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía

La Revista Andaluza de Medicina del Deporte (RAMD) es una revista Open Access o de acceso abierto. Todos los artículos serán accesibles de forma inmediata y permanente para facilitar su lectura y su descarga. Los autores de los artículos remitidos a la revista no realizan aportación económica ni por el envío a la revista, ni por su publicación, en cuyo caso ceden los derechos de copyright sobre el artículo, conservando sus derechos personales (<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs/index.php/ramd/copyright>).

El uso por los lectores queda regulado por la licencia de uso Creative Commons: Reconocimiento-No Comercial-Sin obras derivadas (CC-BY-NC-ND). Esta licencia permite al lector: leer, imprimir, y descargar el artículo con fines personales y/o compartirlo con terceros, siempre que se de crédito al autor y no se modifique la versión del artículo, y en cualquiera de los usos no exista un fin comercial (lucro) con el mismo. En el caso de que el autor, por políticas de la institución a la que pertenece, requiera solicitar una licencia CC-BY después de que su artículo haya sido aceptado, deberá ponerse en contacto con la RAMD a través del correo: [editor.ramd.ced@juntadeandalucia.es](mailto:editor.ramd.ced@juntadeandalucia.es).

**Nota.** La Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía no tendrá 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. Los juicios y opiniones expresados en los artículos y comunicaciones publicados en la Revista son exclusivamente del autor o autores. El equipo editorial declina cualquier responsabilidad sobre el material publicado. La Dirección de la RAMD no se responsabiliza de los conceptos, opiniones o afirmaciones sostenidos por los autores en sus trabajos. REVISTA ANDALUZA DE MEDICINA DEL DEPORTE se distribuye exclusivamente entre los profesionales de la salud.

Disponible en internet:

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs/index.php/ramd/index>

**Declaración de privacidad:** Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines.

**Contacto:**

Centro Andaluz de Medicina del Deporte  
Glorieta Beatriz Manchón, s/n (Isla de la Cartuja). 41092 Sevilla  
Teléfonos: (+34)600 147 508/638

Correo electrónico:

[ramd.ced@juntadeandalucia.es](mailto:ramd.ced@juntadeandalucia.es) (Principal)

[editor.ramd.ced@juntadeandalucia.es](mailto:editor.ramd.ced@juntadeandalucia.es) (Soporte)

Depósito legal: SE. 2821-2008

ISSN: 1888-7546

eISSN: 2172-5063

Publicada en Sevilla (España)

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 14 Número 2

Junio 2021

## Originales

- 65 Efecto de la manipulación torácica en la función pulmonar de nadadores  
*A.M. Cordeiro, M.A. Teixeira, M.N. Faria, M.A. Sousa, P.A. Serrasqueiro, R.M. Ruivo*
- 70 Reproducibilidad test-retest de una batería de pruebas motoras para jugadores de bocha paraolímpica  
*J. I. Oliveira, L. I. Oliveira, S. Arruda, S. Oliveira*
- 77 Relación entre la carga externa y las concentraciones de cortisol durante el microciclo competitivo en jugadores internacionales de fútbol  
*A. Aceña Rodríguez, D. Fombella, E. Sánchez Alvarado, D. Golubev*
- 82 Comportamientos de apoyo y frustración a las necesidades proporcionadas por los instructores de actividad física: El papel del género, la modalidad de actividad física y la experiencia profesional  
*F. Rodrigues, R. Macedo, D.S. Teixeira, L. Cid, D. Monteiro*
- 87 Relación entre índices antropométricos y la obesidad en personas mayores de 60 años. Estudios Europeo IN COMMON SPORT  
*I. Mollinedo-Cardalda, K. P. Pereira-Pedro, A. López-Rodríguez, J. M. Cancela-Carral*
- 93 Fuerza muscular inspiratoria dinámica y aptitud cardiorrespiratoria en función de edad y sexo  
*A. Roldán, N. M. Blasco-Lafarga, A. Cordellat, P. Monteagudo, M. C. Gómez-Cabrera, C. Blasco-Lafarga*
- 98 Relación del Special Wrestling Fitness Test con el rendimiento aeróbico  
*T. Herrera-Valenzuela, D. Cuadra, P. Valdés-Badilla, C. Cofre-Bolados, C. Pardo-Tamayo, A. Ojeda-Aravena, E. Franchini*
- 103 La socialización mejora la adherencia, pero no la fuerza, en programas de ejercicio físico con componente de fuerza en personas mayores  
*J. M. Cancela, M. H. Vila, M. A. Sanchez-Lastra, S. Varela*
- 108 Análisis comparativo del sobrepeso y obesidad en adolescentes canarios y eslovenos a partir de la medida continua de la edad  
*A. Hernández Álvarez, C. M. Cáceres Hernández, P. J. Borges-Hernández, M. Marinšek, G. Jurak*

## Revisiones

- 113 Lesiones en participantes principiantes / intermedios de CrossFit: una revisión sistemática  
*A. M. Zecchin-Oliveira, A. P. Silva, M. M. F. Pisa, T. C. P. Gonçalves, V. L. Bassetti, E. F. Puggina*
- 120 Efectividad del entrenamiento de la musculatura del Core en la prevención de lesiones de hombro en deportes con lanzamientos sobre la cabeza: una revisión sistemática  
*J. Azócar-Gallardo, Y. Azócar-Gallardo, A. Ojeda-Aravena, R. Cárdenas-Mansilla, J. Montecinos-Zuñiga*
- 125 Efectos del ejercicio en cirugía bariátrica  
*M. Cobos-Fernández, Y. González-González, A. Alonso-Calvete, I. Da Cuña-Carrera*

Sumario

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volum 14 Number 2

June 2021

# Contents

## Original Articles

- 65 The effect of thoracic manipulation on pulmonary function in swimmers  
*A.M. Cordeiro, M.A. Teixeira, M.N. Faria, M.A. Sousa, P.A. Serrasqueiro, R.M. Ruivo*
- 70 Test-retest reproducibility of a motor tests for paralympic boccia players  
*J. I. Oliveira, L. I. Oliveira, S. Arruda, S. Oliveira*
- 77 Relationship between external load and cortisol concentrations during the competitive microcycle in international soccer players  
*A. Aceña Rodríguez, D. Fombella, E. Sánchez Alvarado, D. Golubev*
- 82 Fitness trainers' use of need-supportive and need-thwarting behaviors: the role of gender, fitness activity, and professional experience  
*F. Rodrigues, R. Macedo, D.S. Teixeira, L. Cid, D. Monteiro*
- 87 Relationship between anthropometric indexes and obesity in people over 60 years. European Studies IN COMMON SPORT  
*I. Mollinedo-Cardalda, K. P. Pereira-Pedro, A. López-Rodríguez, J. M. Cancela-Carral*
- 93 Dynamic inspiratory muscle strength and cardiorespiratory fitness based on age and sex  
*A. Roldán, N. M. Blasco-Lafarga, A. Cordellat, P. Monteagudo, M. C. Gómez-Cabrera, C. Blasco-Lafarga*
- 98 Relationship of the Special Wrestling Fitness Test with Aerobic Performance  
*T. Herrera-Valenzuela, D. Cuadra, P. Valdés-Badilla, C. Cofre-Bolados, C. Pardo-Tamayo, A. Ojeda-Aravena, E. Franchini*
- 103 Socialization improves adherence but not strength in physical exercise programs with a strength training component in older people  
*J. M. Cancela, M. H. Vila, M. A. Sanchez-Lastra, S. Varela*
- 108 Comparative analysis of overweight and obesity in Canarian and Slovenian adolescents from a continuous measure of age  
*A. Hernández Álvarez, C. M. Cáceres Hernández, P.J. Borges-Hernández, M. Marinšek, G. Jurak*

## Review Articles

- 113 Injury in CrossFit beginner / intermediary participants: a systematic review  
*A. M. Zecchin-Oliveira, A. P. Silva, M. M. F. Pisa, T. C. P. Gonçalves, V. L. Bassetti, E. F. Puggina*
- 120 Effectiveness of Core muscle training in preventing shoulder injuries in overhead throw sports: a systematic review  
*J. Azócar-Gallardo, Y. Azócar-Gallardo, A. Ojeda-Aravena, R. Cárdenas-Mansilla, J. Montecinos-Zuñiga*
- 125 Effects of exercise in bariatric surgery  
*M. Cobos-Fernández, Y. González-González, A. Alonso-Calvete, I. Da Cuña-Carrera*



# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 14 Número 2

Junho 2021

# Conteúdo

## Artigos Originais

- 65 Efeito da manipulação torácica na função pulmonar em nadadores  
*A.M. Cordeiro, M.A. Teixeira, M.N. Faria, M.A. Sousa, P.A. Serrasqueiro, R.M. Ruivo*
- 70 Reprodutibilidade teste-reteste de uma bateria de avaliação motora para jogadores de bocha paralímpica  
*J. I. Oliveira, L. I. Oliveira, S. Arruda, S. Oliveira*
- 77 Relação entre carga externa e concentrações de cortisol durante o microciclo competitivo em jogadores de futebol internacionais  
*A. Aceña Rodríguez, D. Fombella, E. Sánchez Alvarado, D. Golubev*
- 82 Comportamentos de suporte e de frustração às necessidades providos pelos instrutores de fitness: o papel do género, da modalidade fitness e da experiência profissional  
*F. Rodrigues, R. Macedo, D.S. Teixeira, L. Cid, D. Monteiro*
- 87 Relação entre índices antropométricos e obesidade em pessoas com mais de 60 anos de idade. Estudo Europeu IN COMMON SPORT  
*I. Mollinedo-Cardalda, K. P. Pereira-Pedro, A. López-Rodríguez, J. M. Cancela-Carral*
- 93 Força muscular inspiratória dinâmica e aptidão cardiorrespiratória com base na idade e sexo  
*A. Roldán, N. M. Blasco-Lafarga, A. Cordellat, P. Monteagudo, M. C. Gómez-Cabrera, C. Blasco-Lafarga*
- 98 Relação do Special Wrestling Fitness Test com o rendimento aeróbio  
*T. Herrera-Valenzuela, D. Cuadra, P. Valdés-Badilla, C. Cofre-Bolados, C. Pardo-Tamayo, A. Ojeda-Aravena, E. Franchini*
- 103 A socialização melhora a adesão em programas de exercícios físicos com componente de força em idosos  
*J. M. Cancela, M. H. Vila, M. A. Sanchez-Lastra, S. Varela*
- 108 Análise comparativa de sobrepeso e obesidade em adolescentes das Canárias e da Eslovênia a partir da medição contínua da idade  
*A. Hernández Álvarez, C. M. Cáceres Hernández, P. J. Borges-Hernández, M. Marinšek, G. Jurak*

## Artigos de Revisão

- 113 Lesão em participantes iniciantes / intermediários de CrossFit: uma revisão sistemática  
*A. M. Zecchin-Oliveira, A. P. Silva, M. M. F. Pisa, T. C. P. Gonçalves, V. L. Bassetti, E. F. Puggina*
- 120 Efetividade do treinamento da musculatura do Core na prevenção de lesões de ombro em esportes com lançamento acima da cabeça: uma revisão sistemática  
*J. Azócar-Gallardo, Y. Azócar-Gallardo, A. Ojeda-Aravena, R. Cárdenas-Mansilla, J. Montecinos-Zuñiga*
- 125 Efeitos do exercício em cirurgia bariátrica  
*M. Cobos-Fernández, Y. González-González, A. Alonso-Calvete, I. Da Cuña-Carrera*



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original

## The effect of thoracic manipulation on pulmonary function in swimmers



A.M. Cordeiro<sup>a\*</sup>, M.A. Teixeira<sup>a</sup>, M.N. Faria<sup>a</sup>, M.A. Sousa<sup>b</sup>, P.A. Serrasqueiro<sup>c</sup>, R.M. Ruivo<sup>d</sup>

<sup>a</sup> NICiTeS - Health Sciences and Technologies Research Center. Ribeiro Sanches School of Health Sciences, IPLuso, Portugal.

<sup>b</sup> Western Lisbon Hospital Center. Santa Cruz Hospital. Lisbon. Portugal.

<sup>c</sup> Swimming Head Coach. Technical Director at Lisbon Swimming Association. Portugal.

<sup>d</sup> Exercise Department Clínica das Conchas. Neuromuscular Research Lab. Faculty of Human Motricity. University of Lisbon. Portugal.

ARTICLE INFORMATION: Received 10 January 2020, accepted 11 March 2020, online 11 March 2020

### ABSTRACT

**Objective:** Spinal manipulation has been used to improve respiratory function in healthy individuals. However, it has been observed that there are no studies in the context of sports activities. The objective of this study was to analyse the effect of thoracic spinal manipulation on forced vital capacity, forced expiratory volume in one second and maximal voluntary ventilation in swimmers.

**Method:** A randomized controlled crossover study consisting of 21 swimmers, divided into two groups (Intervention vs Control), aged 16 – 24y, where forced vital capacity, forced expiratory volume in one second and maximal voluntary ventilation were measured in five evaluation moments: at baseline and, 1 minute, 10 minutes, 20 minutes and 30 minutes following the thoracic spinal manipulation procedures.

**Results:** ANOVA tests showed no statistically significant differences for forced vital capacity ( $p = 0.35$ ) and forced expiratory volume in one second ( $p = 0.25$ ) among the five evaluation moments. With the maximal voluntary ventilation there was a statistically significant ( $p = 0.02$ ) reduction, observed between baseline (86.00 litres) and at 10 minutes (79.29 litres) and 30 minutes (76.24 litres). No significant differences were observed between the results of intervention and control groups.

**Conclusions:** In the current study no significant differences were observed in pulmonary function after thoracic spinal manipulation. Future research efforts should examine the effects of different manual therapy techniques and treatment protocols.

**Keywords:** Thoracic spine manipulation; Pulmonary function; High velocity low amplitude manipulation; Low velocity joint mobilization.

## Efecto de la manipulación torácica en la función pulmonar de nadadores

### RESUMEN

**Objetivo:** La manipulación espinal se ha utilizado para mejorar la función respiratoria en individuos sanos. Sin embargo, se ha observado que no hay estudios en el contexto de las actividades deportivas. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de la manipulación de la columna torácica en la capacidad vital forzada, el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la ventilación voluntaria máxima en nadadores.

**Método:** Un estudio cruzado controlado aleatorio que consta de 21 nadadores, divididos en dos grupos (Intervención vs Control), de 16 a 24 años, donde se midieron la capacidad vital forzada, el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la ventilación voluntaria máxima en cinco momentos de evaluación: al inicio y, 1 minuto, 10 minutos, 20 minutos y 30 minutos después de los procedimientos de la manipulación de la columna torácica.

**Resultados:** Las pruebas ANOVA no mostraron diferencias estadísticamente significativas para la capacidad vital forzada ( $p = 0.35$ ) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $p = 0.25$ ) entre los cinco momentos de evaluación. Con la ventilación voluntaria máxima hubo una reducción estadísticamente significativa ( $p = 0.02$ ), observada entre lo inicio (86.00 litros) y a los 10 minutos (79.29 litros) y 30 minutos (76.24 litros). No se observaron diferencias significativas entre los resultados de los grupos de intervención y control.

**Conclusiones:** En el presente estudio, no se observaron diferencias significativas en la función pulmonar después de la manipulación de la columna torácica. Futuros estudios de investigación deberían examinar los efectos de diferentes técnicas de terapia manual y protocolos de tratamiento.

**Palabras clave:** Manipulación columna torácica; Función pulmonar; Manipulación de alta velocidad y baja amplitud; Movilización articular de baja velocidad.

\* Corresponding author.

E-mail-address: [alexandrecondeiro2005@yahoo.com](mailto:alexandrecondeiro2005@yahoo.com) (A.M. Cordeiro).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.03.005>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Efeito da manipulação torácica na função pulmonar em nadadores

### RESUMO

**Objetivo:** A manipulação da coluna vertebral tem sido utilizada para melhorar a função respiratória em indivíduos saudáveis. No entanto, observou-se que não existem estudos no contexto de atividades desportivas. O objetivo deste estudo foi analisar o efeito da manipulação da coluna torácica na capacidade vital forçada, volume expiratório forçado no primeiro segundo e ventilação voluntária máxima em nadadores.

**Método:** Estudo aleatorizado controlado cruzado composto por 21 nadadores, divididos em dois grupos (Intervenção vs Controlo), com idades entre 16 e 24 anos, onde a capacidade vital forçada, volume expiratório forçado no primeiro segundo e ventilação voluntária máxima foram medidos em cinco momentos de avaliação: no início e, 1 minuto, 10 minutos, 20 minutos e 30 minutos após os procedimentos da manipulação da coluna torácica.

**Resultados:** Os testes ANOVA não mostraram diferenças estatisticamente significativas para a capacidade vital forçada ( $p = 0.35$ ) e volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $p = 0.25$ ) entre os cinco momentos da avaliação. Com a ventilação voluntária máxima houve uma redução estatisticamente significativa ( $p = 0.02$ ), observada entre o início (86.00 litros) e as medições aos 10 minutos (79.29 litros) e 30 minutos (76.24 litros). Não foram observadas diferenças significativas entre os resultados dos grupos intervenção e controlo.

**Conclusões:** No presente estudo, não foram observadas diferenças significativas na função pulmonar após a manipulação da coluna torácica. Futuras pesquisas devem examinar os efeitos de diferentes técnicas de terapia manual e protocolos de tratamento.

**Palavras-chave:** Manipulação coluna torácica; Função pulmonar; Manipulação de alta velocidade e baixa amplitude; Mobilização articular de baixa velocidade.

### Introduction

Spinal manipulation therapy has been used for hundreds of years and it is commonly performed by physical therapists, osteopaths, chiropractors and medical practitioners. The published research investigating the effectiveness of thoracic spine manipulation (TSM) has been growing since the beginning of the 2000s, where different techniques were applied mostly for treatment of musculoskeletal conditions.<sup>1</sup>

There are studies in individuals with limitations of the respiratory system, such as chronic obstructive pulmonary disease and asthma, in which TSM is suggested to increase joint mobility with a positive influence on chest wall compliance and lung function.<sup>2-4</sup> The chest mobilization is also believed to improve pulmonary ventilation and gas exchange.<sup>5</sup>

To see how the lungs are working, pulmonary function tests (PFT) like forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1) and maximal voluntary ventilation (MVV) are three non-invasive most relevant data in spirometry that can be measured.

It has been observed that there are not so many studies in the context of sports that explore the effects of TSM. Considering this and since elite level athletes constantly seek methods to improve performance, where the respiratory system is considered a limited rate factor, additional research is required to explore the effects of TSM. Thus, the aim of this study was to analyse the influence of a single TSM session on FVC, FEV1 and MVV over a time frame of 30 minutes in swimmers.

### Methods

#### Trial design

It was a randomized control trial crossover study. Participants were randomly assigned to receive either the TSM or no TSM procedures. Allocation to groups was randomized and concealed from all participants, with each participant selecting a sealed envelope from a set of prepared envelopes. Each envelope had a group number written inside. Number 1 assigned participants to the intervention group (IG) and number 2 assigned participants to the control group (CG).

#### Participants

Participants were recruited from two swimming clubs, where the study was conducted.

The sample consisted of 24 junior and senior swimmers of both genders (11 males), caucasians, with frequent participation in national level competitions, with a minimum of 3-year experience.

The inclusion criteria were to be aged between 16 and 30 years, those who meet the general considerations for lung testing requirements,<sup>6</sup> while the exclusion criteria used were individuals with cardiorespiratory disease, osteopathic/chiropractor treatment in the four weeks prior to the study, previous sternum/clavicle/rib/vertebra fracture in the last twelve months.

The participants were invited to a briefing before participation in this study. Those who accepted and agreed to participate, signed an informed consent and answered a questionnaire about personal and health data. For participants under 18 parental consent was obtained.

The study was approved by the Research Ethics Committee of our University, in Lisbon, in accordance with the Declaration of Helsinki. Confidentiality and anonymity were guaranteed, stored in a computer with password, the principal author being the responsible person for that.

Of the 24 healthy volunteers participated in this study, there were complications encountered in two subjects reporting *obstruction/restriction* on the spirometry results and one athlete did not complete the study. Data analysis from these three subjects were excluded. Therefore, data from 21 subjects were analysed (see [Figure 1](#)). Their anthropometric characteristics are summarized in [Table 1](#). Data collection were performed individually and on an equal basis, without interference from other swimmers, over a two-month period.

**Table 1.** Anthropometric Characteristics of the participants (n = 21)

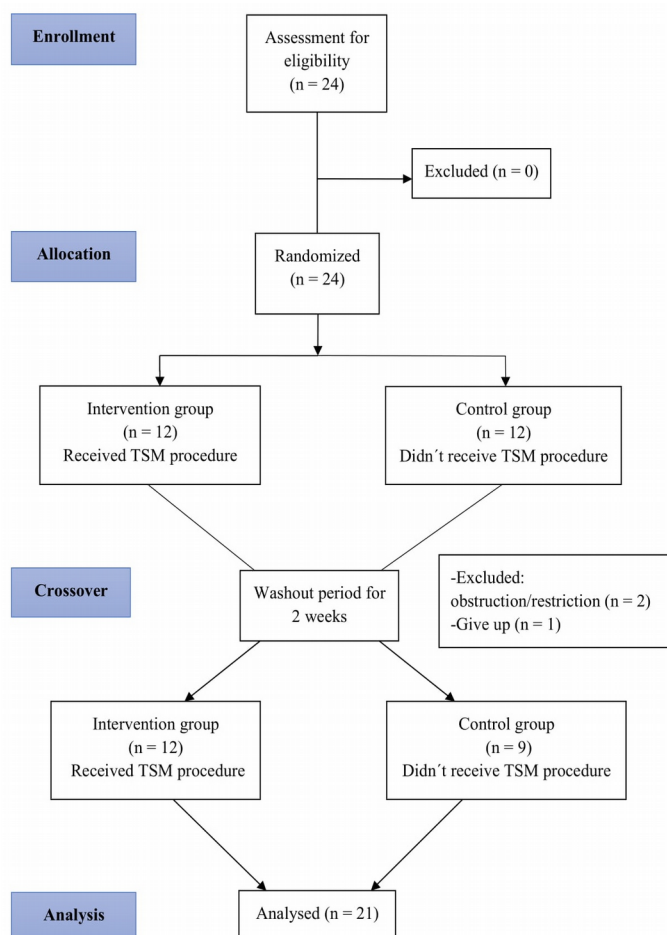
	Minimum	Maximum	Mean	SD
Age (years)	16	24	18.62	2.40
Body weight (kg)	54	88	65.48	8.71
Body height (cm)	159	186	170.71	7.47
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	18.5	27.8	22.42	2.11

BMI: body mass index; SD: standard deviation.

#### Procedures

PFT was performed by a cardiopneumology technician with a professional portable spirometer Medikro Pro, Product Code: M9488 (Medikro Oy, Finland), validated according to the American Thoracic Society and European Thoracic Society criteria.<sup>6</sup> All data were determined via the Medikro Spirometry Software version 3.1-03. The recommended reference values are in accordance with the reference equations proposed by Dias, Oliveira, Bárbara, Cardoso and Gomes<sup>7</sup> and the third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III) data was used.

All measurements were carried out under standard environmental conditions, enabling comfort temperature (between 18°C and 24°C) and a relative atmospheric humidity of 50% to 70%.



**Figure 1.** Flowchart of study selection process for review

In the calculation of the body mass index (BMI), a balance (Seca 877, Hamburg, Germany) and a stadiometer (Seca 217, Hamburg, Germany) were used for measurement.

All measurements were taken with the participants wearing only underwear.

The 24 participants were randomly divided into two groups, 12 in the IG and 12 in the CG.

All participants in the IG completed a single experimental session which involved PFT (FVC; FEV1; MVV) that were measured as follows: at baseline (before TSM intervention) and: at 1st minute, 10th minute, 20th minute and 30th minute following the TSM intervention that implicated two manual therapy techniques applied in standardized fashion: 1) High velocity low amplitude (HVLA) thrust manipulation<sup>8,9</sup> and 2) Low velocity joint mobilization (LVJM).<sup>10</sup>

An osteopath with nine years of experience performed the TSM techniques.

For HVLA, the subject laid supine with the arms crossed over the chest and hands passed around his shoulder. The osteopath with his hand in a neutral position contacted first over the spinous process of T1-T4, then over T5-T8 and finally over T9-T12. The other hand stabilized the head, neck, and upper thoracic spine of the participant. Gently, flexion of the thoracic spine was introduced until slight tension was palpated in the tissues at the osteopath contact point. Then, a HVLA technique downward toward the table and in a cephalad direction was applied. If no popping sound was heard on the first attempt, the osteopath repositioned the participant and performed a second HVLA thrust manipulation. A maximum of two attempts were performed on each participant (Figure 2a). Then it was performed LVJM rotatory grade four joint mobilizations to the thoracic and costovertebral joints. With the participant seated and with hands placed on the

contralateral shoulder, the osteopath placed their hand on the costovertebral joint and rotated the participant toward end-range. Each participant received one set of ten mobilizations to the left and ten mobilizations to the right (Figure 2b).

The CG received only light touch without performing any manoeuvre, without reduction, or push or joint noise and PFT were performed in the same manner as in the IG.



**Figure 2.** A: High velocity low amplitude technique. B: Low velocity joint mobilization technique.

Participants underwent the PFT in standing position, wearing a nose clip. During this, they were instructed to breathe normally into the spirometer for 30 seconds, sealed their lips around the mouthpiece, after which they were instructed to inspire maximally and then maximally expire as forceful as possible for six seconds so that FVC and FEV1 could be measured. Measures were completed in triplicate, allowing one minute between efforts, with the best results used for analysis. One minute after, participants completed a single MVV manoeuvre for 15 seconds.

Two athletes were excluded from the study because they presented obstruction/restriction in the spirometry measurements. Subsequently, there was a washout period of two weeks, after which the crossover was done for the groups and the intervention performed again (at this point, one athlete quitted the study for professional reasons).

#### Statistical analysis

For FVC and FEV1, 12% is estimated to be the minimum level of clinically important change.<sup>11</sup> To calculate the sample size, we used G\*Power software (version 3.1.9.2, Heinrich-Heine-University, Düsseldorf, Germany). Based on previous research,<sup>12</sup> we assumed the baseline mean (standard deviation) FVC value would be 6.0 ( $\pm$  0.9) litres with a correlation between measures of 0.3. Considering an alpha level of 0.05, recruiting 21 participants would provide 90% power to detect a 12% change in FVC.

Variables were assessed for normality using the Kolmogorov Smirnov test and the Shapiro Wilk test. We concluded that the variables followed normal distribution at the level of significance of 0.05. Therefore, a General Linear Model ANOVA for repeated measures was used to compare the values of both groups in the five evaluation moments.

Statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics 24 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

#### Results

The ANOVA tests for repeated measures, after applying the Greenhouse-Geisser correction, showed no statistically significant differences in the results obtained in the five moments for FVC ( $F = 1.093$ ,  $p = 0.35$ ) and for FEV1 ( $F = 1.440$ ,  $p = 0.25$ ) (see Table 2). With respect to MVV, significant differences were found ( $F = 3.029$ ,  $p = 0.033$ ), with the significant differences occurring between Baseline and ten minutes and between Baseline and 30 minutes, in



**Table 2.** Means, standard deviations, confidence intervals, ANOVA results and effect size for forced vital capacity, forced expiratory volume in one second and maximal voluntary ventilation in the five evaluation moments

	Time										F	p	$\eta^2$
	Baseline		1 minute		10 minutes		20 minutes		30 minutes				
	M (SD)	CI 95%	M (SD)	CI 95%	M (SD)	CI 95%	M (SD)	CI 95%	M (SD)	CI 95%			
FVC	4.64 (1.04)	4.17 - 5.12	4.74 (0.94)	4.31 - 5.17	4.62 (0.96)	4.18 - 5.05	4.74 (0.90)	4.33 - 5.15	4.65 (1.04)	4.17 - 5.12	1.093	0.348	0.052
FEV1	3.91 (0.82)	3.53 - 4.28	3.86 (0.76)	3.51 - 4.20	3.77 (0.70)	3.45 - 4.09	3.81 (0.71)	3.49 - 4.13	3.80 (0.75)	3.46 - 4.15	1.440	0.247	0.067
MVV	86.00 (35.36)	69.90 - 102.09	82.46 (34.31)	66.85 - 98.08	79.29 (30.74)	65.30 - 93.29	80.90 (32.20)	65.78 - 96.01	76.24 (33.40)	61.04 - 91.45	3.029	0.033	0.132

FVC: forced vital capacity; FEV1: forced expiratory volume in one second; MVV: maximal voluntary ventilation;  $\eta^2$ : partial Eta squared.

both cases the baseline value (86.00 litres) being significantly higher than those after ten minutes (79.29 litres) and after 30 minutes (76.24 litres).

A paired-samples *t*-test was performed to compare the results obtained by each participant in FVC, FEV1 and MVV in the five moments, in the intervention and control situations. With two exceptions, FVC after one minute and after 20 minutes, all the other measurements did not show any significant difference, and all the correlations between the two moments were strong, positive and significant at the 0.01 level.

## Discussion

This study analysed the effect of a single TSM session on FVC, FEV1 and MVV in swimmers during a 30-minute period measured in five evaluation moments, one to establish baseline and four subsequent moments, after 1, 10, 20 and 30 minutes.

Decreased lung volumes at rest result in rapid shallow breathing during exercise, which can be expressed in a decrease in the maximal oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ) where is considered to be an important performance-influencing factor,<sup>13</sup> a decrease in the maximal exercise time and MVV.<sup>14,15</sup> Theoretically, an increase in the PFT could mean an improve in the athlete's performance and so, if TSM techniques could improve the lung function, this could be very valuable if applied immediately before a swimming competition or as part of the athlete's training in the short, medium or long-term performance improvement. However, the main finding from our study showed that there were no statistically significant differences occurred among the five moments in FVC and FEV1, therefore no significant improvement was found. On the other hand, with the MVV there was a statistically significant reduction that can be due to the fact that this test requires effort and coordination by the athletes when performing it, and for this reason, there may have been some fatigue during the five moments of evaluation.<sup>6</sup>

This type of results is not unanimous in the literature, and contrary to our results, Engel and Vemulpad<sup>16</sup> reported significant increase in FVC and FEV1 in healthy participants who received nonspecific HVLA of the lower cervical and thoracic spine and the posterior articulations of the associated ribs. However, it should be noted that these findings were only reported immediately following the sixth manual therapy session during an intervention consisting of six sessions over a 4-week period.

Similarly, Shin and Lee<sup>17</sup> investigated the effects of TSM in a single session in healthy participants who received HVLA in the thoracic spine and showed that after the intervention, FVC and FEV1 were also significantly increased in the experimental group, (FVC increased by 0.2 litres and FEV1 by 0.1 litres) while the control group showed no difference. On the other hand, Wall et al.<sup>18</sup> indicated no statistically significant changes in the pulmonary function measures at any time point following the manual therapy intervention, and so did Santos et al.<sup>19</sup> in a study with 30 volunteers, where the results showed no significant difference, in FVC, FEV1 and MVV.

In conclusion, although we were seeking for acute improvement in swimmer's performance, our results did not quite support our expectations.

Some limitations must be referred. Myofascial restrictions, pressure, and velocity of the TSM techniques on the participants were assumed to be identical, since they were all performed by the same osteopath, but actually they were not measured. Also, our intervention consisted of only one manual therapy intervention, and it is possible that additional interventions may favourably impact pulmonary function.

Future research should examine the effects of these and other manual therapy techniques with more complex approaches, e.g., diaphragm activation and/or accessory muscle stretching, not only in swimming but also in other type of sports, and if possible, with a longer follow-up evaluation, in order to obtain more reliable conclusions.

**Authorship.** All the authors have intellectually contributed to the development of the study, assume responsibility for its content and also agree with the definitive version of the article. **Conflicts of interest.** The authors have no conflicts of interest to declare. **Funding.** No grants or funding sources. **Acknowledgements.** Special thanks to all athletes, to Mr. João Saúde, Mr. Carlos Costa, Dr. Carlos Lopes and Professor Manuela Rodrigues. **Provenance and peer review.** Not commissioned; externally peer reviewed. **Ethical Responsibilities.** *Protection of individuals and animals:* The authors declare that the conducted procedures met the ethical standards of the responsible committee on human experimentation of the World Medical Association and the Declaration of Helsinki. *Confidentiality:* The authors are responsible for following the protocols established by their respective healthcare centers for accessing data from medical records for performing this type of publication in order to conduct research/dissemination for the community. *Privacy:* The authors declare no patient data appear in this article.

## References

1. [Walser F, Meserve B, Boucher T. The effectiveness of thoracic spine manipulation for the management of musculoskeletal conditions: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. J Man Manip Ther. 2009;17\(4\):237-46.](#)
2. [Balon J, Aker PD, Crowther ER, Danielson C, Cox PG, O'Shaughnessy D, et al. A comparison of active and simulated chiropractic manipulation as adjunctive treatment for childhood asthma. N Engl J Med. 1998;339\(15\):1013-20.](#)
3. [Bockenbauer S, Julliard K, Lo K. Quantifiable effects of osteopathic manipulative techniques on patients with chronic asthma. J Am Osteopath Assoc. 2002;102\(7\):371-5.](#)
4. [Dougherty P, Engel R, Vemulpad S, Burke J. Spinal manipulative therapy for elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease: a case series. J Manip Physiol Ther. 2011;34\(6\):413-7.](#)
5. [Leelarungrayub D. Chest Mobilization Techniques for Improving Ventilation and Gas Exchange in Chronic Lung Disease. Chronic Obstructive Pulmonary Disease - Current Concepts and Practice \[Internet\]. InTech; 2012.](#)
6. [Miller R, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. General considerations for lung function testing. Eur Respir J. 2005;26\(1\):153-61.](#)
7. [Dias H, Oliveira A, Bárbara C, Cardoso J, Gomes E. Programa Nacional para as Doenças Respiratórias - Critérios da Qualidade Para a Realização de uma Espirometria Direção-](#)

- Geral Da Saúde, 2016;1-30. [consulted on november 2018]: Available at <https://www.dgs.pt/documentos-em-discussao-publica/criterios-da-qualidade-para-a-realizacao-de-uma-espirometria-em-discussao-publica-pdf.aspx>.
8. [Masaracchio M, Cleland A, Hellman M, Hagins M. Short-term combined effects of thoracic spine thrust manipulation and cervical spine nonthrust manipulation in individuals with mechanical neck pain: a randomized clinical trial. J Orthop Sport Phys. 2013;43\(](#)
  9. [Cleland J, John M, Childs D, Mcrae M, Palmer J, Stowell T. Immediate effects of thoracic manipulation in patients with neck pain: a randomized clinical trial. Man Ther. 2005;10\(2\):127-35.](#)
  10. Maitland G, Hengeveld E, Banks K, English K, editors. Maitland's vertebral manipulation. 7th ed. Elsevier Butterworth Heinemann; London. 2005. p. 332-3.
  11. [Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo R, Burgos F, Casaburi R, et al. Interpretative strategies for lung function tests. Eur Respir J. 2005;26\(5\):948-68.](#)
  12. Lazovic B, Mazic S, Suzic-Lazic J, Djelic M, Djordjevic-Saranovic S, Durmic T, et al. Respiratory adaptations in different types of sport. Eur Rev Med Pharmacol 2015;19(12):2269-74.
  13. [Fernandes R, Keskinen K, Colaço P, Querido A, Machado L, Morais P, et al. Time limit at  \$\dot{V}O\_2\$ max velocity in elite crawl swimmers. Int J Sports Med. 2008;29\(2\):145-50.](#)
  14. [O'Donnell E, Hong H, Webb A. Respiratory sensation during chest wall restriction and dead space loading in exercising men. J Appl Physiol. 2000;88\(5\):1859-69.](#)
  15. [Coast J, Cline C. The effect of chest wall restriction on exercise capacity. Respirology. 2004;9\(2\):197-203.](#)
  16. [Engel R, Vemulapad S. The effect of combining manual therapy with exercise on the respiratory function of normal individuals: a randomized control trial. J Manip Physiol Ther. 2007;30\(7\):509-13.](#)
  17. [Shin C, Lee W. The immediate effects of spinal thoracic manipulation on respiratory functions. J Phys Ther Sc. 2016;28\(9\):2547-9.](#)
  18. [Wall A, Peiffer J, Losco B, Hebert J. The effect of manual therapy on pulmonary function in healthy adults. Sci Rep. 2016;6:33244.](#)
  19. [Santos A, Santos A, Carli J, Rocha P, Previatti K. Influência das técnicas de terapia manual osteopática na função respiratória. Arq Cienc Sau. 2015;19\(3\):191-7.](#)



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original

## Reprodutibilidade teste-reteste de uma bateria de avaliação motora para jogadores de bocha paralímpica



J. I. Oliveira<sup>a</sup>, L. I. Oliveira<sup>b</sup>, S. Arruda<sup>a</sup>, S. Oliveira<sup>c\*</sup>

<sup>a</sup> Graduação em Educação Física. Discente do Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Universidade Federal de Pernambuco. Brasil.

<sup>b</sup> Mestrado em Educação Física. Discente do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física. Universidade Federal de Pernambuco. Membro da Academia Paralímpica Brasileira. Brasil.

<sup>c</sup> Doutorado em Educação Física. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Centro Acadêmico de Vitória. Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte. Universidade Federal de Pernambuco. Membro da Academia Paralímpica Brasileira. Brasil.

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO: Recebido a 23 de abril de 2020, aceite a 3 de junho de 2020, online a 6 de julho de 2020

### RESUMO

**Objetivo:** a bocha paralímpica é uma modalidade baseada em controle motor, tomada de decisão e precisão. Muito embora haja aumento no número de participantes e no desempenho apresentado pelos atletas nos eventos mundiais, diferente de outros esportes paralímpicos, a modalidade ainda não dispõe de protocolos para avaliação motora específicos destinados aos praticantes. Nosso objetivo foi montar e avaliar a reprodutibilidade de uma bateria de testes para avaliação das capacidades motoras na bocha paralímpica.

**Método:** Os testes selecionados consideraram características pertinentes a prática da modalidade: a) teste de coordenação de mãos; b) teste de tempo de reação de mãos; c) teste de capacidade aeróbia; e d) teste de agilidade em formato "oito", escolhidos pela praticidade. Dez jogadores participaram da aplicação da bateria, sendo avaliados com 7 dias de diferença. Foram determinados o viés (método de Bland-Altman), o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e o erro padrão de medida (EPM).

**Resultados:** A análise dos dados revelou excelentes características de estabilidade das medidas ([coordenação de mãos: viés = -3.700; CCI = 0.87; EPM = 5.53]; [tempo de reação de mãos: viés = -0.500; CCI = 0.99; EPM = 1.53]; [capacidade aeróbia: viés = 8.333; CCI = 0.98; EPM = 16.44]; [agilidade no formato "oito": viés = 2.980; CCI = 0.93; EPM = 5.28]).

**Conclusão:** Recomendamos avaliações em outros atletas no sentido de criar padrões normativos baseados nas classes funcionais e no nível de desempenho dos praticantes.

**Palavras-chaves:** Desempenho atlético; Pessoas com deficiência; Paralisia Cerebral; Para-Atletas.

## Reproducibilidad test-retest de una batería de pruebas motoras para jugadores de bocha paraolímpica

### RESUMEN

**Objetivo:** la bocha paralímpica es una modalidad basada en el control motor, la toma de decisiones y la precisión. Aunque hay un aumento en el número de participantes y en el rendimiento presentado por los atletas en eventos mundiales, a diferencia de otros deportes paralímpicos, la modalidad aún no tiene protocolos específicos de evaluación motora para los profesionales. Nuestro objetivo fue reunir y valorar la reproducibilidad de una batería de pruebas para evaluar las habilidades motoras en la pelota de bocha paralímpicas.

**Método:** Las pruebas seleccionadas consideraron características relevantes para la práctica de la modalidad: a) prueba de coordinación manual; b) prueba de tiempo de reacción manual; c) prueba de capacidad aeróbica; y d) prueba de agilidad en formato "ocho", elegida por su practicidad. Diez jugadores participaron en la aplicación de la batería, siendo evaluados con siete días de diferencia. Se determinó el sesgo (método de Bland-Altman), el coeficiente de correlación intraclase (ICC) y el error estándar de medición (EPM).

**Resultados:** el análisis de datos reveló excelentes características de estabilidad de las medidas ([coordinación manual: sesgo = -3.700; CCI = 0.87; EPM = 5.53]; [tiempo de reacción de la mano: sesgo = -0.500; CCI = 0.99; EPM = 1.53]; [capacidad aeróbica: sesgo = 8.333; CCI = 0.98; EPM = 16.44]; [agilidad en el formato "ocho": sesgo = 2.980; CCI = 0.93; EPM = 5.28]).

**Conclusión:** Recomendamos evaluaciones en otros atletas para crear estándares normativos basados en las clases funcionales y el nivel de desempeño de los practicantes.

**Palabras clave:** Rendimiento atlético; Personas con discapacidad; Parálisis Cerebral; Para-Atletas.

\* Autor para correspondência.

Correios eletrónicos: [saulofmoliveira@gmail.com](mailto:saulofmoliveira@gmail.com) (S. Oliveira).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.06.002>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)



## Test-retest reproducibility of a motor tests for paralympic boccia players

### ABSTRACT

**Objective:** the paralympic boccia is a modality based on motor control, decision making and precision. Although there is an increase in the number of participants and in the performance presented by athletes in world events, unlike other paralympic sports, the modality does not yet have specific motor assessment protocols for practitioners. Our objective was to assemble and evaluate the reproducibility of a battery of tests to assess motor skills in the paralympic bocce ball.

**Method:** The selected tests considered characteristics relevant to the practice of the modality: a) hand coordination test; b) hand reaction time test; c) aerobic capacity test; and d) "eight" format agility test, chosen for practicality. Ten players participated in the battery application, being evaluated 7 days apart. The bias (Bland-Altman method), the intraclass correlation coefficient (ICC) and the standard error of measurement (EPM) were determined.

**Results:** Data analysis revealed excellent stability characteristics of the measures ([hand coordination: bias = -3.700; ICC = 0.87; EPM = 5.53]; [hand reaction time: bias = -0.500; ICC = 0.99; EPM = 1.53]; [aerobic capacity: bias = 8.333; CCI = 0.98; EPM = 16.44]; [agility in the "eight" format: bias = 2.980; CCI = 0.93; EPM = 5.28]).

**Conclusion:** We recommend evaluations on other athletes in order to create normative standards based on the functional classes and the level of performance of the practitioners.

**Keywords:** Athletic performance; Disabled persons; Cerebral Palsy; Para-Athletes.

### Introdução

A bocha paralímpica é uma modalidade esportiva presente nos jogos paralímpicos desde a edição de 1984, em Nova Iorque<sup>1</sup>. Constitui-se em uma adaptação do esporte original, comum em regiões da Europa e América do Sul. Sua versão adaptada apresenta grande potencial inclusivo, especialmente por tornar elegíveis para sua prática pessoas com deficiência motora severa, tais quais paralisia cerebral, tetraplegia e má formações congênicas e doenças degenerativas. É subdividida em quatro categorias, que variam conforme a capacidade funcional dos praticantes em termos de autonomia para lançar suas bolas além do controle da cadeira de rodas durante o jogo<sup>2</sup>.

Um ponto importante deste esporte é a precisão do gesto técnico dos atletas, pois é uma habilidade motora fundamental para que o arremesso seja bem-sucedido<sup>3</sup>. Outros fatores determinantes para um bom arremesso: coordenação, foco, ajuste e controle do movimento, amplitude e mobilidade articular e força. Além de todos esses fatores, capacidades de explosão e recuperação entre os diversos momentos de lançar influenciam na qualidade do arremesso. As investigações realizadas até o momento têm demonstrado que a demanda fisiológica e neuro-motora aumenta de acordo com a distância com que o alvo (bola alvo ou bola do adversário) está posicionada mais distante<sup>3,4</sup>, e que técnicas sistematizadas<sup>5</sup> e digitais<sup>6</sup> parecem ser viáveis para o treinamento dos atletas.

As bases para o treinamento e acompanhamento da evolução dos atletas paralímpicos estão relacionadas aos processos de avaliação. Considerando as especificidades de cada modalidade esportiva, se faz necessário obtermos indicadores mais próximos as reais demandas impostas aos atletas<sup>7,8</sup>. No âmbito Paralímpico, algumas modalidades tem produzido rotinas de avaliação específicas, tais quais o basquetebol em cadeiras de rodas<sup>9,10</sup>, o rúgbi em cadeiras de rodas<sup>11,12</sup>, o tênis em cadeiras de rodas<sup>13</sup> e o voleibol sentado<sup>14,15</sup>, todas unindo capacidades físicas e técnicas em seus protocolos. Para os esportes individuais normalmente são considerados protocolos que levem em consideração as capacidades condicionais e coordenativas, como sendo indicadores que possam guardar relação com o desempenho final da prova, a exemplo do que se observa no atletismo e da natação paralímpica<sup>7,16,17</sup>. Já nos esportes coletivos, em especial aqueles realizados com locomoção em cadeiras de rodas, normalmente se recorrem a testes que levem em consideração o binômio "sujeito+cadeira de rodas", em virtude das características ergonômicas envolvidas<sup>18,19</sup>, além de outras habilidades técnicas que caracterizam o desempenho em quadra<sup>2,20</sup>.

A despeito da sua evolução em termos de número de atletas e resultados expressivos, a bocha paralímpica não possui suas rotinas de avaliação específicas, devidamente testadas em termos de critérios de autenticidade científica. Sabidos disto, até o

presente momento, inexistem testes motores que possam avaliar e monitorar capacidades condicionantes, coordenativas e técnicas no dia-a-dia dos praticantes, seja para o controle dos treinos e dos indicadores de desempenho esportivo na modalidade. Assim, nosso objetivo foi apresentar e demonstrar a reprodutibilidade de uma bateria de testes para avaliação de capacidades motoras de jogadores de bocha paralímpica.

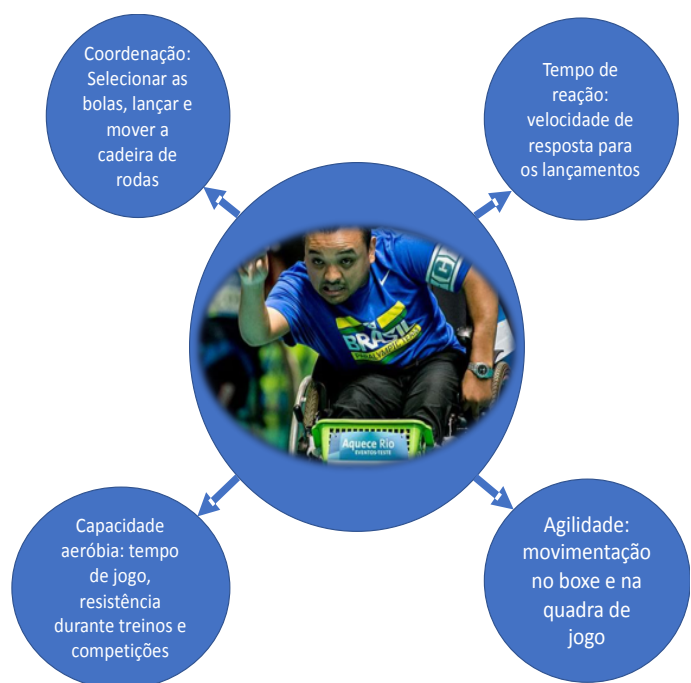
### Método

#### Sujeitos

Todos procedimentos deste estudo foram conduzidos eticamente de acordo com a Declaração de Helsinkí de 1995 e padrões éticos na pesquisa em ciências do esporte e do exercício. O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Pernambuco aprovou o estudo sob o número CAAE: 22542619.0.0000.9430 e o Termo de Consentimento Livre Esclarecido obtido de cada participante. Todos os participantes possuem experiência com a prática da bocha paralímpica, com participação em eventos regionais, nacionais e internacionais. A amostra se configurou em 10 indivíduos (6 do sexo masculino; 4 do sexo feminino).

#### Delineamento experimental

A referida bateria de testes foi desenvolvida pelos próprios autores (sob coordenação dos pesquisadores SO e LIG), todos com formação profissional em educação física e esportes, com se baseando em suas experiências com o treinamento na bocha paralímpica (mais de cinco anos), com participação em evento regionais, nacionais e internacionais. Após a bateria ter sido escolhida todos os testes foram apresentados aos treinadores da equipe que participou das coletas de dados, para que fossem retiradas dúvidas quanto a sua aplicação e o significado de cada variável selecionada. Os testes foram escolhidos no sentido de representar algumas das principais dimensões motoras que possam, direta ou indiretamente, influenciar o desempenho de jogadores de bocha em quadra, tornando-se indicadores importantes para o controle da efetividade durante as rotinas de treinamento. Para entender as referidas dimensões, observaram-se as características do jogo e especialmente dos jogadores, de acordo com a interação existente entre a deficiência dos atletas, a sua funcionalidade de movimento e as regras da modalidade. Assim, foram definidas as dimensões de capacidades condicionantes/coordenativas relacionadas a: a) coordenação de membros superiores; b) tempo de reação de membros superiores; c) agilidade; e d) capacidade aeróbia. Na [Figura 1](#), segue um esquema que delimita cada dimensão, justificando as características do jogo contempladas.



**Figura 1.** Delimitação das capacidades motoras requeridas ao jogador de bocha adaptada.

Em seguida, os critérios escolhidos para desenvolvimento da bateria de testes disseram respeito a facilidade no entendimento pelos avaliadores/treinadores e jogadores (linguagem simples e direta), da facilidade na aplicação dos protocolos (materiais e equipamentos acessíveis), além de terem relação direta com as capacidades coordenativas/condicionantes observadas e as necessidades motoras dos atletas. Os testes foram realizados nos próprios locais de treinamento dos jogadores. Os mesmos procedimentos, para toda a bateria de testes, foram realizados em duas ocasiões, com intervalo de sete dias entre elas, sendo realizado no mesmo horário do dia. Os jogadores foram orientados a seguirem suas rotinas, a se alimentarem como de costume e a não realizarem atividades físicas vigorosas 24 horas antes das avaliações.

Teste de coordenação de mãos (adaptado de Guedes<sup>21</sup>): o teste faz parte da bateria de avaliação EUROFIT<sup>22</sup>, já utilizado e validade em amostras de pessoas com deficiência<sup>23,24</sup>. O instrutor usará uma mesa como material de fixação de uma fita crepe. Irá demarcar um espaço de 60 centímetros entre duas marcações (adaptável, dependendo do grau de deficiência, para 30 cm). A atividade durará 30 segundos cronometrados. Para aplicação do teste, pedirá ao para-atleta aproximar e encaixar sua cadeira em um local confortável. Sua mão não-dominante ficará no centro entre as duas marcações, em contraponto, a mão dominante repousará sobre a outra à espera do comando do instrutor. No comando do instrutor, o para-atleta executará, mais rapidamente possível a sequência de batidas nas marcações definidas. O número de batidas em sequência será contado pelo instrutor e contabilizada na ficha de controle. O teste será repetido em dois dias distintos, com uma sequência de duas seções com um intervalo de tempo de um minuto. Adaptações possíveis: a distância entre os pontos de alcance pode ser reduzida até a metade do tamanho original, além da altura e da posição da mesa para alcance por parte do jogador. Aqueles jogadores com adaptações para o jogo (classe BC3), podem realizar o movimento com a melhor adaptação possível (capacetes, ponteiras, bastões e similares).

Teste de tempo de reação de mãos (adaptado de Guedes<sup>21</sup>): trata-se de um protocolo baseado no teste de tempo de reação de mãos de Nelson<sup>25</sup>, normalmente utilizado para avaliação de pessoas idosas, e já utilizado em outras modalidades esportivas praticadas com os membros superiores<sup>26,27</sup>. O teste terá como material de apoio uma régua de 30 centímetros (adaptável,

dependendo do grau da deficiência, um bastão de 70 centímetros) e uma fita métrica para medição. O para-atleta estenderá seu braço e abrirá a palma de sua mão. O instrutor fixará a base da régua (bastão) em contato com a base do dedo indicador, e como comando: “prepara”, deixará em alerta o para-atleta para a soltura do objeto. Com a reação do para-atleta segurando o objeto, o instrutor marcará a base da palma da mão como indicação para a medida da fita métrica. A medida será contabilizada pelo instrutor na ficha de controle. O teste será repetido em dois dias distintos, com uma sequência de duas seções com um intervalo de tempo de um minuto. Adaptações possíveis: aos jogadores com dificuldades de executar o movimento de “pegada”, há possibilidade de ser realizada a sustentação da régua com ambas as mãos, em um movimento similar ao de “bater palmas”, ou mesmo utilizando as ponteiras, capacetes, bastões ou a respectiva adaptação de cada jogador.

Teste de agilidade formato “8” (adaptado de Kilkens<sup>28,29</sup>): este protocolo é utilizado em diversas baterias de avaliação da mobilidade de usuários de cadeiras de rodas<sup>30,31</sup> compondo um aspecto funcional dos atletas de bocha paralímpica pelos pequenos deslocamentos realizados na quadra de jogo. Como padrão, são usados cones do mesmo formato e cor, distanciados em 2 metros e 40 centímetros. O instrutor cronometra o tempo em um aparelho celular. Após o comando do instrutor, o para-atleta percorrerá a distância entre os cones no formato de um “8”. Alguns para-atletas usarão cadeiras motorizadas, outros usarão cadeiras manuais. Será indicado o para-atleta a percorrer todo o percurso sem pausas. O tempo alcançado pelo para-atleta será contado pelo instrutor e contabilizada na ficha de controle. O teste será repetido em dois dias distintos, com uma sequência de duas seções com um intervalo de tempo de um minuto. Adaptações possíveis: nenhuma adaptação excessiva é necessária para este protocolo, tendo em vista que pode ser administrado em jogadores com cadeiras de rodas manuais ou mesmo automáticas.

Teste aeróbio de 6 minutos (adaptado de Cowan<sup>32</sup>): este protocolo foi originalmente desenvolvido por Cowan et al<sup>32</sup>, e já demonstrou boa aplicabilidade em pessoas com paralisia cerebral<sup>33</sup>. O teste terá como material de apoio uma fita métrica de 10 metros, 10 cones (marcação a cada metro) e fita crepe para fixação da fita métrica no chão. O para-atleta, ao comando do instrutor, percorrerá os 10 metros indicados em linha reta. O percurso será constante (ida e vinda) com a duração de 6 minutos cronometrados em um telefone celular. Na planilha, será anotada, a cada minuto, a quantidade de voltas completadas durante os 6 minutos do teste aeróbio. O teste será repetido em dois dias distintos, com uma sequência de duas seções com um intervalo de tempo de três minutos. Adaptações possíveis: este protocolo é destinado apenas aos jogadores que conseguem mover a cadeira de rodas manualmente.

#### Análise estatística

Os dados descritivos dos jogadores foram organizados individualmente e por meio dos valores médios e do desvio-padrão. No sentido de comparar os valores médios obtidos entre os dias 1 e 2 de avaliação recorreu-se a um teste t para amostras pareadas. Para verificar a estabilidade das medidas, optou-se por utilizar o método de análise gráfica de Bland-Altman<sup>34</sup>, com verificação dos respectivos vieses e limites de concordância estabelecidos (inferior e superior). Adicionalmente, recorreu-se aos cálculos do coeficiente de correlação intraclassa (CCI), do erro-padrão de medida (EPM) pela equação  $EPM = DP \times \sqrt{1 - CCI}$ , onde DP é o maior desvio-padrão verificado entre os momentos de coleta (1 e 2). Em posse desses indicadores, calculou-se a mínima diferença detectável (MDD) por meio da fórmula  $MDD = 1,64 \times \sqrt{2 \times EPM}$ . Tais estratégias já foram utilizadas em estudos anteriores<sup>35</sup>. Os dados foram analisados no software Prism, versão 6.0 (Graphpad, EUA), e o nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0.05$ ).

## Resultados

Na [Tabela 1](#) são apresentadas as características gerais dos jogadores avaliados na pesquisa. Observa-se que os atletas possuem média de experiência de  $49.50 \pm 28.54$  meses (aproximadamente 4 anos), com 13.40 horas de treinamento por semana, em média.

**Tabela 1.** Dados descritivos dos jogadores participantes da pesquisa.

ID	Idade (anos)	CF (pontos)	Deficiência (tipo)	Tempo de experiência (meses)	Volume de treino semanal (horas)
01	29	BC2	PC	48	24
02	36	BC2	PC	48	18
03	24	BC4	Má formação	24	12
04	22	BC4/BC5*	Paraplegia alta	24	8
05	24	BC3	DM	3	12
06	18	BC1	PC	48	12
07	23	BC2	PC	96	12
08	31	BC4	DM	48	12
09	36	BC2	PC	84	12
10	24	BC1	PC	72	12
M	26.70	--	--	49.50	13.40
DP	6.06	--	--	28.54	4.43

ID: n° de identificação do jogador; CF: classe funcional; PC: paralisia cerebral; DM: distrofia muscular; M: média; DP: desvio-padrão; \* BC5 é uma classe funcional já é reconhecida pelas entidades de controle internacionais, ainda que não esteja presente em competições oficiais da modalidade.

Ao compararmos os dias 1 e 2 de avaliação, verifica-se que não há diferenças estatisticamente significativas entre os momentos, com diferença de 7 dias entre as avaliações ([Figura 2](#)). Os valores médios de cada teste selecionado encontram-se apresentados na [Figura 2](#) (painéis A-D).

Em relação a análise de confiabilidade teste-reteste por meio do método de Bland-Altman, os resultados de comparação entre os resultados dos dois dias de avaliação encontram-se apresentados na [Figura 3](#).

Observam-se vieses baixos para cada um dos testes aplicados, sendo consideráveis aceitáveis em termos de critérios de autenticidade científica no contexto da avaliação do desempenho (teste de coordenação de mãos: viés: -3.700 e  $p=0.015$ ; teste de tempo de reação: viés -0.500 e  $p=0.820$ ; teste aeróbio de 6 minutos: viés: 8.333 e  $p=0.131$ ; teste de agilidade formato "8": viés: 2.980 e  $p=0.228$ ). Os resultados apresentados confirmam a excelente aplicabilidade no contexto do treinamento, reabilitação ou mesmo iniciação de jovens jogadores de bocha adaptada. Finalmente, na [Tabela 2](#) são apresentados os coeficientes de correlação intraclassa (CCI), o erro padrão de estimativa (EPE) e a mínima diferença detectável (MDD) para cada teste avaliado.

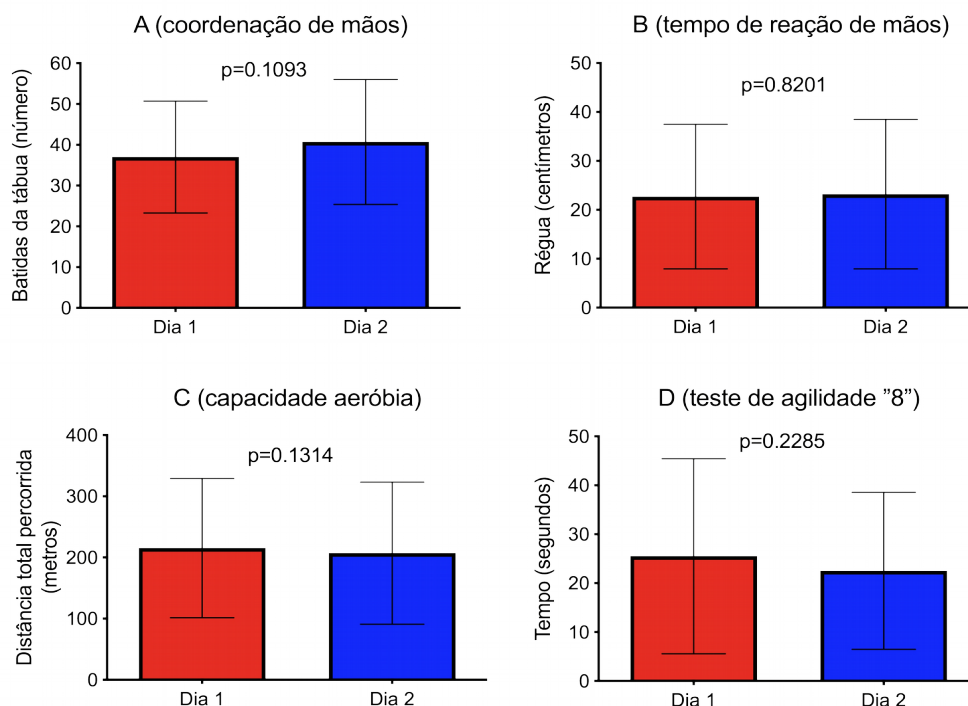
**Tabela 2.** Valores dos coeficientes de reprodutibilidade selecionados para cada teste avaliado

Teste avaliado	CCI	EPE	MDD
Coordenação mãos	0.87	5.53	5.45
Tempo de reação mãos	0.99	1.53	2.87
Capacidade aeróbia	0.98	16.44	9.40
Agilidade "8"	0.93	5.28	5.33

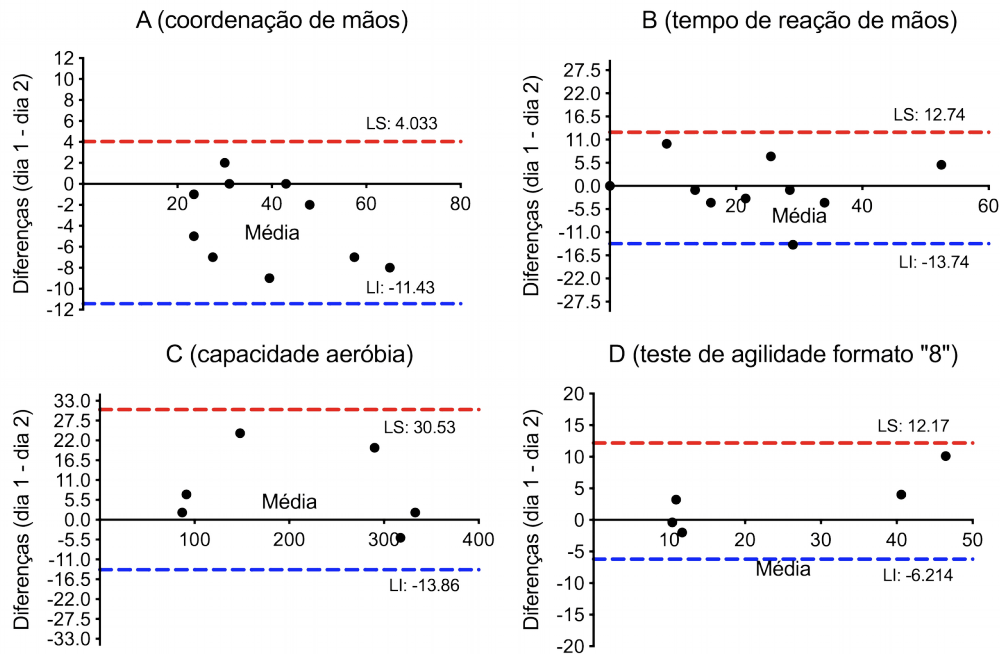
CCI: Coeficiente de Correlação Intraclassa; EPE: Erro-Padrão de Estimativa; MDD: Mínima Diferença Detectável.

## Discussão

Nosso objetivo foi apresentar uma bateria de testes para avaliação motora de jogadores de bocha paralímpica. Os testes selecionados seguiram os pressupostos de adaptabilidade, e acessibilidade para sua seleção, no sentido de tornarem-se fáceis de aplicar e demandando pouco material para sua utilização. Ao aplicarmos aos mesmos atletas a bateria proposta, observou-se ótimos resultados de reprodutibilidade, representados pelo CCI, pelo EPM e também pela análise gráfica de Bland-Altman. Adicionalmente, propomos valores mínimos para que os treinadores ou terapeutas possam avaliar seus atletas e acompanhar a evolução das intervenções realizadas.



**Figura 2.** Comparação das médias entre os dias de avaliação (1 e 2), para cada teste selecionado. P: significância estatística verificada por meio do teste t pareado; barras vermelhas (momento 1 de coletas); barra azuis (momento 2 de coletas).



**Figura 3.** Análise gráfica de Bland-Altman entre os dias 1 e 2 para cada teste aplicado. LS: limite superior de concordância; LI: limite inferior de concordância.

Estes resultados estão de acordo com investigações anteriores que propuseram baterias de testes para outras modalidades paralímpicas. Vanlandevijck, Daly e Theisen<sup>10</sup>, adaptaram uma bateria de testes para o basquetebol em cadeiras de rodas, encontrando valores de coeficiente de correlação ("r") acima de 0.65, para os testes de campo com bola. De forma similar Gorla et al<sup>12</sup>, encontraram valores superiores de "r" 0.84, ao validar a bateria Beck em jogadores brasileiros de rúgbi em cadeiras de rodas. Este mesmo comportamento de estabilidade das medidas também foi observado para amostras de jogadores de tênis em cadeiras de rodas<sup>13</sup> e voleibol sentado<sup>14,15</sup>.

Determinadas razões podem ter colaborado para a elevada confiabilidade e validade dos testes que foram achados nesta pesquisa. A princípio, destaca-se que as sessões de teste e reteste para todas as medições foram separadas por sete dias. Este distanciamento pode impedir as decorrências do aprendizado dos indivíduos sobre a reprodutibilidade destas medidas. Portanto, a utilização do objetivo do protocolo, explicações, a posição e a atmosfera no decorrer das duas sessões de testagem podem ter contribuído com a solidez dos resultados. Tais resultados são reforçados pela comparação entre as médias dos resultados, que não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os dias 1 e 2 (figura 2, painéis A, B, C e D).

A concepção de testes, voltados para a avaliação dos elementos da aptidão física, tem aparecido como um instrumento prático para a avaliação e domínio do treinamento em distintas populações. Contudo, parece existir uma carência de pesquisas que empregam estes resultados para as modalidades paraolímpicas. Neste sentido, nossos resultados confirmam elevados valores de confiabilidade, com baixo erro, sugerindo que os testes podem ser utilizados como uma alternativa viável para a periodização de treinamentos.

Os resultados aqui levantados oferecem informações pertinentes e que podem servir de contribuição para treinadores e comissão técnica na produção de suas atividades, de modo a observar mais variáveis do treinamento e propondo ações competitivas mais elevadas. Destaca-se que os testes são de baixa despesa e de compreensível aplicabilidade nas circunstâncias sociais, uma vez que proporciona ao técnico, sem o uso de alta tecnologia, a sua execução. Ao analisarmos os valores de MDD (tabela 2) dos quatro testes avaliados, valores de 5.45 toques, para o teste de coordenação de mãos, 2.87 centímetros, para o teste de

tempo de reação de mãos, 9.40 metros, para o teste aeróbio, e 5.33 segundos, para o teste de agilidade. Esses achados sugerem que treinadores deveriam considerar resultados superiores aos destacados, a fim de obter estratégias de verificação dos efeitos relacionados as intervenções realizadas.

A princípio, esses são critérios mínimos para detecção de melhorias nesses indicadores de capacidade, tornando-se uma ferramenta inovadora para a modalidade. Sugere-se para futuras pesquisas, avaliar amostras mais numerosas a fim investigar e padronizar os valores dessas e outras variáveis motoras ao longo das classes funcionais da bocha paralímpica. Também pode-se acrescentar as avaliações dos atos técnicas e táticas em quadra, e padronização do gesto de precisão, correlacionando essas ações com a classificação funcional dos atletas e os achados nos testes físicos e motores.

Esta investigação possui algumas limitações. Inicialmente o tamanho reduzido de sujeitos evidencia a necessidade de mais pesquisas nessa área e dificulta a generalização dos resultados no contexto da bocha paralímpica. Contudo, há que se reforçar a similaridade dos tamanhos amostrais encontrados em estudos com a modalidade<sup>5,36</sup>, fato que é explicado, ao menos em parte, pela ausência de homogeneidade dos grupos de pessoas com deficiência, em especial nos quadros mais severos, além a frequência baixa de treinamento de alguns clubes e atletas. Neste sentido, outra limitação importante é a ausência de jogadores da classe BC3. O motivo da não análise de atletas com essas características diz respeito as limitações naturais oriundas da própria condição motora dos sujeitos. Ainda assim, há possibilidade de adaptação dos testes de acordo com a necessidade particular de cada atleta. Porém essas adaptações precisam ser testadas e avaliadas.

Os testes escolhidos para comporem a bateria de protocolo possuem muitas em relação a outras medidas mais sofisticadas utilizadas para avaliar atletas de bocha<sup>37,38</sup>, especialmente no âmbito da classificação funcional baseada em evidência<sup>39</sup>. A principal vantagem diz respeito a necessidade de poucos materiais para sua montagem e execução, além da baixa complexidade de entendimento em sua realização. Este caráter acessível e de baixa complexidade são essenciais para aplicação da bateria no contexto dos clubes que fomentam a bocha paralímpica, especialmente em condições de escassez de recursos materiais e também em nível de entendimento dos próprios atletas, pela condição de déficit



cognitivo acompanhado por alguns tipos de deficiência motora. Por outro lado, a bateria de testes resulta de habilidade e treinamento para aplicação por parte dos avaliadores, o que pode diminuir sua acurácia e reprodutibilidade em alguns contextos ambientais de treinamento, periodização ou mesmo de competição. Recomenda-se que delineamentos baseados em teste-reteste possam ser realizados para adequar o protocolo a cada realidade.

Como conclusão, observou-se excelentes resultados de reprodutibilidade da bateria proposta, demonstrando a possibilidade de ser utilizada no contexto do treinamento ou mesmo iniciação de jovens jogadores da modalidade. Por fim, recomendamos que possam ser avaliados outros jogadores, com níveis de treinamento e experiências distintos, no sentido de construir uma padronização normativa para categorizar os jogadores de diferentes capacidades motoras, níveis de desempenho e classificações funcionais.

**Autoria.** Todos os autores contribuíram intelectualmente no desenvolvimento do trabalho, assumiram a responsabilidade do conteúdo e, da mesma forma, concordam com a versão final do artigo. **Financiamento.** Os autores agradecem a ---- pelo apoio financeiro e pela bolsa outorgada. **Agradecimentos.** Os autores agradecem a ANDE (Associação Nacional de Desportos para Pessoas com Deficiência) e pelo apoio nossa pesquisa, bem como aos atletas que se disponibilizaram a participar do estudo, em especial os clubes ADVISA e UFPE. Agradecemos também ao Núcleo da Educação Física e ao Centro Acadêmico de Vitória, pelo aprovação do Projeto e pelo auxílio na coleta de dados. **Conflito de interesses.** Os autores declaram não haver conflito de interesses. **Origem e revisão.** Não foi encomendada, a revisão foi externa e por pares. **Responsabilidades Éticas. Proteção de pessoas e animais:** Os autores declaram que os procedimentos seguidos estão de acordo com os padrões éticos da Associação Médica Mundial e da Declaração de Helsinque. **Confidencialidade:** Os autores declaram que seguiram os protocolos estabelecidos por seus respectivos centros para acessar os dados das histórias clínicas, a fim de realizar este tipo de publicação e realizar uma investigação / divulgação para a comunidade. **Privacidade:** Os autores declaram que nenhum dado que identifique o paciente aparece neste artigo.

## Referências

- Wincler C, Mello MT. Esporte Paralímpico. São Paulo: Atheneu; 2012.
- Roldan A, Barbado D, Vera-Garcia FJ, Sarabia JM, Reina R. [Inter-rater reliability, concurrent validity and sensitivity of current methods to assess trunk function in boccia player with cerebral palsy.](#) *Brain Sci.* 2020;10(3):1–10.
- Leite I, Costa M, Banja T, Tashiro T, Oliveira S. Avaliação cinemática do arremesso tipo down arm de um jogador de bocha paradesportiva (Classe BC4) – um estudo de caso. *Conscien saúde.* 2014;13(Suplemento):80–4.
- Fong DTP, Yam KY, Chu VWS, Cheung RTH, Chan KM. [Upper limb muscle fatigue during prolonged Boccia games with underarm throwing technique.](#) *Sports Bio.* 2012;11(4):441–51.
- Morriss L, Wittmannova J. [The effect of Blocked Versus Random Training Schedules on Boccia Skills Performance in Experienced Athletes With Cerebral Palsy.](#) *Eur J Adap Phy Act.* 2010;3(2):17–28.
- Arroxellas RD de, Romano RG, Cymrot R, Blascovi-Assis SM. [Bocha adaptada: análise cinemática do arremesso e sua relação com a realidade virtual.](#) *Rev Bras Cien Esp.* 2017;39(2):160–7.
- Goosey-Tolfrey VL, Leicht C. [Field-based physiological testing of wheelchair athletes.](#) *Sports Med (Auckland, NZ).* 2013;43(2):77–91.
- Goosey-Tolfrey V. [Supporting the paralympic athlete: focus on wheeled sports.](#) *Disabil Rehabil* 2010;32(26):2237–43. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20528446>.
- de Witte AMH, Hoozemans MJM, Berger MAM, van der Slikke RMA, van der Woude LHV, Veeger DHEJ. [Development, construct validity and test-retest reliability of a field-based wheelchair mobility performance test for wheelchair basketball.](#) *J Sports Sci.* 2018;36
- Vanlandewijck YC, Daly DJ, Theisen DM. [Field test evaluation of aerobic, anaerobic, and wheelchair basketball skill performances.](#) *Int J Sports Med.* 1999;20(8):548–54.
- Yilla AB, Sherrill C. [Validating the Beck Battery of Quad Rugby Skill Tests.](#) *Adapt Phys Activ Q.* 1998;15(2):155–67.
- Gorla JL, Costa e Silva A de A, Costa LT, Campos LFCC de. [Validação da bateria Beck de testes de habilidades para atletas brasileiros de rugby em cadeira de rodas.](#) *Rev Bras Educ Fis Esporte.* 2011;25(3):473–86.
- Rietveld T, Vegter RJK, van der Slikke RMA, Hoekstra AE, van der Woude LHV, De Groot S. [Wheelchair mobility performance of elite wheelchair tennis players during four field tests: Inter-trial reliability and construct validity.](#) *PLoS ONE.* 2019;14(6):1–16.
- Souto EC, Dos Santos Oliveira L, Neto AM, Greguol M. [Autenticidade científica de um teste de agilidade para o voleibol sentado.](#) *Motriz: Rev Educ Fis.* 2015;11(4):82–91.
- Oliveira S, Oliveira LI, Severina R, Araújo E, Santos J, Milano R, et al. [Desenvolvimento de testes para avaliação de velocidade e agilidade de jogadores de voleibol sentado.](#) *Rev Bras Esporte Col.* 2017;1(2):30–6.
- Bernardi M, Guerra E, Di Giacinto B, Di Cesare A, Castellano V, Bhambhani Y. [Field evaluation of paralympic athletes in selected sports: Implications for training.](#) *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(6):1200–8.
- Fulton SK, Pyne DB, Burkett B. [Quantifying freestyle kick-count and kick-rate patterns in paralympic swimming.](#) *J Sports Sci Med.* 2009;27(13):1455–61.
- Mason BS, Van Der Woude LH V, Goosey-Tolfrey VL. [The ergonomics of wheelchair configuration for optimal performance in the wheelchair court sports.](#) *Sports Med.* 2013;43(1):23–38.
- Oliveira S, Bione A, Oliveira L, da Costa A, de Sá Pereira Guimarães F, da Cunha Costa M. [The Compact Wheelchair Roller Dynamometer.](#) *Open Sport Exerc Med.* 2017;1(04):E119–27.
- Oliveira L, Oliveira S, Guimarães F, Costa M. [Contributions of body fat, fat free mass and arm muscle area in athletic performance of wheelchair basketball players.](#) *Motriz Rev Ed Fis.* 2017;13(2):36–48.
- Guedes DP. Manual prático para avaliação em educação física. São Paulo: Manole; 2005.
- Conseil de L'Europe. Eurofit: Manuel pour les Tests Eurofit d'Aptitude Physique. Roma: Comite pour le Developpement du Sport. Comite d'Experts sur la Recherche en Matieri de Sport; 1988.
- Skowroński W, Horvat M, Nocera J, Roswal G, Croce R. [Eurofit Special: European fitness battery score variation among individuals with intellectual disabilities.](#) *Adapt Phys Activ Q.* 2009;26(1):54–67.
- Salaun L, Berthouze-Aranda SE. [Physical Fitness and Fatness in Adolescents with Intellectual Disabilities.](#) *J Appl Res Intellect Disabil.* 2012;25(3):231–9.
- Johnson BL, Nelson JK. [Pratic measurements for evolution in physical education.](#) Quarta. Edina M, organizador. Brugess; 1969.
- Seth B. [Determination factors of badminton game performance Bipasa.](#) *Int J Phys Educ Sports Health.* 2016;3(1):20–2.
- Arslan C, Atl M. [The comparison of the pre-game and post-game reaction times of the handball teams according to their seeds in the standings.](#) *Eur J Appl Sci.* 2012;4(1):36–41.
- Kilkens OJ, Dallmeijer AJ, de Witte LP, van der Woude LH, Post MW. [The wheelchair circuit: construct validity and responsiveness of a test to assess manual wheelchair mobility](#)

- [in persons with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85\(3\):424-31.](#)
29. [Kilkens OJ, Post MW, Van der Woude LH, Dallmeijer AJ, Van den Heuvel WJ. The wheelchair circuit: Reliability of a test to assess mobility in persons with spinal cord injuries. Arch Phys Med Rehabil. 2002;83\(12\):1783-8.](#)
30. [Silva P, Cruz S, Fernandes S, Oliveira M De. Proposta de uma bateria de testes para avaliação de habilidades de locomoção em usuários de cadeiras de rodas. BRAJETS. 2018;11\(01\):49-58.](#)
31. [Tu CJ, Liu L, Wang W, Du HP, Wang YM, Xu YB, et al. Effectiveness and safety of wheelchair skills training program in improving the wheelchair skills capacity: a systematic review. Clin Rehabil. 2017;31\(12\):1573-82.](#)
32. [Cowan RE, Callahan MK, Nash MS. The 6-min push test is reliable and predicts low fitness in spinal cord injury. Med Sci Sports Exerc. 2012;44\(10\):1993-2000.](#)
33. [Verschuren O, Ketelaar M, De Groot J, Vila Nova F, Takken T. Reproducibility of two functional field exercise tests for children with cerebral palsy who self-propel a manual wheelchair. Dev Med Child Neurol. 2013;55\(2\):185-90.](#)
34. [Bunce C. Correlation, Agreement, and Bland-Altman Analysis: Statistical Analysis of Method Comparison Studies. Am J Ophthalmol. 2009;148\(1\):4-6.](#)
35. [Davi SE, Arcuri JE, Labadessa IG, Pessoa BV, da Costa JNF, Sentanin AC, et al. Reprodutibilidade do teste de caminhada e do degrau de 6 minutos em adultos jovens saudáveis. Rev Bras Med Esporte. 2014;20\(3\):214-8.](#)
36. [Roldan A, Sabido R, Barbado D, Caballero C, Reina R. Manual dexterity and intralimb coordination assessment to distinguish different levels of impairment in boccia players with cerebral palsy. Front Neurol. 2017;8\(11\):1-9.](#)
37. [Dickson MJ, Fuss FK, Wong KG. Benchmarking of boccia balls: Roll distance, accuracy, stiffness, rolling friction, and coefficient of restitution. Sports Technol. 2010;3\(2\):131-40.](#)
38. [Wang JL, Huang YC, Lee RH, Sun YM. Development and analysis of the boccia scoring system. Int J Comp Inf System Ind Manage Appl. 2017;9:80-6.](#)
39. [Tweedy SM, Vanlandewijck YC. International Paralympic Committee position stand-background and scientific principles of classification in Paralympic sport. Br J Sports Med. 2011;45\(4\):259-69.](#)



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original



## Relación entre la carga externa y las concentraciones de cortisol durante el microciclo competitivo en jugadores internacionales de fútbol

A. Aceña Rodríguez<sup>a\*</sup>, D. Fombella<sup>b</sup>, E. Sánchez Alvarado<sup>a</sup>, D. Golubev<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Federación Costarricense de Fútbol. Costa Rica.

<sup>b</sup> Consultor Big Data Deportivo. Stratebi. España.

<sup>c</sup> Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health. Saint Petersburg. USA.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 20 de mayo de 2020, aceptado el 7 de julio de 2020, online el 10 de julio de 2020

### RESUMEN

**Objetivo:** La hormona cortisol participa en situaciones de respuestas fisiológicas y se ve afectada por la demanda de carga de entrenamiento sometida al organismo, de esta manera se pretende conocer la correlación entre las concentraciones de cortisol medidas al final de microciclo competitivo con las demandas de carga externa en 20 jugadores internacionales.

**Método:** Durante la Copa Mundial de la *Fédération Internationale de Football Association* 2018 en Rusia, un equipo nacional participante optó por analizar las concentraciones de cortisol de los jugadores para poder establecer relaciones entre la carga externa acumulada en cada microciclo (distancia total, distancia entre 14-19 km/h, distancia entre 19-24 km/h, Distancia > 24 km/h, promedio metros/min y promedio máxima velocidad) medida con dispositivos *Global Positioning System* durante cuatro microciclos completos y los niveles de cortisol el día antes de partido y en el día de partido.

**Resultados:** Entre los resultados obtenidos, se observa una correlación negativa moderada entre las concentraciones de cortisol medidos el día antes de partido y el día de partido con distancia total acumulada en el microciclo ( $r = -0.44$  y  $-0.36$  respectivamente), así como correlaciones negativas moderadas entre el cortisol en el día antes de partido con la distancia acumulada cubierta entre 14-19 km/h. ( $r = -0.32$ )

**Conclusiones:** A la luz de los resultados, se observa como la carga externa de entrenamiento cubierta durante el microciclo, puede influir en las concentraciones de cortisol acumuladas al final del mismo, con especial énfasis en la distancia total acumulada.

**Palabras clave:** Cortisol; Cortisol Awakening Responses; Fatiga; Carga externa; Global Positioning System; Saliva.

## Relationship between external load and cortisol concentrations during the competitive microcycle in international soccer players

### ABSTRACT

**Objective:** The hormone cortisol participates in situations of physiological responses and is affected by the demand for training load submitted to the body, in this way it is intended to know the correlation between the cortisol concentrations measured at the end of the competitive microcycle with the load demands external in 20 international players.

**Method:** During the 2018 *Fédération Internationale de Football Association* in Russia, a participating national team chose to analyze the cortisol concentrations of the players in order to establish relationships between the accumulated external load in each microcycle (total distance, distance between 14-19 km / h, distance between 19-24 km / h, Distance > 24 km / h, average meters / min and average maximum speed) measured with Global Positioning System devices, during four complete microcycles, and cortisol levels in the day before match and on game day.

**Results:** Among the results obtained, a moderate negative correlation is observed between the cortisol concentrations measured in the day before match and match day with total accumulated distance in the microcycle ( $r = -0.44$  and  $-0.36$  respectively), as well as moderate negative correlations between cortisol in day before match with the cumulative distance covered between 14-19 km / h. ( $r = -0.32$ )

**Conclusions:** In light of the results, it can be seen how the external training load covered during the microcycle may influence the accumulated cortisol concentrations at the end of it, with special emphasis on the total accumulated distance.

**Key words:** Cortisol; Cortisol Awakening Responses; Fatigue; External load; Global Positioning System; Saliva.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [aaceoa@edu.jccm.es](mailto:aaceoa@edu.jccm.es) (A. Aceña Rodríguez).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.07.002>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)



## Relação entre carga externa e concentrações de cortisol durante o microciclo competitivo em jogadores de futebol internacionais

### RESUMO

**Objetivo:** O hormônio cortisol participa de situações de respostas fisiológicas e é afetado pela demanda de carga de treinamento submetida ao organismo, com o objetivo de conhecer a correlação entre as concentrações de cortisol medidas no final do microciclo competitivo com as demandas de carga externo em 20 players internacionais.

**Método:** durante a Copa do Mundo da *Fédération Internationale de Football Association* de 2018 na Rússia, uma equipe nacional participante optou por analisar as concentrações de cortisol dos jogadores para estabelecer relações entre a carga externa acumulada em cada microciclo (distância total, distância entre 14-19 km / h, distância entre 19-24 km / h, Distância > 24 km / h, medidores médios / min e velocidade máxima média) medidos com dispositivos do *Global Positioning System* durante quatro microciclos completos e níveis de cortisol no dia antes da partida e no dia do jogo.

**Resultados:** Entre os resultados obtidos, observa-se uma correlação negativa moderada entre as concentrações de cortisol medidas no dia antes da partida e no dia do jogo com a distância acumulada total no microciclo ( $r = -0.44$  e  $-0.36$  respectivamente), bem como correlações negativas moderadas entre cortisol em no dia antes da partida com a distância cumulativa percorrida entre 14 e 19 km / h. ( $r = -0.32$ )

**Conclusões:** À luz dos resultados, pode-se observar como a carga externa de treinamento coberta durante o microciclo pode influenciar as concentrações acumuladas de cortisol ao final do mesmo, com ênfase especial na distância total acumulada.

**Palavras-chave:** Cortisol; Respostas ao Despertar do Cortisol; Fadiga; Carga externa; Global Positioning System; Saliva.

### Introducción

En la actualidad, el control de todo lo que acontece para encarar la competición con las mayores garantías, es habitual, si hablamos de fútbol de élite. Entre estos parámetros, el control de la ansiedad por medio de marcadores de autopercepción u hormonales es necesario<sup>1</sup>. Se ha hipotetizado que niveles adecuados de arousal optimizan el rendimiento mientras que altos o bajos niveles lo empeoran<sup>4</sup>. El cortisol es un glucocorticoide que se ha relacionado específicamente con las respuestas anticipatorias de situaciones amenazantes y desafiantes<sup>2</sup>.

La importancia de monitorizar el cortisol precompetición radica en el carácter anticipatorio del mismo. En un estudio con 17 judocas en competición oficial se comprobó como las concentraciones de cortisol en día de competición eran mayores que en día de entrenamiento normal<sup>3</sup>. Una de las conclusiones a las que se llega con este estudio es la capacidad adaptativa a nivel psicobiológico a la competición, teniendo un componente neurocognitivo muy marcado<sup>3</sup>.

Este efecto neurocognitivo se puede comprobar en la gran variabilidad de las concentraciones de cortisol en función del nivel del oponente en la competición<sup>4</sup>. También, en este mismo estudio, se comprobó que además del nivel percibido del oponente, la importancia de la competición (liga regular vs fases finales) marca e incrementa los niveles de cortisol.

Otros estudios han mostrado que estas diferencias pueden ser significativas incluso en el mismo tipo de competición, teniendo en cuenta si se trata del primer partido<sup>5</sup>.

En lo que se refiere al control de la fatiga y el estrés inducido por el ejercicio, se ha comprobado como las concentraciones de cortisol pueden ser marcadores sensibles para controlar la carga inducida por el ejercicio<sup>6</sup>.

En la actualidad, existe una abundante literatura que examina la validez y la fiabilidad de los dispositivos Global Positioning System (GPS) para la medida del movimiento en deportes de equipo como el rugby, el hockey, y el fútbol. Hasta la fecha, diferentes parámetros han sido utilizados para cuantificar la carga externa en fútbol<sup>7</sup>. Es importante señalar que la fiabilidad de los GPS se reduce con una mayor intensidad de movimiento (20 km/h)<sup>8</sup>. Es probable que esta incertidumbre se deba a los rápidos cambios en la velocidad que son evidentes en los movimientos realizados a velocidades más altas<sup>9</sup>.

Hasta la fecha, existe poca literatura que haya estudiado las relaciones entre las concentraciones de cortisol en jugadores internacionales de fútbol y la carga externa acumulada medida con dispositivos GPS.

Nuestra hipótesis es que las modificaciones en la carga de entrenamiento acumuladas pueden provocar modificaciones en las concentraciones de cortisol al final de los microciclos, producto de ese estrés y fatiga inducida por el ejercicio.

### Método

#### Participantes del estudio

20 jugadores de fútbol de élite pertenecientes a una selección nacional en la Copa Mundial de la *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA) 2018 (Edad: 28 +-2.1 años; Talla: 1.82 +-3.5 cm; IMC: 22.1 +- 1.98kg/cm<sup>2</sup>; % grasa: 14.3 +- 1.1; Peso: 75.4 +- 2.9 kg), con una media de 7.2 años en categoría profesional y una media de 4.1 partidos jugados en fase finales de la FIFA formaron la muestra de este estudio (Tabla 1). El propósito del estudio se explicó detalladamente a todos los jugadores para participar en la investigación. Se les informó que todos los datos recopilados en este estudio se mantendrían confidenciales y que solo el personal médico y *staff* técnico tendría acceso a estos datos de forma confidencial.

Durante una breve entrevista de historia clínica por parte de los servicios médicos, los sujetos participantes informaron que no estaban tomando medicamentos que presumiblemente podrían afectar los niveles hormonales, no tenían antecedentes de trastornos endocrinos y no experimentaron alteraciones en el ciclo de sueño día / noche antes o durante este estudio, siguiendo las recomendaciones de otros estudios<sup>10</sup>. Estas indicaciones fueron confirmadas por el personal médico de este equipo a través de exámenes médicos regulares (muestras de sangre y de orina, exámenes dietéticos).

**Tabla 1.** Datos de la muestra de estudio.

Variable	Valor
Edad (años)	28 +- 2.1
Altura (m)	1.82 +-3.5
Peso (kg)	75.4 +- 2.9
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22.1 +- 1.98
% Grasa	14.3 +- 1.1
Años Profesional	7.2
Número Partidos Internacionales en Fases Final FIFA	4.1

IMC: Índice de Masa Corporal; % Grasa: Porcentaje de masa grasa corporal; Años Profesional: Años de experiencia en categoría profesional de fútbol.

#### Procedimientos

Para la muestra de la saliva, se siguieron tomando como referencia los criterios establecidos del Manual de Guía de

Colección de Saliva de Salimetrics<sup>11</sup>. Los análisis de concentración de Cortisol en saliva (nmol·L<sup>-1</sup>) se realizaron en los primeros 30 minutos tras despertarse, a las 8.00 am y antes del desayuno y sin haberse lavado los dientes<sup>2</sup>, teniendo en cuenta que la variación de cortisol por el lavado de dientes está cerca del 22% (datos propios no publicados). Se ha descrito que los niveles de cortisol siguen un patrón circadiano y pulsátil, y esto se debe probablemente a las variaciones diurnas, ya que según estudios<sup>10</sup> el cortisol típicamente alcanza su punto máximo durante la mañana y se reduce a lo largo del día<sup>2</sup>.

Los jugadores mantuvieron en la boca los colectores orales (Kit Cortisol Analysis, SOMA Bioscience, UK ®) durante un lapso de cinco minutos en el que típicamente producen volúmenes de 5 ml, óptimos para el posterior análisis<sup>11</sup>.

La saliva recolectada se introdujo en el líquido Buffer, durante un periodo de cinco minutos con movimientos para la mezcla del fluido, siguiendo las recomendaciones de la marca (Kit Cortisol Analysis, SOMA Bioscience, UK ®) y permaneció durante diez minutos en el Buffer. A continuación, se aplicó una gota del líquido mezclado con saliva en la tira reactiva de cortisol (LFD- Cortisol) por duplicado, realizando test y retest a los 30 minutos<sup>2</sup>, siendo analizadas las tiras reactivas LFD-C con el dispositivo Cube Reader<sup>TM</sup> por Fotoespectrometría (SOMA Bioscience, OK ®) (Figura 1-A).

Durante todas y cada una de las sesiones de entrenamiento desarrolladas en los cuatro microciclos analizados, se utilizaron Dispositivos GPS (Wimu Pro, Realtrack System, Almería, España) con frecuencia de muestreo a 18 Hz y sensor inercial con Acelerómetro, giroscopio (1000Hz) y magnetómetro. El tratamiento de los datos se llevó a cabo con el Software SPro y SVivo. Siguiendo las recomendaciones<sup>12</sup>, la colocación de los dispositivos fue la siguiente: Colocación del dispositivo en zona interescapular, en un peto específico para limitar movimientos del dispositivo GPS y encendido y colocado en el exterior y 15 antes del inicio del calentamiento (Figura 1-B).

La mayoría de los estudios<sup>13</sup> que analizan el movimiento de los jugadores de fútbol diferencian las distancias en diferentes categorías de velocidad de carrera: a) parado / caminando, b) corriendo, c) carrera de baja intensidad (LIR), d) carrera de alta intensidad (HIR) y e) sprint. Sin embargo, hay cierta inconsistencia en la determinación de los límites de velocidad para cada zona de velocidad<sup>13</sup>. Las variables analizadas para su posterior estudio y tratamiento estadístico fueron: Distancia total acumulada, Distancia acumulada (14-19 km/h), Distancia acumulada (19-24 km/h), distancia acumulada (>24 km/h), promedio metros / minuto (m/min) y promedio de la máxima velocidad (km/h).

**Análisis Estadístico**

Los datos se analizaron primero para determinar la exactitud en la toma de datos, los valores omitidos y los valores atípicos<sup>8</sup>. Para el cálculo de correlaciones se utilizó el Coeficiente de Correlación de Pearson (r), estableciendo los niveles de correlación siguientes: 1 (Correlación negativa grande y perfecta), -0.9 a -0.99 (Correlación negativa muy alta), -0.7 a -0.89 (Correlación negativa alta), -0.4 a -0.69 (Correlación negativa baja), -0.2 a -0.39 (Correlación negativa baja), -0.01 a -0.19 (Correlación negativa muy baja), 0 (Correlación nula), con la misma interpretación para las correlaciones positivas.

Para el cálculo estadístico se realizó la matriz de correlación entre las diferentes variables del estudio, utilizando el Software Microsoft Power Bi (R) (Microsoft, EEUU).

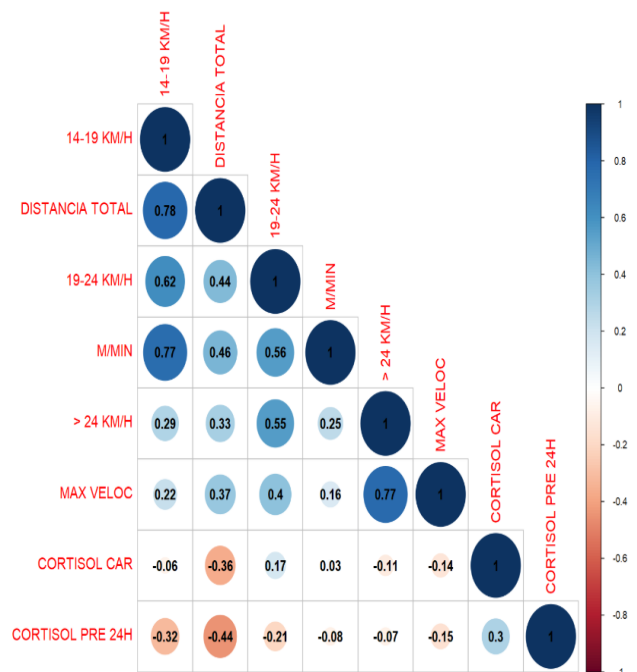
**Resultados**

El análisis de los resultados (Figura 2) nos muestra una correlación negativa moderada entre las concentraciones de cortisol medidas el día antes del partido (MD-1) y el día del partido (MD) con la distancia total acumulada en el microciclo (r=

-0.44 y -0.36 respectivamente), así como correlaciones negativas moderadas entre el cortisol en el MD-1 con la distancia acumulada cubierta entre 14-19 km/h. (r= -0.32).



**Figura 1.** (A) Kit Cortisol Análisis (OFC Oral collector + Buffer Liquid, LFD- Cortisol y Cube Reader<sup>TM</sup> (Imágenes cedidas por SOMA Bioscience, UK ®) y (B) Sistema de medición GPS (Wimu Pro, Realtrack System, Almería, España).



**Figura 2.** Matriz de Correlación entre las variables de Estudio.

## Discusión

A raíz de los resultados obtenidos, se observa una correlación negativa moderada entre las concentraciones de cortisol medidos en el MD-1 y MD con distancia total acumulada en el microciclo ( $r = -0.44$  y  $-0.36$  respectivamente), así como correlaciones negativas moderadas entre el cortisol en el MD-1 con la distancia acumulada cubierta entre 14-19 km/h. ( $r = -0.32$ ). De esta forma, se observa como la carga externa de entrenamiento cubierta durante el microciclo, puede influir en las concentraciones de cortisol acumuladas al final del mismo, con especial énfasis en la distancia total acumulada.

Por otra parte, en relación al uso en la presente investigación de los dispositivos GPS para la monitorización de la carga de entrenamiento, la utilidad, validez y fiabilidad del uso de dispositivos GPS a 5 Hz en las mediciones de variables cinemáticas en partido se ha postulado como una herramienta eficaz en comparación con los análisis basados en observaciones en video<sup>13</sup>.

En lo que se refiere a deportes de equipo, más cercano a la muestra de nuestro estudio, se ha observado en otros estudios una significativa correlación negativa moderada en la autoconfianza y la respuesta de cortisol una semana antes de la competición y una relación significativa, fuerte y positiva entre la ansiedad somática y la respuesta de cortisol<sup>14</sup>.

Relacionado con la influencia de la carga de entrenamiento en los niveles de cortisol, se ha comprobado que la carga en las fases de mayor sobrecarga de entrenamiento provoca mayores incrementos en las concentraciones en cortisol que en las fases de "tapering" o descenso de carga<sup>15</sup>. En esta misma línea tenemos estudios con jugadores de baloncesto, con grandes cambios en la carga interna (testosterona, cortisol e inmunoglobulinas) en función de la periodización del entrenamiento, siendo mayores los incrementos en los microciclos de sobrecarga<sup>16</sup>.

Podemos comprobar, a la luz de los resultados, que la monitorización del cortisol en saliva puede ser un método apropiado para monitorizar el manejo del estrés<sup>17</sup>. No obstante, debemos ser cautos, al utilizar las conclusiones de la monitorización con cortisol, ya que no se asume como una estrategia fiable para determinar situaciones de fatiga no funcional y sobreentrenamiento<sup>6</sup> aunque nos puede ofrecer un dato importante del estado de preparación, recuperación y activación psicológica<sup>17</sup>, así como poder controlar los efectos de periodos de mayor volumen de entrenamiento, tal y como se establece en este estudio, con la mayor correlación encontrada con la Distancia Total Cubierta acumulada por microciclo, además afectando a los niveles de cortisol MD.

Por último, no debemos olvidar la gran complejidad de los deportes de equipo<sup>18</sup>, en los que los resultados, en particular, son de hecho multifactoriales y podrían estar influenciados por numerosos factores (y sus interacciones) como la oposición, el tiempo de juego, las decisiones tácticas, los jugadores, sustituciones y lesiones.

En cuanto a las limitaciones del presente estudio debemos tener en cuenta el contexto de la competición deportiva muy concreta y específica (una fase final de un mundial de fútbol de naciones), lo que por un lado puede no extrapolarse a competiciones regulares y de periodo competitivo más largo.

En la actualidad y en el deporte de elite, existe una necesidad en el control de la carga externa de entrenamiento en periodos de competición muy concretos y congestionados, y sus efectos en carga interna, por lo que la utilidad del presente estudio radica en poder utilizar los marcadores de cortisol como otra herramienta más para controlar la fatiga generada por el propio proceso de entrenamiento.

A la luz de los resultados, se observa como la carga externa de entrenamiento cubierta durante el microciclo, puede influir en las concentraciones de cortisol acumuladas al final del mismo, con especial énfasis en la distancia total acumulada.

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores declaran no haber recibido financiación. **Agradecimientos.** Agradecer a la Federación Costarricense de Fútbol y a todo el organigrama presente en la Copa Mundial de la FIFA 2018. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

1. [Alexander D. Psychophysiological effects of precompetition anxiety on basketball performance. California State University. Ann Arbor: Fullerton. 2009. Páginas 18-23.](#)
2. [Fothergill M, Wolfson S, Neave N. Testosterone and cortisol responses in male soccer players: The effect of home and away venues. \*Physiol Behav.\* 2017;177:215-20.](#)
3. [Salvador A, Suay F, Gonzalez-Bono E, Serrano MA. Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. \*Psychoneuroendocrinology.\* 2003;28\(3\):364-75.](#)
4. [Arruda AFS, Aoki MS, Paludo AC, Moreira A. Salivary steroid response and competitive anxiety in elite basketball players: Effect of opponent level. \*Physiol Behav.\* 2017;177:291-6.](#)
5. [Moreira A, Freitas CG, Nakamura FY, Drago G, Drago M, Aoki MS. Effect of match importance on salivary cortisol and immunoglobulin A responses in elite young volleyball players. \*J Strength Cond Res.\* 2013;27\(1\):202-7.](#)
6. [Minetto MA, Lanfranco F, Tibaudi A, Baldi M, Termine A, Ghigo E. Changes in awakening cortisol response and midnight salivary cortisol are sensitive markers of strenuous training-induced fatigue. \*J Endocrinol Invest.\* 2008;31\(1\):16-24.](#)
7. [Halson SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. \*Sports Med.\* 2014;44:S139-147.](#)
8. [Gray AJ, Jenkins D, Andrews MH, Taaffe DR, Glover ML. Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports. \*J Sports Sci.\* 2010;28\(12\):1319-25.](#)
9. [Jennings D, Cormack S, Coutts AJ, Boyd LJ, Aughey RJ. Variability of GPS units for measuring distance in team sport movements. \*Int J Sports Physiology Performance.\* 2010;5\(4\):565-9.](#)
10. [Alix-Sy D, Le Scanff C, Filaire E. Psychophysiological responses in the pre-competition period in elite soccer players. \*J Sports Sci Med.\* 2008;7\(4\):446-54.](#)
11. [Salimetrics LLC. SalivaBio LLC. Saliva collection and handling advice. 2011; Available oat \[www.salimetrics.com\]\(http://www.salimetrics.com\). Accessed. 1. 272](#)
12. [Akenhead R, Hayes PR, Thompson KG, French D. Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. \*J Sci Med Sport.\* 2013;16\(6\):556-61.](#)
13. [de Hoyo Lora M, Aceña A. Tecnologías aplicadas al fútbol: sistemas de posicionamiento global \(GPS\). In: \*Nuevas tecnologías aplicadas a la actividad física y el deporte. Navarra, España: Thomson Reuters Aranzadi.\* 2017; pp. 69-86.](#)
14. [Radzi JA, Yusuf SM, Amir NH, Mansor SH. Relationship of Pre-competition Anxiety and Cortisol Response in Individual and Team Sport Athletes. In: \*Proceedings of the Second International Conference on the Future of ASEAN \(ICoFA\).\* Perlis, Malasia. 15 y 16 de](#)
15. [Freitas CG, Aoki MS, Franciscon CA, Arruda AF, Carling C, Moreira A. Psychophysiological responses to overloading and tapering phases in elite young soccer players. \*Pediat Exerc Sci.\* 2014;26\(2\):195-202.](#)

16. [Nunes JA, Moreira A, Crewther BT, Nosaka K, Viveiros L, Aoki MS. Monitoring training load, recovery-stress state, immune-endocrine responses, and physical performance in elite female basketball players during a periodized training program. J Strength Cond](#)
17. [Crewther BT, Potts N, Kilduff LP, Drawer S, Cook CJ. Can salivary testosterone and cortisol reactivity to a mid-week stress test discriminate a match outcome during international rugby union competition? J Sci Med Sport. 2018;21\(3\):312-6.](#)
18. [Arruda AFS, Aoki MS, Freitas CG, Drago G, Oliveira R, Crewther BT, et al. Influence of competition playing venue on the hormonal responses, state anxiety and perception of effort in elite basketball athletes. Physiol Behav. 2014;130:1-5.](#)





Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original

## Fitness trainers' use of need-supportive and need-thwarting behaviors: the role of gender, fitness activity, and professional experience



F. Rodrigues<sup>a,b\*</sup>, R. Macedo<sup>c</sup>, D.S. Teixeira<sup>d,e</sup>, L. Cid<sup>a,f</sup>, D. Monteiro<sup>f,g</sup>

<sup>a</sup> Sport Science School of Rio Maior (ESDRM-IPSantarém), Rio Maior, Portugal;

<sup>b</sup> Life Quality Research Centre (CIEQV), Santarém, Portugal;

<sup>c</sup> Center for Organizational and Social Studies of P. PORTO, (CEOS P. PORTO), Porto, Portugal;

<sup>d</sup> Faculty of Physical Education and Sport, Lusófona University (ULHT), Lisboa, Portugal;

<sup>e</sup> Research Centre in Sport, Physical Education, Exercise and Health (CIDEFES), Lisboa, Portugal;

<sup>f</sup> Research Centre in Sport, Health and Human Development (CIDESD), Vila Real, Portugal;

<sup>g</sup> ESECS - Polytechnique of Leiria, Leiria, Portugal.

ARTICLE INFORMATION: Received 21 May 2020, accepted 24 July 2020, online 24 July 2020

### ABSTRACT

**Objective:** The assessment of interventions designed to improve communication skills of trainers has become an interesting research focus among the scholar community. Yet, literature is scarce on how trainer characteristics could influence behaviors expressed by fitness trainers when interacting with gym members. The present research aimed to examine the role of gender, fitness activity, and work experience of fitness trainers use of need-supportive and need-thwarting behaviors.

**Method:** In total, 468 trainers (female = 213; male = 255) aged between 19 and 46 years ( $M = 29.20$ ;  $SD = 4.39$ ) were recruited for the present study.

**Results:** The measurement model provided acceptable fit in each group under analysis. Additionally, the multigroup analysis revealed invariance between gender, fitness activities, and working experience.

**Conclusion:** Regarding the measurement of need-supportive and need-thwarting behaviors, the measure under analysis can be applied reliably to fitness trainers with different characteristics.

**Keywords:** Fitness trainers; Interpersonal behaviors; Basic psychological needs; Measurement invariance.

## Comportamientos de apoyo y frustración a las necesidades proporcionadas por los instructores de actividad física: El papel del género, la modalidad de actividad física y la experiencia profesional

### RESUMEN

**Objetivo:** La evaluación de las intervenciones diseñadas, para mejorar las habilidades de comunicación de los instructores, se ha convertido en un interesante foco de investigación entre la comunidad científica. Sin embargo, la literatura es escasa acerca de cómo las características de los instructores pueden influir en los comportamientos que estos expresan, cuando interactúan con los practicantes de ejercicio físico. El presente estudio tuvo como objetivo examinar el papel de las características de los instructores en el uso de comportamientos de apoyo y frustración.

**Método:** En total, se reclutaron 468 instructores de actividad física (mujeres = 213; hombres = 255) con edades comprendidas entre 19 y 46 años ( $M = 29.20$ ;  $DE = 4.39$ ).

**Resultados:** El modelo correlacionado de seis factores demostró un ajuste aceptable a los datos en cada grupo analizado. Además, el análisis multigrupo reveló invarianza basada en el género, actividad física y experiencia profesional.

**Conclusiones:** Con respecto a la medición de los comportamientos de apoyo y frustración, la escala analizada se puede aplicar de manera sólida a los instructores de actividad física de diferentes características.

**Palabras clave:** Instructores Actividad Física; Comportamientos interpersonales; Necesidades psicológicas básicas; Invarianza.

\* Corresponding author.

E-mail-address: [frodrigues@esdrm.ipsantarem.pt](mailto:frodrigues@esdrm.ipsantarem.pt) (F. Rodrigues).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.07007>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Comportamentos de suporte e de frustração às necessidades providos pelos instrutores de fitness: o papel do género, da modalidade fitness e da experiência profissional

### RESUMO

**Objetivo:** A avaliação de intervenções projetadas para melhorar as capacidades de comunicação dos instrutores tornou-se um foco interessante de pesquisa entre a comunidade científica. No entanto, a literatura ainda é escassa sobre como as características dos instrutores podem influenciar os comportamentos expressos pelos instrutores ao interagir com os praticantes de exercício físico. O presente estudo teve como objetivo examinar o papel das características dos instrutores no uso de comportamentos de suporte e de frustração por parte dos instrutores.

**Método:** No total foram recrutados 468 instrutores de fitness (mulheres = 213; homens = 255) com idades compreendidas entre 19 e 46 anos ( $M = 29.20$ ;  $DP = 4.39$ ).

**Resultados:** O modelo de seis fatores correlacionados demonstrou um ajustamento aceitável aos dados em cada grupo em análise. Além disso, a análise multi-grupos revelou invariância em função do género, atividades de fitness e experiência profissional.

**Conclusão:** No que diz respeito à medição de comportamentos de suporte e de frustração, a escala em análise pode ser aplicada com robustez a instrutores de fitness com características diferentes.

**Palavras-chave:** Instrutores de fitness; Comportamentos interpessoais; Necessidades psicológicas básicas; Invariância.

### Introduction

Fitness trainers have been pointed out as major influencers of gym member behaviors.<sup>1,2</sup> Additionally, trainers who express beliefs that every person is able to exercise and consequently achieve positive outcomes (e.g., longevity, increased strength and mobility) could encourage others to engage in exercise as well.<sup>3</sup> The use of positive feedback towards gym members can have the potential to increase self-determined motivation, which ultimately translates into higher rates of exercise persistence.<sup>2</sup> Measuring interpersonal behaviors may be very useful in work given the regularity fitness trainers engage and communicate with gym members.<sup>4</sup> Indications are that gym and health club members will better adhere to exercise when adequate amount of need-supportive behaviors is provided by the fitness trainer.<sup>5</sup>

### Theoretical Framework

Behavioral and motivational theories concerning human motivation have long been applied to the exercise context. Contemporary motivational frameworks such as Self-Determination Theory (SDT)<sup>6</sup> have given researchers and scholars useful insights on how to create interventions designed to improve communication skills of trainers on how to promote exercise participation.<sup>4</sup> SDT conceptualizes basic psychological needs, that can and must be continuously satisfied for optimal functioning and adaptive outcomes, such as well-being, vitality, and positive engagement with others.<sup>6</sup> These needs are: Autonomy, which refers to the alignment between self-controlled actions and personal values; Competence, that depicts feelings of effectiveness and mastering of skills; and, Relatedness, which represents the feeling of personal bounds and cared by others.

Correlational evidence suggests a positive relationship between needs satisfaction and positive behaviors.<sup>7</sup> That is, when the person experience needs fulfillment then the individual is able to assume adaptive behaviors being able to consciously refine their behaviors according to the social environment. Thus, people in key positions would be able to perceive themselves as need-supportive figures to others (e.g., gym members, clients), since they were already experiencing needs satisfaction.<sup>8</sup>

Recent research has shown that the need for autonomy, competence, and relatedness can also be neglected/thwarted.<sup>6</sup> If the individual perceives that his needs are being thwarted, then it is expected that the individual will experience needs frustration and other maladaptive outcomes.<sup>8,9</sup> Research has shown that when

coaches and trainers perceive that their needs are being frustrated, higher levels of controlled motivation and increased levels of endorsed need-thwarting behaviors are described.<sup>9</sup>

### Measurement of interpersonal behaviors and current research

Looking at past literature, the vast majority of past research has focused on gym member perception of fitness trainers' use of need-supportive behaviors, and few have considered how fitness trainers perceive their own behaviors.<sup>4,5</sup> Additionally, to the best of our knowledge, little has been done to examine the types of personal characteristics that could influence fitness trainers use of need-supportive and/or need-thwarting interpersonal behaviors.<sup>10</sup> The importance of examining need-supportive and need-thwarting behaviors is that it can identify potentially modifiable variables for interventions that may help fitness trainers endorse in more need-supportive behaviors and less in need-thwarting conducts.

Because fitness trainers and health professionals are typically regarded as highly relevant and credible role models for gym members, their personal features may influence how gym members look at them and encourage their adherence to exercise.<sup>9</sup> For instance, trainers' work experience has shown to influence their conducts towards gym members.<sup>3</sup> Thus, the present research aimed to measure fitness trainers' use of need-supportive and need-thwarting behaviors and to assess possible differences according to gender, fitness activities, and work experience. This study extends existing findings in several ways. First, this study expects to provide a replication of Rocchi et al.<sup>7</sup> and Rodrigues et al.<sup>10</sup> research on the assessment of coaches and trainers own perceptions of interpersonal behaviors. Second, current analysis examines the role of several trainer characteristics (i.e., gender, fitness activities, and working experience) by adopting a multigroup analysis approach. Finally, present study offers the opportunity to test the proposed associations of trainers needs satisfaction and needs frustration, an important aspect when evaluating why trainers engage in need-supportive and need-thwarting behaviors.

It was hypothesized that: a) the model of need-supportive and need-thwarting behaviors would provide acceptable fit in all groups under analysis;<sup>10</sup> b) the model assessing interpersonal behaviors would be invariant between gender;<sup>7</sup> c) trainers' need satisfaction would be positively and significantly associated with need-supportive behaviors whereas needs frustration would be negatively associated with need-supportive behaviors;<sup>9</sup> and, d)

needs satisfaction would be negatively and significantly associated with need-thwarting behaviors, whereas needs frustration would be positively associated with need-thwarting behaviors.<sup>10</sup>

## Method

### Participants

In total, 468 trainers (female = 213; male = 255) aged between 19 and 46 years ( $M = 29.20$ ;  $SD = 4.39$ ) with 6 to 120 months of work experience ( $M = 59.14$ ;  $SD = 11.74$ ) were recruited for analysis. Fitness trainers were grouped into “fitness group classes” ( $n = 199$ ) or “cardio-resistance” ( $n = 269$ ) group according to main work hours per week. As far as it concerns work experience, we used the 5-year cutoff ( $\leq 5$ -year experience = 251;  $< 5$ -year experience = 217) based on the national working system, in which fitness trainers have to update and validate their professional certificate every five years of service.<sup>11</sup>

### Procedures

Ethical Committee granted approval before initiating the process of data collection. Afterwards, fitness trainers were contacted via different social and professional networks and asked to partake on this research. The objectives of the study were explained and informed consent was obtained. Both the informed consent and the questionnaire were filled through an online survey. Expected time to complete the questionnaire was approximately 12.34 minutes ( $SD = 1.29$ ).

Concerning the assessment of the variables under analysis, the Basic Psychological Needs Satisfaction and Frustration Scale for exercise instructors was used to assesses how fitness trainers experience needs satisfaction and needs frustration at work.<sup>12</sup> Participants responded to the items using a 5-point scale ranging from 1 (“totally disagree”) to 5 (“totally agree”). Composite scores for needs satisfaction and needs frustration was done according to previous assumptions.<sup>2,10</sup>

The Interpersonal Behavior Questionnaire – Self was used to measure how fitness trainers perceive their own need-supportive and need-thwarting behaviors.<sup>10</sup> This measure consists of six subscales that measures the use of autonomy, competence, and relatedness need-supportive and need-thwarting behaviors. Participants responded using a 7-point scale ranging from 1 (“do not agree at all”) to 7 (“totally agree”).

### Statistical analysis

Analysis were conducted using the Robust Maximum Likelihood estimator in Mplus 7.4<sup>13</sup> since it is robust to non-normality and non-independence of observations. A preliminary examination of the data was conducted, specifically, mean, standard deviations, skewness, kurtosis, and correlations were calculated for each variable under analysis. Composite reliability coefficients were calculated and scores  $< 0.70$  were considered as acceptable.<sup>14</sup>

A confirmatory factor analysis was conducted to test the psychometric proprieties of the measurement model of the IBQ-Self. The measurement model specification was tested in each sample group to assess factor structure validity. Model suitability was verified by the traditional and incremental indexes, namely: Comparative Fit Index (CFI), Tucker-Lewis Index (TLI), and Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA). For cutoffs scores of CFI and TLI  $\geq 0.90$ , and scores for RMSEA  $\leq 0.80$  were indicative of acceptable fit.<sup>15,16</sup> The qui-square test will be reported for transparency, but not interpreted as it is sensitive to sample size and model complexity.<sup>16</sup>

Multigroup analysis was conducted to test if the measurement model would sustain equivalence between groups with different characteristics.<sup>17</sup> For this study, the measurement model was examined across gender, fitness activities, and working

experience. Recommendations for measurement invariance analysis were followed according to previous assumptions,<sup>15,18</sup> specifically: i) measurement model should represent a good fit in each group; ii) the comparison of the unconstrained model with the constrained models in terms of metric invariance, scalar invariance, and residual invariance should be equivalent. Invariance assumptions were verified through the differences in CFI ( $\Delta CFI$ ) and TLI ( $\Delta TLI$ ) considering  $< 0.01$  as cutoffs.<sup>18</sup>

## Results

### Primarily analysis

Means for need-supportive behaviors were higher compared to need-thwarting behaviors. Univariate skewness and kurtosis were contained within cutoffs, representing normal distribution. Composite reliability coefficients were above cutoffs in all variables displaying acceptable internal consistency. According to the results of the bivariate correlations: i) needs satisfaction was positively associated with need-supportive behaviors; ii) needs satisfaction was negatively correlated with need-supportive behaviors; iii) needs frustration was negatively associated with perceived need-supportive behaviors; and, iv) needs frustration was negatively correlated with need-supportive behaviors. For more details see [Table 1](#).

### Factor structure analysis

The measurement model provided acceptable fit to the data in all groups as seen in see [Table 2](#). Specifically, the measurement model for female, male, fitness group classes, cardio-resistance instruction, and working experience groups displayed adequate fit. Regarding item loadings, all items significantly loaded their predefined latent factor ( $p < 0.001$ ), and no cross-loadings were detected in each tested model. Thus, we move forward on conducting multigroup analyses.

### Multigroup analysis

Configural invariance was tested to examine the fit of the measurement model across groups, which achieved acceptable fit. Metric invariance of the factor loadings across groups was tested by constraining the factor loadings between groups. Differences in CFI and TLI were  $< 0.01$ , moving ahead to examine scalar invariance. Scalar invariance was achieved since mean differences were captured and means shared the same variance. Last, item residuals were examined to test for residual invariance, which respected the proposed cutoff as seen in [Table 2](#).

## Discussion

The present research aimed to measure need-supportive and need-thwarting behaviors and to assess possible differences according to personal features. As hypothesized, needs satisfaction and needs frustration were significantly correlated with need-supportive and need-thwarting behaviors. Contrarily, higher levels of overall needs frustration were positively and significantly related to all forms of need-thwarting behaviors. These results support previous theoretical literature<sup>6</sup> and empirical evidence in the sport<sup>7,19</sup> and in exercise contexts.<sup>10</sup> These results also provide nomological validity, providing support to the relationships between needs satisfaction and needs frustration and interpersonal behaviors displayed by fitness trainers, according to the SDT framework.<sup>6</sup>

Current results suggest that the factor structure of the six-correlated factors model specification assessing three need-supportive and three need-thwarting interpersonal behaviors displayed adequate fit in all samples. Hence, current findings support previous literature analyzing interpersonal behaviors



**Table 1.** Descriptive statistics, composite reliability coefficients, and correlations

	M	SD	S	K	CR	1	2	3	4	5	6	7
1. Needs Satisfaction	4.88	0.86	-0.25	0.38	0.72							
2. Needs Frustration	1.36	0.58	-0.62	-0.03	0.70	-0.28**						
3. Autonomy Support	5.83	0.86	0.02	-0.31	0.80	0.39**	-0.50**					
4. Autonomy Thwarting	2.78	1.14	-0.04	-0.42	0.78	-0.37**	0.27**	-0.12**				
5. Competence Support	6.76	1.02	0.04	-0.69	0.88	0.26**	-0.19**	0.24**	-0.61**			
6. Competence Thwarting	1.94	1.06	-0.72	0.29	0.80	-0.28**	0.29**	-0.12**	0.43**	-0.83**		
7. Relatedness Support	5.71	0.67	1.10	1.45	0.70	0.24**	-0.32**	0.19**	-0.61**	0.57**	-0.60**	
8. Relatedness Thwarting	1.87	1.47	0.98	0.69	0.72	-0.31**	0.35**	-0.34**	0.39**	-0.51**	0.39**	-0.38**

M: Mean; SD: Standard Deviation; S: Skewness; K: Kurtosis; CR: Composite Reliability; \*\* p<0.01.

**Table 2.** Psychometric properties of the measurement model and invariance analysis.

Measurement analysis	$\chi^2$	df	CFI	$\Delta$ CFI	TLI	$\Delta$ TLI	SRMR	RMSEA
Total sample	2014.458*	237	0.937	-	0.909	-	0.059	0.064
Female	1949.713*	237	0.940	-	0.910	-	0.070	0.079
Male	2014.254*	237	0.935	-	0.909	-	0.066	0.080
Fitness group classes	1878.412*	237	0.936	-	0.921	-	0.062	0.063
Cardio-resistance instruction	1862.654*	237	0.913	-	0.903	-	0.071	0.074
≤ 5-year experience	1856.032*	237	0.934	-	0.916	-	0.059	0.080
> 5-year experience	1877.243*	237	0.908	-	0.909	-	0.081	0.079
Invariance analysis								
<i>Female - male</i>								
Configural	795.911	474	0.940	-	0.919	0.001	-	-
Metric Invariance	864.365	492	0.939	0.001	0.917	0.002	-	-
Scalar Invariance	898.569	513	0.936	0.004	0.912	0.006	-	-
Residual Invariance	919.599	537	0.931	0.009	0.910	0.010	-	-
<i>Fitness group classes - Cardio-resistance</i>								
Configural	833.518	474	0.942	-	0.937	-	-	-
Metric Invariance	871.284	492	0.943	0.001	0.936	0.001	-	-
Scalar Invariance	904.788	513	0.944	0.002	0.936	0.001	-	-
Residual Invariance	991.895	537	0.945	0.003	0.935	0.002	-	-
<i>≤ 5-year experience - &gt; 5-year experience</i>								
Configural	793.289	474	0.925	-	0.909	-	-	-
Metric Invariance	823.558	492	0.920	0.005	0.908	0.001	-	-
Scalar Invariance	819.873	513	0.928	0.003	0.905	0.004	-	-
Residual Invariance	840.412	537	0.928	0.003	0.900	0.009	-	-

$\chi^2$ : qui-square test; df: degrees of freedom; CFI: Comparative Fit Index; TLI: Tucker Lewis Index; SRMR: Standard Mean Root Square Residual; RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation; \* p < 0.001.

using the IBQ-Self measure.<sup>7,10,19</sup> Hence, we moved forward on examining possible differences across groups.

Looking at multigroup analysis, the measurement invariance was established between all groups under analysis. This study included the assessment of four invariance criterion, which were met since differences between configural and nested models were below cutoffs. Researcher have found that item numbers, factor loadings, item intercepts, and item residuals were equivalent between groups according to previous assumptions.<sup>15,18</sup> In sum, this research established relatively strong evidence for measurement invariance of the IBQ-Self, thus, the multigroup analysis provided assurance that the observed items are attributable equally to each group. The present study supported the applicability of the IBQ-Self in different groups with different characteristics, as it has been shown in empirical studies.<sup>7,19</sup> Hence, this study extends existing findings by providing a replication of previous studies,<sup>7,19</sup> on the assessment of coaches and trainers own perceptions of interpersonal behaviors

The current research contributes to the extant literature by providing a reliable measure that may facilitate systematic research attempts to study the equivalence of interpersonal behaviors, and associated antecedents of basic psychological needs, in regard to fitness trainers. As Chen<sup>18</sup> has argued, measurement invariance research is important for clear theory and measure development given that it considers the role of differences across groups which could influence the measurement of constructs inherent in the motivational framework.

In terms of measurement of trainer use of need-supportive and need-thwarting behaviors using the IBQ-Self, current findings expand the currently scarce available evidence attesting the invariance of the IBQ-Self.<sup>7,10</sup> All in all, the IBQ-Self may appear useful in evaluations of the effectiveness of experimentally-induced exercise-coaching styles aiming to satisfy gym members' basic psychological needs and promote self-determined motivation and health-related outcomes such as exercise adherence.<sup>2</sup> Current study opens new avenues in self-

determination research related to the assessment of interpersonal behaviors in fitness trainers. The demonstrated invariance between gender, fitness activities, and coaching experience may facilitate further examinations of the universality of the effects of needs satisfaction and needs frustration on interpersonal behaviors, as well as the impact of need-supportive behaviors and need-thwarting behaviors from one source (e.g., trainers) on needs satisfaction and needs frustration in another group (e.g., exercisers). Future studies may conduct multigroup across groups cultures differing in the norms and values trainers endorse.

The cross-sectional design limits interpretations and consequently correlations cannot imply inference. Second, fitness trainers were requested to auto-report their perception of need-supportive and need-thwarting behaviors when interacting with gym members. Last, upcoming research should explore how the context involving fitness trainers influences their psychological needs. Rocchi and colleagues<sup>20</sup> suggested that contextual factors (e.g., administration, job security, time constraints) impact coaches feeling of needs satisfaction and frustration. Thus, more studies are paramount to explore the impact of contextual factors on interpersonal behaviors.

Regarding the measurement of need-supportive and need-thwarting behaviors, the measure under analysis can be applied reliably to fitness trainers with different characteristics. Overall, results of current research helped underscore the importance of examining the role of fitness trainers' characteristics and how they explain the use of need-supportive and need-thwarting behaviors. Therefore, it is crucial to assess their behaviors during labor to create interventions on adaptive conducts and self-awareness. Fitness trainers who adapt their behaviors according to gym members needs would arguably be more effective on promoting physical activity adherence on the long-term.<sup>2</sup> Additionally, these trainers should maintain high quality competence through continued study and research in preventive services and knowledge in health-related behaviors.

**Authorship.** All the authors have intellectually contributed to the development of the study, assume responsibility for its content and also agree with the definitive version of the article. **Conflicts of interest.** The authors have no conflicts of interest to declare. **Funding.** F.R. was supported by the national funds through the Portuguese Foundation for Science and Technology, I.P., under the project UIDP/04748/2020. L.C. and D.M. were supported by national funds through the Portuguese Foundation for Science and Technology, I.P., under the project UID04045/2020. **Provenance and peer review.** Not commissioned; externally peer reviewed. **Ethical Responsibilities.** *Protection of individuals and animals:* The authors declare that the conducted procedures met the ethical standards of the responsible committee on human experimentation of the World Medical Association and the Declaration of Helsinki. *Confidentiality:* The authors are responsible for following the protocols established by their respective healthcare centers for accessing data from medical records for performing this type of publication in order to conduct research/dissemination for the community. *Privacy:* The authors declare no patient data appear in this article.

## References

1. [Evans R, Cotter E, Roy J. Preferred body type of fitness instructors among university students in exercise classes. \*Percept Mot Skills\*. 2005;101\(1\):257-66.](#)
2. [Rodrigues F, Teixeira D, Neiva H, Cid L, Monteiro D. The bright and dark sides of motivation as predictors of enjoyment, intention, and exercise persistence. \*Scand J Med Sci Sports\*. 2020;30\(4\):787-800.](#)
3. [Hawley H, Skelton D, Campbell M, Todd C. Are the attitudes of exercise instructors who work with older adults influenced by training and personal characteristics? \*J Aging Phys Act\*. 2012;20\(1\):47-63.](#)
4. [Ntoumanis N, Thøgersen-Ntoumani C, Quested E, Hancox J. The effects of training group exercise class instructors to adopt a motivationally adaptive communication style. \*Scand J Med Sci Sports\*. 2017;27\(9\):1026-34.](#)
5. [Rodrigues F, Teixeira D, Neiva H, Cid L, Monteiro D. Understanding Exercise Adherence: The Predictability of Past Experience and Motivational Determinants. \*Brain Sci\*. 2020;10\(2\):98.](#)
6. Ryan R, Deci E. *Self-determination theory. Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness*, 2017. New York: Guildford Press.
7. [Rocchi M, Pelletier L, Cheung S, Baxter D, Beaudry S. Assessing need-supportive and need-thwarting interpersonal behaviours: The Interpersonal Behaviours Questionnaire \(IBQ\). \*Personal Indi Diffe\*. 2017;104:423-33.](#)
8. [Rocchi M, Pelletier L. How does coaches' reported interpersonal behavior align with athletes' perceptions? Consequences for female athletes' psychological needs in sport. \*Sport Exer Perfor Psycho\*. 2018;7\(2\):141-54.](#)
9. [Rocchi M, Pelletier L. The Antecedents of Coaches' Interpersonal Behaviors: The Role of the Coaching Context, Coaches' Psychological Needs, and Coaches' Motivation. \*J Sport Exerc Psychol\*. 2017;39\(5\):366-78.](#)
10. [Rodrigues F, Pelletier L, Neiva H. Initial validation of the Portuguese version of the Interpersonal Behavior Questionnaire \(IBQ & IBQ-Self\) in the context of exercise: Measurement invariance and latent mean differences. \*Curr Psychol\*. 2019.](#)
11. IPDJ. Revalidação de Título Profissional de Exercício Físico e de Diretor/a Técnico/a. Instituto Português do Desporto e Juventude, I.P., 2014. Available online: <https://ipdj.gov.pt/revalida%C3%A7%C3%A3o-de-tptef-e-tpdt> (accessed on 7 January 2020)
12. [Rodrigues F, Neiva H, Marinho D, Mendes P, Teixeira D, Cid L, Monteiro D. Assessing need satisfaction and frustration in Portuguese exercise instructors: Scale validity, reliability, and invariance between gender. \*Cuad Psicol Deporte\*. 2019;19:233-40.](#)
13. Muthén L, Muthén B. *Mplus User's Guide*, 2010. Muthén & Muthén: Los Angeles.
14. [Raykov T. Estimation of Composite Reliability for congeneric measures. \*App Psycholog Measur\*. 1997;21\(2\):173-84.](#)
15. Byrne B. *Structural Equation Modeling with Mplus - Basic Concepts, Applications, and Programming*, 2011; Routledge.
16. Hair J, Black W, Babin B, Anderson R. *Multivariate Data Analysis (8th ed.)*, 2019. New Jersey: Pearson Educational, Inc.
17. [Chen F. What happens if we compare chopsticks with forks? The impact of making inappropriate comparisons in cross-cultural research. \*J Pers Soc Psychol\*. 2008;95\(5\):1005-18.](#)
18. [Cheung G, Rensvold R. Evaluating Goodness-of-Fit Indexes for testing measurement invariance. \*Struc Equa Model\*. 2002;9\(2\):233-55.](#)
19. [Rocchi M, Pelletier L, Desmarais P. The Validity of the Interpersonal Behaviors Questionnaire \(IBQ\) in Sport. \*Measure Phys Educ Exerc Science\*. 2016;21\(1\):15-25.](#)
20. [Rocchi M, Pelletier L, Couture A. Determinants of coach motivation and autonomy supportive coaching behaviours. \*Psycho Sport Exer\*. 2013;14\(6\):852-9.](#)



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original



## Relación entre índices antropométricos y la obesidad en personas mayores de 60 años. Estudios Europeo IN COMMON SPORT

I. Mollinedo-Cardalda<sup>a</sup>, K. P Pereira-Pedro<sup>b</sup>, A. López-Rodríguez<sup>b</sup>, J. M. Cancela-Carral<sup>b,c,\*</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Fisioterapia. Universidad de Vigo. España.

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo. España.

<sup>c</sup> Grupo de Investigación HealthyFit. Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IIS Galicia Sur). Sergas-UVIGO. España.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 29 de mayo de 2020, aceptado el 4 de agosto de 2020, online el 5 de agosto de 2020

### RESUMEN

**Objetivo:** Comprobar si el índice de masa corporal (IMC), el índice cintura-cadera (ICC), circunferencia de cintura (CCi), circunferencia de cadera (CCa) y porcentaje de grasa corporal se correlacionan entre sí en personas mayores de 60 años.

**Método:** Se realizó un estudio descriptivo correlacional en 1055 personas mayores de 60 años de diferentes países europeos pertenecientes al proyecto europeo IN COMMON SPORTS. Se realizó una valoración inicial de las variables antropométricas.

**Resultados:** Correlación significativa del IMC con el porcentaje de grasa corporal, CCi y CCa pero no con el ICC. El ICC presenta correlaciones proporcionales significativas con el CCi, e inversamente proporcionales con el CCa. El género masculino muestra una correlación significativa entre el ICC y IMC, pero no con el porcentaje de grasa corporal. El IMC promedio muestra una tendencia general alta para ambos géneros. Mujeres mayor porcentaje de grasa.

**Conclusión:** El IMC se correlaciona con ICC, CCa y CCi pero dependiendo del género. Los hombres mostraron correlaciones significativas entre IMC e ICC, pero en las mujeres no se encuentran correlaciones de estas medidas.

**Palabras clave:** Envejecimiento; Sobrepeso; Ejercicio físico.

## Relationship between anthropometric indexes and obesity in people over 60 years. European Studies IN COMMON SPORT

### ABSTRACT

**Objective:** Prove if the body mass index (BMI), ratio waist-hip (WHR), waist ratio (WR), hip ratio (HR) and body fat percentage were correlates in people over 60.

**Method:** A correlational descriptive study was carried out in 1055 people over the age of 60 from different European countries belonging to the European project IN COMMON SPORTS. An initial assessment was made of the anthropometric variables.

**Results:** Significant correlation of BMI with body fat percentage, WR and WH but not with WHR. The WHR has significant proportional correlations with the WR, and inversely proportional to the HR. Male sex shows a significant correlation between WHR and BMI, but not with the percentage of body fat. The average BMI shows a high overall trend for both sexes. Women higher percentage of fat.

**Conclusion:** Men show a significant correlation between BMI and WHR and for women no correlations were found of these measures. So the BMI does correlate with WHR, HR and WR but depending on gender.

**Keywords:** Aging; Overweight; Exercise.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [chemacc@uvigo.es](mailto:chemacc@uvigo.es) (J. M. Cancela-Carral).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.08.001>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Relação entre índices antropométricos e obesidade em pessoas com mais de 60 anos de idade. Estudo Europeu IN COMMON SPORT

### RESUMO

**Objetivo:** Verificar se o índice de massa corporal (IMC), o relação cintura / quadril (RCQ), circunferência da cintura (CCi), circunferência do quadril (CCa) e percentual de gordura corporal están correlacionados em pessoas com mais de 60 anos.

**Método:** Foi realizado um estudo descritivo correlacional em 1055 pessoas com mais de 60 anos de idade de diferentes países europeus pertencentes ao projeto europeu IN COMMON SPORTS. Foi realizada uma avaliação inicial das variáveis antropométricas.

**Resultados:** Correlação significativa do IMC com o percentual de gordura corporal, CCi e CCa, mas não com o RCQ. O RCQ apresenta correlações proporcionais significativas com o CCi e inversamente proporcional com o CCa. O sexo masculino mostra uma correlação significativa entre o RCQ e o IMC, mas não com o percentual de gordura corporal. O IMC médio mostra uma tendência geral alta para ambos os sexos. Mulheres apresentam maior porcentagem de gordura.

**Conclusão:** O IMC está correlacionado com o RCQ, CCa e CCi, mas dependendo do sexo. Os homens apresentaram correlações significativas entre IMC e RCQ, mas nenhuma correlação dessas medidas foi encontrada nas mulheres.

**Palavras-chave:** Envelhecimento; Sobrepeso; Exercício Físico.

### Introducción

La prevalencia de la obesidad ha aumentado sustancialmente en todo el mundo<sup>1</sup>. Entre los adultos mayores, la prevalencia de sobrepeso y obesidad se considera alta, alcanzando su punto máximo entre los 55 y 60 años en los hombres y entre los 60 y 65 años en las mujeres, presentando un 25% y 30% de obesidad, respectivamente, en países desarrollados<sup>2</sup>.

En Europa, en 2016, se estimó que los adultos mayores de 50 años representaban casi el 40% de la población<sup>3</sup>. En las últimas décadas, la prevalencia del sobrepeso y de la obesidad, en la mayoría de los países desarrollados se ha mantenido estable<sup>2</sup>. Sin embargo, todavía tiene un gran impacto sanitario y económico, debido a que las personas obesas presentan costes médicos un 30% más elevados que las personas que muestran valores normativos. La obesidad tiene consecuencias negativas inmediatas para la salud<sup>1</sup>, y una etiología compleja, que finalmente conlleva a unos valores de morbilidad, discapacidad y mortalidad mayores, y con ello, una calidad de vida reducida<sup>4</sup>.

Una preocupación adicional es el rápido crecimiento de la población anciana en la mayoría de los países desarrollados<sup>5</sup>, lo que resulta en una potente confluencia epidemiológica de factores de riesgo para numerosas afecciones relacionadas con la salud.

Evidencias científicas muestran que adultos mayores con obesidad presentan riesgos más elevados de incapacidad y movilidad, enfermedades metabólicas, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, etc., lo que también está relacionado a costos de salud significativamente más altos<sup>6</sup>. Es también importante considerar que esos problemas clínicos relacionados con la obesidad son mayores si la persona presenta sarcopenia (pérdida de masa y función muscular)<sup>7</sup>, lo que sugiere que la sarcopenia y la obesidad tiene efectos adversos independientes y sumativos sobre la salud de las personas mayores.

El seguimiento y la prevalencia de la obesidad y las tendencias de sobrepeso son importantes para evaluar las intervenciones destinadas a prevenir o reducir dicha incidencia. Esto es particularmente importante entre los adultos mayores, porque el sobrepeso y la obesidad, en este grupo de población, se asocia con un mayor riesgo de inactividad física, limitación de movilidad, osteoartritis y bajo rendimiento funcional<sup>8</sup>. En consecuencia, esto afecta la salud y la calidad de vida de las personas mayores.

El criterio actual más utilizado para clasificar la obesidad es el índice de masa corporal (IMC; peso corporal en kilogramos dividido por la altura en metros cuadrados), que varía desde bajo peso (<18.5 kg/m<sup>2</sup>) a obesidad severa o mórbida (≥40 kg/m<sup>2</sup>)<sup>9</sup>. En contextos clínicos, la circunferencia de la cintura (CCi), una medida de la adiposidad abdominal, se ha convertido en la herramienta más importante y discriminatoria del sobrepeso y obesidad<sup>10</sup>. Se cree que la adiposidad abdominal es

principalmente grasa visceral, metabólicamente activa, que rodea los órganos, y que está asociada con la desregulación metabólica, lo que predispone a las personas a enfermedades cardiovasculares y afecciones relacionadas<sup>11</sup>. De acuerdo con las pautas para el síndrome metabólico, personas que presentan una CCi ≥94 cm en hombres y ≥80 cm en mujeres, disponen de un mayor riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares<sup>11</sup>.

El índice de cintura-cadera (ICC) también se utiliza en entornos epidemiológicos y clínicos como un medio para cuantificar la distribución de grasa corporal que indica adiposidad central<sup>10</sup>. Una mayor circunferencia de la cadera (CCa), después de controlar el CCi y/o el IMC, puede estar asociada con menores riesgos de enfermedad coronaria, diabetes y mortalidad<sup>12</sup>.

La participación regular en la actividad física es un aspecto importante en la prevención y manejo de afecciones crónicas que prevalecen con el aumento de la edad, como la diabetes y las enfermedades cardiovasculares<sup>7</sup>, así como presenta una influencia beneficiosa sobre la condición física<sup>13</sup>, la función cognitiva y la calidad de vida<sup>14</sup>.

Los beneficios que presenta la práctica de la actividad física son conocidos, y para lograrlos, la Organización Mundial de la Salud<sup>15</sup> sugiere que los adultos mayores hagan un mínimo de 150 minutos semanales de actividad física de intensidad moderada. A pesar de los beneficios que presenta para la salud, la proporción de población que realiza actividad física de forma regular disminuye con la edad<sup>16</sup>. En Europa, el 35% de los adultos se consideran físicamente inactivos y esta proporción aumenta con la edad al 45% de los mayores de 60 años<sup>16</sup>.

Así el objetivo de estudio es comprobar si los parámetros antropométricos IMC, ICC, CCi, CCa y el porcentaje de grasas corporal utilizados en el contexto clínico se correlacionan entre sí en personas mayores de 60 años pertenecientes a dicho proyecto.

### Método

#### Sujetos

Para este estudio descriptivo correlacional fueron reclutados un total de 1055 personas mayores de 60 años de diferentes países europeos (Portugal, Italia, Bulgaria, Hungría y España), pertenecientes al proyecto Europeo Erasmus plus, denominado "IN COMMON SPORTS". Este proyecto consiste en la promoción de la práctica de actividad física (150 minutos semanales) en personas mayores saludables. La muestra a analizar está compuesta por un 74.21% de mujeres que presenta una edad media de 69.44±7.45 años, mientras que los hombres, 25.79% de la muestra, presentan una edad media de 70.60±6.28 años. Los criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta, fueron los mismos que se utilizaron para la realización del proyecto europeo: que fuesen personas mayores 60 años, y que residieran en la

ciudad que se implantaba el programa, o en las cercanías a dicha ciudad.

Destacar que en este proyecto se han seguido las normas éticas señaladas por la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, y ha sido aprobado por el Comité ético del Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC-ESDLO180417). Todos los participantes fueron informados y dieron su consentimiento por escrito antes de participar en el proyecto.

### Procedimientos

Se evaluaron las variables antropométricas analizadas a través de los siguientes instrumentos:

Primeramente se recolectó la altura (cm) y el peso (kg) de los participantes, que se midieron sin zapatos y con ropa ligera. El IMC se calculó utilizando la siguiente fórmula: peso/talla<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>). La evaluación de la estatura se realizó mediante un estadiómetro modelo Handac de 1.0 mm de precisión. El peso se evaluó mediante báscula electrónica de bioimpedancia modelo Tanita TBF300 tetrapolar de una precisión de 0.1 kg. Además, se registró la grasa corporal (%)<sup>17</sup>. El protocolo para la medición de la grasa corporal fue el siguiente: Se recomendó a los sujetos no realizar ejercicio en las horas previas y vaciar la vejiga antes de la prueba. La medición se ha realizado entre 2-3 horas después del desayuno.

La CCa y CCI se han medido utilizando cinta antropométrica Lufkin W606PM de 6mm estableciendo su resultado en centímetros (cm). La CCa se midió a la altura del trocánter mayor del fémur, mientras que la CCI se midió superior a las crestas ilíacas, a la altura del ombligo. A través de estos datos se halló el índice cintura-cadera (ICC) por medio de la fórmula "Cintura ÷ Cadera".

Los profesionales que realizaron las mediciones eran fisioterapeutas experimentados en valoraciones antropométricas y recogidas de datos para investigación en población envejecida.

Para la realización del estudio se llevó a cabo una valoración inicial de las personas que pertenecían al proyecto europeo "IN COMMON SPORTS" (este proyecto busca incentivar la práctica de actividad física en las personas mayores), donde se registraron las variables de antropometría. Esta valoración se realizó de forma simultánea en todos los países participantes, y los instrumentos para la recogida de datos fueron los mismos en todos los países. Los datos fueron volcados al sistema estadístico SPSS v2.2 y analizados en función del género.

### Análisis Estadístico

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de la muestra a través de medidas de tendencia central y dispersión de las principales

variables a estudiar, estratificando dicho análisis en función del género. Se comprobó la normalidad de la muestra a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0.05$ ). Con el fin de analizar la relación existente entre el IMC, ICC, CCI, CCa y Grasa corporal se aplicó el test de correlación de Pearson ( $r$ ). Se empleó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics para MAC, versión 25.0 (Armonk, NY: IBM Corp), con un nivel de significación estadística de  $p < 0.05$  (intervalo de confianza del 95%).

### Resultados

Un total de 1055 personas mayores de 65 años participaron en el proyecto europeo "IN COMMON SPORTS", de las cuales 763 participantes eran mujeres y 272 eran hombres. En la [Tabla 1](#), se observa el análisis descriptivo de las variables antropométricas divididas en función del género. La comparación por género muestra que los hombres presentan una altura y peso superior a las mujeres, mientras que los datos del IMC son similares para ambos géneros, aunque el porcentaje de grasa corporal es mayor en las mujeres. En cuanto a los perímetros de cadera y cintura, las mujeres presentaron valores superiores para el perímetro de la cadera e inferiores para el perímetro de la cintura en comparación con los hombres, mostrando, por lo tanto, el grupo femenino un ICC de menor valor que el grupo masculino.

**Tabla 1.** Análisis descriptivo de la muestra en función del género.

Variables	Total (n= 1055)		Mujeres (n=783)		Hombres (n=272)	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
Edad (Años)	70.02	6.86	69.44	7.45	70.60	6.28
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28.39	4.56	28.71	5.54	28.08	3.58
Altura (cm)	163.50	7.07	157.59	6.72	169.41	7.42
Peso (kg)	75.80	12.59	70.82	13.54	80.78	11.64
ICC	0.94	0.29	0.92	0.50	0.97	0.08
CCI (cm)	95.68	10.48	91.94	11.91	99.43	9.05
CCa (cm)	105.13	10.35	106.00	12.79	104.26	7.92
Grasa Corporal (%)	31.1	6.90	35.50	7.18	26.70	6.62

SD: Desviación Estándar; ICC: índice cadera cintura; IMC: índice masa corporal; CCI: circunferencia de cintura; CCa: Circunferencia de cadera.

En la [Tabla 2](#) se pueden observar las correlaciones de los diferentes parámetros objeto de estudio en función del género. En cuanto a la totalidad de la muestra, el IMC presenta una correlación proporcional significativa con el porcentaje de grasa corporal y los CCI y CCa, aunque no presenta significaciones correlacionales con el ICC. En cambio, el ICC presenta correlaciones proporcionales significativas con el CCI, e inversamente proporcionales con el CCa. En tanto, es necesario destacar que el ICC y el porcentaje de grasa corporal no presentan correlaciones significativas, aunque este último sí que presenta correlaciones proporcionales significativas con el CCI y Cca.

**Tabla 2.** Correlaciones de las diferentes medidas antropométricas.

		IMC (kg/m <sup>2</sup> )	ICC	Cci (cm)	Cca (cm)	Grasa corporal (%)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Mujeres	-	r=0.066 p=0.084	r=0.760** p=0.001	r=0.628 p=0.000	r=0.680** p=0.000
	Hombres	-	r=0.171** p=0.008	r=0.750** p=0.000	r=0.611** p=0.000	r=0.563** p=0.000
ICC	Mujeres	r=0.066 p=0.084	-	r=0.109** p=0.004	r=0.446** p=0.000	r=0.016 p=0.672
	Hombres	r=0.171** p=0.008	-	r=0.341** p=0.000	r=-0.295** p=0.000	r=-0.115 p=0.000
CCI (cm)	Mujeres	r=0.760** p=0.000	r=0.109** p=0.004	-	r=0.657** p=0.000	r=0.643** p=0.000
	Hombres	r=0.750** p=0.000	r=0.341** p=0.000	-	r=0.610** p=0.000	r=0.431** p=0.000
CCa (cm)	Mujeres	r=0.628** p=0.000	r=-0.446** p=0.000	r=0.657** p=0.000	-	r=0.560** p=0.000
	Hombres	r=.611** p=0.000	r=-.295** p=0.000	r=.610** p=0.000	-	r=.582** p=0.000
Grasa corporal (%)	Mujeres	r=0.680** p=0.000	r=0.016 p=0.672	r=0.643** p=0.000	r=0.560** p=0.000	-
	Hombres	r=0.563** p=0.000	r=-0.115 p=0.082	r=0.413** p=0.000	r=0.582** p=0.000	-

IMC: índice masa corporal; ICC: índice cadera cintura; CCI: perímetro cintura; CCa: perímetro cadera; \*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.001$



Si estratificamos la muestra por género, las mujeres y los hombres siguen la misma tendencia que la totalidad de la muestra, aunque es necesario destacar que en los hombres existe una variante, y es que el ICC muestra correlaciones proporcionales significativas con el IMC, pero no con el porcentaje de grasa corporal.

En la Figuras 1 y 2, se muestra la correlación entre el IMC y porcentaje de grasa corporal en función del género.

### Discusión

En este estudio, donde participaron 1055 personas mayores, se mostraron unos valores de IMC similares entre hombres y mujeres. Los hombres presentaron altura y peso superior a las

mujeres, sin embargo, en las mujeres el porcentaje de grasa corporal fue más elevado, lo que está en concordancia con datos presentados anteriormente<sup>18</sup>. En cuanto al ICC los resultados mostraron valores altos, aunque significativamente menores en mujeres (0.92) comparado a los hombres (0.97), esos valores implican un mayor riesgo de morbilidad tanto en mujeres (>0.80) como en hombres (>0.95)<sup>11</sup>. Además, Torija et al.<sup>19</sup> recogieron que la obesidad, fundamentalmente la obesidad central, son más comunes en mujeres que en hombres. El aumento leve del peso, independientemente de la actividad física, confiere mayor riesgo de muerte en mujeres. En las sociedades occidentales, el peso corporal aumenta con la edad en ambos géneros, pero el ritmo de aumento en la mujer es más acelerado que en los hombres de la misma edad.

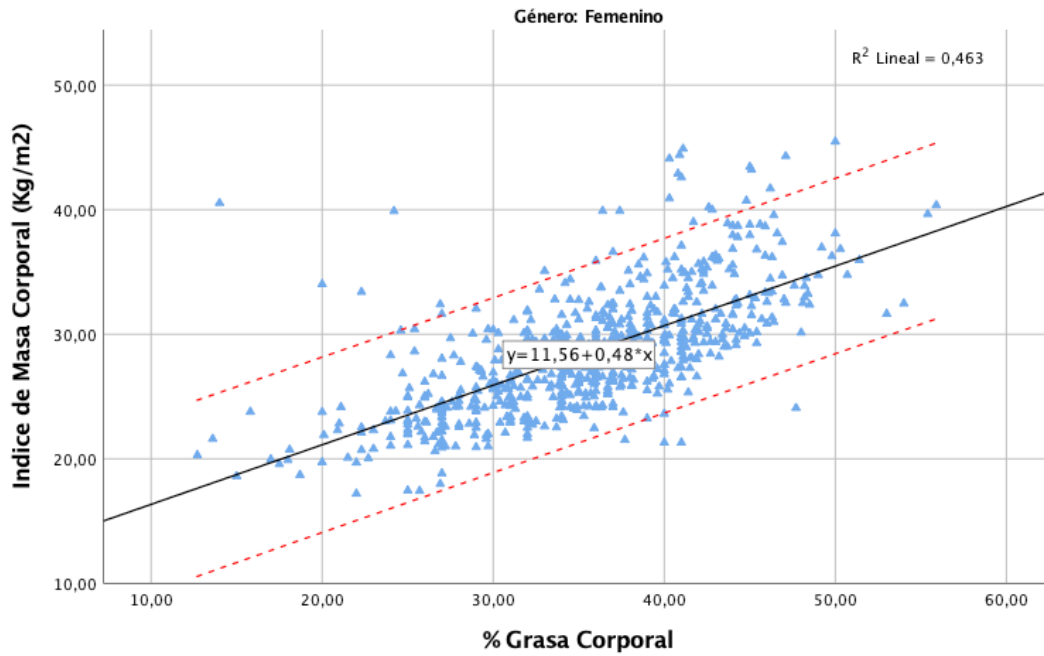


Figura 1. Correlación entre el IMC y el porcentaje de grasa corporal en el género femenino

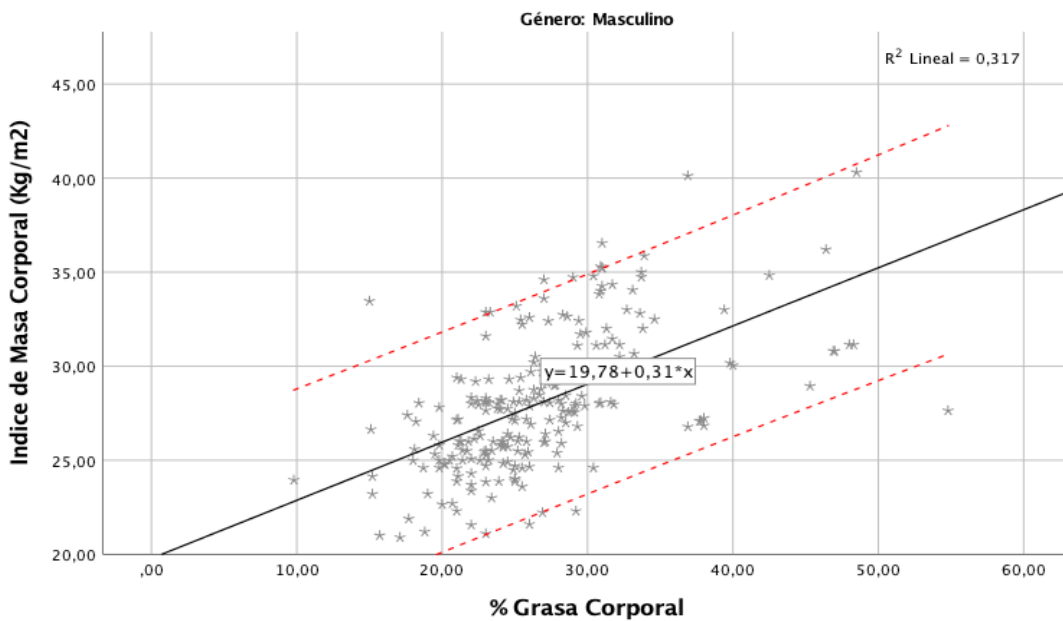


Figura 2. Correlación entre el IMC y el porcentaje de grasa corporal en el género masculino.

Encontramos también una correlación significativa del IMC con el porcentaje de grasa corporal, CCI y CCA. Múltiples estudios han demostrado una correlación entre el IMC y el porcentaje de grasa corporal. El cálculo del IMC es considerado más exacto que la medida aislada del peso en la estimación de la grasa corporal total<sup>20</sup>. Hay otros estudios que consideran que la falta de distinción entre grasa y peso sin grasa puede llevar a una interpretación errónea de un IMC alto como sobrepeso o riesgo de obesidad<sup>21</sup>. A pesar de estos factores, el IMC promedio muestra una tendencia general alta en hombres y mujeres, y más fidedigna presentando correlación positiva con la CCI y CCA.

En cuanto, al género masculino, se ha mostrado una correlación significativa entre el IMC y CCI. Para las mujeres no fueron encontradas correlaciones entre estas medidas, esto puede ser explicado por la formación corporal diferente entre géneros, el volumen de masa grasa visceral difiere según el género. Los hombres, en promedio, almacenan el 21% de la grasa corporal total en la región visceral, en comparación con el 10% en las mujeres<sup>22</sup>. Además, las mujeres tienen una circunferencia de cadera más ancha debido a la pelvis, el músculo gluteofemoral y la deposición de la grasa. Estas distinciones anatómicas dan como resultado diferentes puntos de distribución de grasa corporal y límites de ICC entre los géneros.

El IMC no diferencia entre el tejido muscular y el tejido adiposo, y no distingue varios componentes de la grasa que limitan su uso en la estimación del riesgo de enfermedad cardiovascular, ya que estas se asocian más comúnmente con la acumulación de grasa abdominal en lugar de la grasa subcutánea<sup>23</sup>. En los países en desarrollo, la OMS recomienda que el IMC se use con precaución porque los valores bajos de IMC también tienen un alto riesgo de enfermedad<sup>24</sup>. Esta correlación debe ser un hallazgo importante a analizar, considerando que en las mujeres el porcentaje de grasa corporal es más elevado y no hubo correlación entre IMC e ICC.

Por último, se ha demostrado una correlación significativa del ICC con CCI y una correlación inversa con el ICC, esto puede ser debido al cálculo que se realiza para obtener el ICC que derivase de la fórmula CCI/CCA.<sup>25</sup>

Por último, los cambios en la antropometría en personas mayores son grandes y varían entre hombre y mujeres, estudios previos reflejan que el envejecimiento conlleva cambios inevitables en la estructura y funcionalidad del organismo humano, tanto en la parte física como mental, lo que implica una disminución en el rendimiento físico causado por el deterioro orgánico; aspectos que se convierten en una de las principales causas de morbilidad, mortalidad y discapacidad en este grupo etario<sup>25</sup>.

En cuanto a las aplicaciones prácticas, debemos utilizar con precaución el ICC en poblaciones envejecidas femeninas debido a que no se correlaciona con el porcentaje de grasa corporal, ni con el IMC. Por lo que, no se debe utilizar como datos sustitutos.

En este estudio se reclutaron personas mayores de 60 años de 5 países europeos (Portugal, Italia, Bulgaria, Hungría y España), por lo que, una limitación, es que la muestra analizada no es representativa de Europa. Dependiendo del país los hábitos alimentarios y los estilos de vida son totalmente distintos. Es decir, en algunos países la ingesta de grasas y azúcares podría ser mayor que en otros, así como el aumento de la inactividad física, o el predominio del sedentarismo, lo que conlleva a un aumento de sobrepeso y tener más problemas de salud. Para investigaciones futuras se debería reclutar personas mayores de la mayoría de los países que forman parte de la Unión Europea.

Por lo tanto, se puede concluir que, existe correlación entre las diferentes medidas antropométricas, a excepción del ICC que no se correlaciona con el porcentaje de grasa corporal, y con el IMC en mujeres.

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Programa Erasmus +, Support for Collaborative Partnerships in the field of Sport. Contrato nº: 2017 - 2356/001 - 001 ERA-COPART. **Agradecimientos.** Agradecemos la participación de las personas de las cinco delegaciones (Portugal, España, Italia, Bulgaria e Hungría) que de una forma voluntaria se han implicado en el proyecto Erasmus +: In Common Sport. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

1. [Global Burden of Disease 2015 Obesity Collaborators. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. N Engl J Med. 2017;377\(1\):13-27.](#)
2. [Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet. 2016;388\(10046\):1473-90.](#)
3. Eurostat. Population by age group Brussels: European Commission. Share of population in a certain age group compared to the total population. European Commission, Brussels. 2016.
4. [Konig HH, Lehner T, Brenner H, Schottker B, Quinzler R, Heider D, et al. Health service use and costs associated with excess weight in older adults in Germany. Age Ageing. 2015;44\(4\):616-23.](#)
5. [DESA U. United nations department of economic and social affairs. population division. world population prospects: The 2015 revision, key findings and advance tables. In: Technical Report. Working Paper No. ESA/P/WP. New York. 2015; p: 241.](#)
6. [Atkins JL, Whincup PH, Morris RW, Lennon IT, Papacosta O, Wannamethee SG. Sarcopenic obesity and risk of cardiovascular disease and mortality: a population-based cohort study of older men. J AM Geriatr Soc. 2014;62\(2\):253-60.](#)
7. [Lee DC, Shook RP, Drenowatz C, Blair SN. Physical activity and sarcopenic obesity: definition, assessment, prevalence and mechanism. Future Sci OA. 2016;2\(3\):127.](#)
8. [Jensen GL, Hsiao PY. Obesity in older adults: relationship to functional limitation. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2010;13\(1\):46-51.](#)
9. [Smithers G, Finch S, Doyle W, Lowe C, Bates CJ, Prentice A, et al. The National Diet and Nutrition Survey: people aged 65 years and over. Int J Food Sci Nutr. 1998;98\(3\):133-34.](#)
10. [Hu FB. Obesity and mortality: watch your waist, not just your weight. Arch Intern Med. 2007;167\(9\):875-86.](#)
11. [Alberti KGM, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the international diabetes federation task force on epidemiology and prevention; national heart, lung, and blood institute; American heart association; world heart federation; international atherosclerosis society; and international association for the study of obesity. Circulation. 2009;120\(16\):1640-45.](#)
12. [Cameron AJ, Magliano DJ, Söderberg S. A systematic review of the impact of including both waist and hip circumference in risk models for cardiovascular diseases, diabetes and mortality. Obes Rev. 2013;14\(1\):86-94.](#)



13. [Tak E, Kuiper R, Chorus A, Hopman-Rock M. Prevention of onset and progression of basic ADL disability by physical activity in community dwelling older adults: a meta-analysis. Ageing Res Rev. 2013;12\(1\):329-38.](#)
14. [Bherer L, Erickson KI, Liu-Ambrose T. A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. J Aging Res. 2013;2013:1-8.](#)
15. Organización Mundial de la Salud. WHO Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization. 2011.
16. [Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. Lancet. 2012;380\(9838\):247-57.](#)
17. [Calleja-Fernández A, Díez-Rodríguez R, Vidal-Casariago A, Cano-Rodríguez I. Comparison of different body composition measurements in severely obese patients in the clinical setting. Nutr Hosp. 2012;27\(5\):1626-30.](#)
18. [Llisterri JL, Cea-Calvo L, Martí-Canales JC, Lozano JV, Aznar J, Redon J. Prevalence of metabolic syndrome in Spanish population aged 60 years-old or more. PREV-ICTUS, a population-based study. Med Clin \(Barc\). 2009;132\(5\):172-9.](#)
19. Torija MJC, Alija MJC, Pérez MST. Enfermedades cardiovasculares: problema de salud en las mujeres. Cuestiones de Género: de la Igualdad y la Diferencia. 2010;1(5):185-217.
20. [Van Hubbard S. Defining overweight and obesity: what are the issues? Am J Clin Nutr. 2000;72\(5\):1067-8.](#)
21. [Price GM, Uauy R, Breeze E, Bulpitt CJ, Fletcher AE. Weight, shape, and mortality risk in older persons: elevated waist-hip ratio, not high body mass index, is. Am J Clin Nutr. 2006;84\(2\):449-60.](#)
22. Kvist H, Chowdhury B, Sjöström L, Tylén U, Cederblad A. Adipose tissue volume determination in males by computed tomography and 40K. Inter J Obes. 1988,12(3):249-66.
23. [Melmer A, Lamina C, Tschoner A, Röss C, Kaser S, Laimer M, et al. Body adiposity index and other indexes of body composition in the SAPHIR study: association with cardiovascular risk factors. Obesity \(Silver Spring\). 2013;21\(4\):775-81.](#)
24. [Babai MA, Arasteh P, Hadibarhaghtalab M, Naghizadeh MM, Salehi A, Askari A, et al. Defining a BMI cut-off point for the Iranian population: the Shiraz Heart Study. PLoS one. 2016;11\(8\):e0160639.](#)
25. [Arroyo P, Lydia L, Sánchez H. Indicadores antropométricos, composición corporal y limitaciones funcionales en ancianos. Rev Med Chil. 2007;135\(7\):846-54.](#)



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original

## Fuerza muscular inspiratoria dinámica y aptitud cardiorrespiratoria en función de edad y sexo

A. Roldán<sup>a\*</sup>, N. M. Blasco-Lafarga<sup>b</sup>, A. Cordellat<sup>a</sup>, P. Monteagudo<sup>a,c</sup>, M. C. Gómez-Cabrera<sup>d</sup>,  
C. Blasco-Lafarga<sup>a</sup>.

<sup>a</sup> Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Valencia. España.

<sup>b</sup> Centro de Atención Primaria. Área Doctor Peset. Valencia. España.

<sup>c</sup> Departamento de Educación y Didácticas Específicas. Universidad Jaume I. Castellón. España.

<sup>d</sup> Departamento de Fisiología. Universidad de Valencia. España.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 29 de mayo de 2020, aceptado el 4 de agosto de 2020, online el 5 de agosto de 2020

### RESUMEN

**Objetivo:** Analizar la relación entre fuerza inspiratoria y aptitud cardiorrespiratoria en un grupo de adultos mayores sanos y entrenados, atendiendo a edad y sexo.

**Método:** Estudio descriptivo, de corte transversal y prospectivo. De los 153 participantes en el programa de entrenamiento multicomponente EFAM-UV<sup>®</sup> y mayores de 60 años, 87 fueron evaluados de composición corporal, presión arterial, saturación de oxígeno, fuerza inspiratoria dinámica y test de 6 minutos marcha. Como criterios de exclusión: fumador; padecer/haber padecido enfermedad respiratoria, cardíaca, neuromuscular o de la caja torácica, padecer/haber padecido deterioro cognitivo y/o llevar prótesis dental. 67 adultos mayores (73.02 ± 4.54 años) se consideraron para el análisis final. Los test se realizaron en tres días no consecutivos con una separación de entre 48 y 72 horas.

**Resultados:** Se confirman las diferencias atendiendo al sexo en ambas variables. La asociación moderada entre fuerza inspiratoria dinámica y aptitud cardiorrespiratoria, medida a través del test de 6 minutos marcha, ( $r=0.468$ ;  $p<0.005$ ) se reduce al tener en cuenta las covariables edad ( $r^e=0.397$ ;  $p<0.005$ ) y sexo ( $r^e=0.360$ ;  $p<0.005$ ), con menor  $R^2$  en las mujeres (0.113 vs. 0.188).

**Conclusión:** Estos resultados justifican la necesidad de evaluar y entrenar la musculatura inspiratoria en los adultos mayores, especialmente en las mujeres, con independencia de su nivel de aptitud física. Futuros estudios deben analizar qué factores pueden influir en la asociación entre la fuerza inspiratoria dinámica y la aptitud cardiorrespiratoria (concretamente test de 6 minutos marcha) más allá de la edad y el sexo.

**Palabras clave:** Entrenamiento respiratorio; Envejecimiento saludable; Presión inspiratoria máxima.

## Dynamic inspiratory muscle strength and cardiorespiratory fitness based on age and sex

### ABSTRACT

**Objective:** To analyse the relationship between inspiratory muscle strength and cardiorespiratory fitness in healthy trained elderly, according to age and sex.

**Method:** Descriptive, cross-sectional and prospective study. Of the 153 participants in the EFAM-UV<sup>®</sup> multicomponent training program and over 60 years, 87 were assessed for body composition, blood pressure, oxygen saturation, dynamic inspiratory muscle strength and 6-min walking test. As exclusion criteria: smoker, suffering/having suffered respiratory, cardiac, neuromuscular or rib cage disease, suffering/having suffered cognitive deterioration and/or wearing dental prostheses. 67 elderly (73.02 ± 4.54 years) were considered for the final analysis. These measurements were carried out for three non-consecutive days separate by 48 and 72 hours.

**Results:** Gender differences in maximum inspiratory strength and cardiorespiratory fitness are confirmed. The moderated association between dynamic inspiratory muscle strength (S-index) and cardiorespiratory fitness, assessed by 6-min walking test, ( $r=0.468$ ;  $p<0.005$ ) reduces when taking into account the covariates sex ( $r^e=0.360$ ;  $p<0.005$ ) and age ( $r^e=0.397$ ;  $p<0.005$ ), with lower  $R^2$  in women (0.113 vs. 0.188).

**Conclusion:** These results confirm the need of assessing and training the inspiratory muscles in the elderly, mainly in women, regardless their physical fitness. Future studies should analyse which factors can influence the association between maximum inspiratory strength and cardiorespiratory fitness (specially, 6-min walking test) beyond age and sex.

**Keywords:** Inspiratory training; Healthy aging; Maximum inspiratory pressure.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ainoa.roldan@uv.es](mailto:ainoa.roldan@uv.es) (A. Roldán).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.08.002>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Força muscular inspiratória dinâmica e aptidão cardiorrespiratória com base na idade e sexo

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar a relação entre força inspiratória e aptidão cardiorrespiratória em um grupo de idosos saudáveis e treinados, de acordo com a idade e o sexo.

**Método:** Estudo descritivo, transversal e prospectivo. Dos 153 participantes do programa de treinamento multicomponente EFAM-UV<sup>®</sup> e com mais de 60 anos, 87 foram avaliados quanto à composição corporal, pressão arterial, saturação de oxigênio, força muscular inspiratória dinâmica e teste de 6 minutos a pé. Como critério de exclusão: fumante, sofrendo/sofrendo de doenças respiratórias, cardíacas, neuromusculares ou das costelas, sofrendo/sofrendo deterioração cognitiva e/ou usando próteses dentárias. 67 idosos (73.02 ± 4.54 anos) foram considerados para a análise final. Os testes foram realizados em três dias não consecutivos com uma separação entre 48 e 72 horas.

**Resultados:** As diferenças baseadas no sexo em ambas as variáveis são confirmadas. A associação moderada da força muscular inspiratória dinâmica e aptidão cardiorrespiratória, avaliado pelo teste de 6 minutos a pé, ( $r=0.468$ ;  $p<0.005$ ) é reduzida levando em consideração das covariáveis idade ( $r^e=0.397$ ;  $p<0.005$ ) e sexo ( $r^s=0.360$ ;  $p<0.005$ ), com menor  $R^2$  no mulheres (0.113 vs. 0.188).

**Conclusão:** Esses resultados justificam a necessidade de avaliar e treinar a musculatura inspiratória nos idosos, principalmente em mulheres, independentemente do nível de aptidão física. Estudos futuros devem examinar quais fatores podem influenciar a associação da força inspiratória máxima e aptidão cardiorrespiratória (especificamente teste de 6 minutos a pé) além da idade e do sexo.

**Palavras-chave:** Treinamento respiratório; Envelhecimento saudável; Pressão inspiratória máxima.

### Introducción

El deterioro del sistema muscular, tanto a nivel estructural como funcional, es una de las claves más importantes en el proceso de envejecimiento, y se ve afectado de forma diferente atendiendo al tipo de fibras, la bioquímica, la localización, la composición y el sexo, entre otros<sup>1</sup>. Las pérdidas de masa muscular (cambio estructural) y fuerza (cambio funcional) son reflejos de este deterioro, de forma que encontramos que la reducción en la fuerza, seguida de la pérdida de masa muscular y finalmente capacidad funcional se producen en ambos géneros y en ese orden, aunque se dan en mayor medida en los hombres frente a las mujeres<sup>2</sup>, ya que estos parten de mayores valores iniciales.

Con independencia de la evolución de la musculatura general, los cambios en la musculatura respiratoria también afectan a la capacidad funcional y por ende a las actividades de la vida diaria (AVD) del adulto mayor (AM), condicionando, entre otras, su fuerza<sup>3</sup> y aptitud cardiorrespiratoria<sup>4,5</sup>.

Reducciones en la fuerza respiratoria, asociadas o a la par que la disminución de la complianza de la pared torácica y el retroceso elástico de los pulmones<sup>6</sup>, se relacionan con una limitación en el rendimiento durante el ejercicio físico, llegando incluso a la disnea durante las AVD<sup>7</sup>. En cuanto a la aptitud cardiorrespiratoria, y más concretamente al consumo de oxígeno máximo, variable multifactorial y como tal afectada por los cambios en diferentes sistemas, frecuentemente se considera como un indicador importante de esa capacidad funcional<sup>8</sup>, además de ser un predictor de mortalidad independientemente de la raza y el sexo<sup>9,10</sup>. Además, la aptitud cardiorrespiratoria se relaciona de forma inversa con enfermedades cardiovasculares o situaciones crónicas que pueden afectar al AM sano<sup>9</sup>, y de forma directa con la fuerza y la flexibilidad<sup>8</sup>. Como ocurre con la masa muscular y la fuerza, su pérdida es mayor en los hombres ya que parten de valores más elevados<sup>10</sup>. Por el contrario, un nivel óptimo de aptitud cardiorrespiratoria permite reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y cognitivas, así como mantener la funcionalidad. Volviendo sobre la fuerza respiratoria y las diferencias en función del sexo, los hombres suelen tener una mayor fuerza inspiratoria (un 30% aproximadamente) y su pérdida también es mayor<sup>11</sup>. De la misma forma, se asume que la merma de fuerza respiratoria influye también sobre la propia aptitud cardiorrespiratoria.

Finalmente, a pesar de que se considera probado que el ejercicio físico mejora la capacidad funcional y la aptitud cardiorrespiratoria del AM, y se espera que de forma paralela la fuerza de la musculatura respiratoria, los programas de

entrenamiento actuales no tienen en cuenta la evaluación de esta última, ni la inclusión normalizada de su entrenamiento en los programas para AM (el de la musculatura respiratoria diafragmática, más concretamente). Hasta donde sabemos, faltan estudios que confirmen si una mayor aptitud cardiorrespiratoria contribuye a preservar mejor la función respiratoria, y más en concreto la fuerza inspiratoria, hecho que favorecería la salud integral del AM. Igualmente se desconoce si esta posible contribución está condicionada por el sexo, y la forma en que se modifica con la edad. Por todo ello, el presente trabajo tiene como objetivos analizar la relación entre la fuerza muscular inspiratoria y la aptitud cardiorrespiratoria en un grupo de AM sanos y entrenados, así como estudiar la influencia de la edad y el sexo en esa relación. La hipótesis de partida es que lo sujetos más entrenados lo serán en ambas capacidades, porque, en caso contrario, la falta de asociación entre ellas implicaría la necesidad de entrenar ambas en estos mismos programas.

### Método

#### Sujetos

De los 153 participantes de un programa de entrenamiento multicomponente, 87 participaron de forma voluntaria en el estudio y 67 se tuvieron en cuenta para el análisis final (Figura 1). Los criterios de inclusión fueron participar de forma regular en el programa de entrenamiento EFAM-UV<sup>®12</sup> y tener más de 60 años. Como criterios de exclusión se determinaron ser fumador, padecer o haber padecido enfermedad respiratoria, cardíaca, neuromuscular o de la caja torácica, padecer deterioro cognitivo o llevar prótesis dental. Se informó verbalmente y por escrito a todos los participantes, quienes firmaron un consentimiento informado al inicio del estudio.

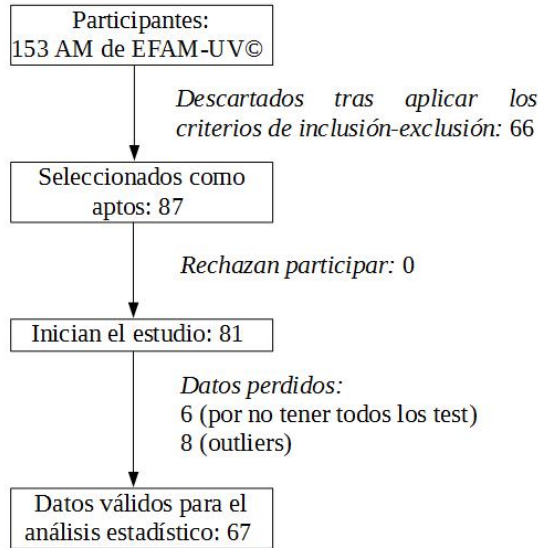
#### Procedimientos

Estudio aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Valencia (H1506353751695). Descriptivo y de corte transversal que se engloba dentro de la investigación cuantitativa aplicada.

Las evaluaciones se realizaron en tres días no consecutivos con una separación de entre 48 y 72 horas, teniendo en cuenta la interacción entre las pruebas.

Los participantes acudieron en ayunas, y se les midió la estatura con el estadímetro SECA 222 (SECA; Medical Scales and Measuring Systems, Hamburg, Germany) y la composición corporal mediante bioimpedancia con la báscula BC-545 (Tanita; Corporation of

America, Inc., Arlington Heights, IL). Tras descansar durante cinco minutos en una silla, se les tomó la presión arterial dos veces en el brazo izquierdo con el monitor automático Omron M3 (IM-HEM-7131-E), considerando la media para el análisis final. Al mismo tiempo se tomó la saturación de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) en el dedo anular o índice, mediante el pulsioxímetro WristOX2-3150 (Nonin Medical Inc., Minneapolis, MN, USA).



**Figura 1.** Diagrama de flujo de la muestra.

La fuerza muscular inspiratoria dinámica (IMS, concretamente S-index) se evaluó mediante el test de presión inspiratoria máxima utilizando el dispositivo electrónico Powerbreathe K5 (Powerbreathe K5, HaB, International Ltd, UK). Siguiendo el protocolo de Neder et al.<sup>13</sup>, se realizaron tres mediciones con un descanso de un minuto entre ellas, y si la diferencia entre ellas era mayor del 10% se realizaron hasta un máximo de cinco mediciones. Los participantes se sentaron en una silla con los pies apoyados en el suelo, sin cruzar las piernas, con la espalda recta y una pinza en la nariz. Para el análisis estadístico se consideró el mejor valor de los tres.

Con el fin de evaluar la aptitud cardiorrespiratoria, se utilizó el test de 6 minutos marcha (6MWT) atendiendo al protocolo de Rikli and Jones<sup>14</sup>, donde los AM tienen que caminar lo más rápido posible, pero sin correr, alrededor de un rectángulo de 20 metros de largo por 5 metros de ancho.

**Análisis estadístico**

Los datos se procesaron en el paquete estadístico SPSS versión 22 de IBM® para Mac OS X. Se analizó la normalidad de la muestra (K-S y S-W) tanto del grupo completo como en el de hombres (h) y

mujeres (m) por separado y se calcularon los estadísticos descriptivos de todas las variables expresándolos como media y desviación estándar (Media ± DE). Además, en el caso de los grupos por sexo, se añadió el coeficiente de variación (CV) en forma de porcentaje. Para analizar las diferencias en cuanto al sexo, se realizó una comparación de medias para muestras independientes. A continuación, se aplicaron las correlaciones de Pearson y Spearman (según la normalidad de la muestra), para analizar la influencia de las covariables sexo (s) y edad (e) sobre IMS y 6MWT. Se analizaron así, el peso de cada una por separado (r<sup>s</sup>, r<sup>e</sup>), su influencia combinada (r<sup>e+s</sup>), y considerando ambos sexos pero de forma aislada, sin y con la edad (r<sup>m</sup>, r<sup>h</sup>, r<sup>(m)e</sup>, r<sup>(h)e</sup>). Finalmente, se representó el diagrama de dispersión de las asociaciones para la muestra total y por sexo, incluyendo el valor del coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>).

En todos los casos se consideró el p-valor de la significación como p<0.05 utilizando la clasificación de Cohen<sup>15</sup> para valorar la asociación entre variables. Se tuvieron en cuenta las tendencias a la significación p<0.1<sup>16</sup> y se utilizó la clasificación de Sullivan and Feinn<sup>17</sup> para la interpretación de R<sup>2</sup>.

**Resultados**

La [Tabla 1](#) representa las características de la muestra confirmando las diferencias de sexo tanto en las variables antropométricas (a excepción de la edad) como en las de rendimiento. Además, existe una mayor dispersión en aquellas variables que no se entrenan (mujeres: 31.80% en IMS vs 10.32% en 6MWT; hombres: 28.97% en IMS vs 11.24% en 6MWT).

Como paso previo, se analizó la influencia del sexo y la edad sobre la fuerza muscular inspiratoria dinámica y la aptitud cardiorrespiratoria. Se observó una asociación estadísticamente significativa, negativa y pequeña entre la edad y IMS (r=-0.297; p=0.015) así como una asociación significativa, negativa y media entre la edad y 6MWT (r=-0.348; p=0.004). En cuanto al sexo, existe una asociación significativa, positiva y media con IMS (r=0.444; p<0.001) y con 6MWT (r=0.348; p=0.004).

Atendiendo a estos resultados, edad y sexo se consideraron covariables en el análisis de la asociación IMS-6MWT ([Tabla 2](#)). Existe una asociación estadísticamente significativa, positiva y moderada entre IMS y 6MWT. La correlación se mantiene significativa al considerar al grupo completo y a las mujeres, pero desaparece al tener en cuenta sólo a los hombres.

La [Figura 2](#) detalla esta asociación. Se confirma la relación lineal y positiva entre la fuerza inspiratoria máxima y la aptitud cardiorrespiratoria para el grupo completo ([Figura 2A](#)). La variabilidad del 6MWT explicada por la IMS es de un 21.9% que corresponde a un tamaño del efecto medio. Sin embargo, al considerar a hombres y mujeres por separado, este valor se reduce (11.3% mujeres vs. 18.8% hombres). Se observa un comportamiento similar dentro de cada grupo, ya que la recta estima un aumento de 1.58 metros en el 6MWT para los hombres y de 1.33 metros para las mujeres por cada aumento de cmH<sub>2</sub>O, aunque ellos parten de valores más elevados ([Figura 2B](#)).

**Tabla 1.** Características de la muestra representadas como Media ± Desviación Estándar.

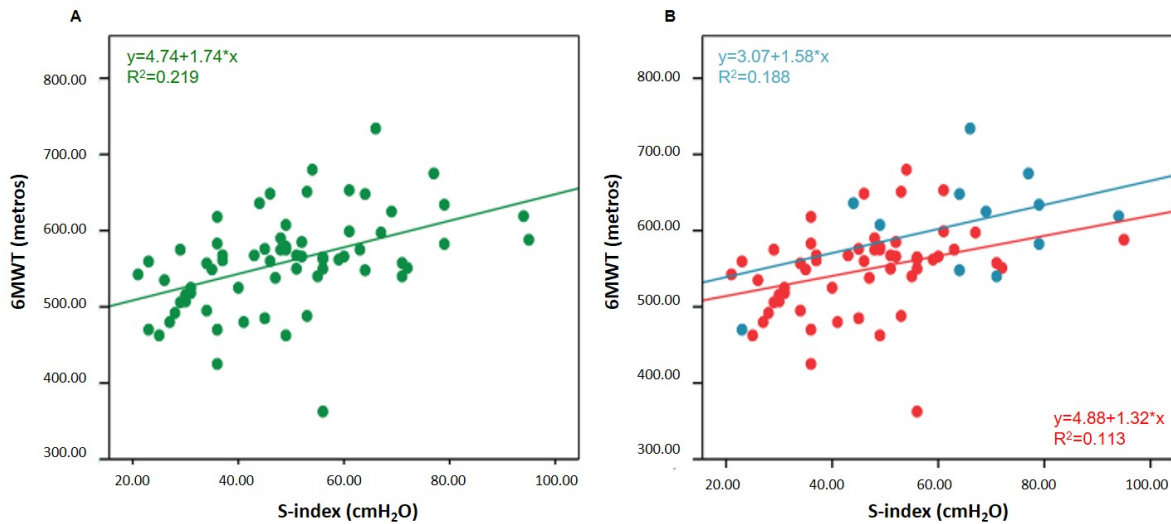
	TOTAL (n=67)	Mujeres (n=55; 82.08%)	CV (%)	Hombres (n=12; 17.91%)	CV (%)	p-valor
<i>Características antropométricas</i>						
Edad (años)	73.02 ± 4.54	73.27 ± 4.60	6.27	71.84 ± 4.25	5.91	0.386
Peso (kg)	67.95 ± 10.21	65.42 ± 8.82	13.48	79.58 ± 8.02	10.07	<0.001
Altura (m)	1.56 ± 0.07	1.54 ± 0.05	3.24	1.66 ± 0.06	3.61	<0.001
Masa muscular (kg)	38.92 ± 7.11	36.93 ± 4.11	11.12	48.05 ± 10.47	21.79	0.004
<i>Características fisiológicas</i>						
SaO <sub>2</sub> (%)	95.40 ± 1.55	95.33 ± 1.63	1.70	95.75 ± 1.06	1.11	0.351
PAS (mmHg)	139.39 ± 17.48	138.35 ± 35.00	25.29	144.13 ± 15.19	10.54	0.304
PAD (mmHg)	77.70 ± 7.70	77.62 ± 7.90	10.17	78.08 ± 6.99	8.95	0.851
<i>Valores de rendimiento</i>						
S-index (cmH <sub>2</sub> O)	48.96 ± 16.93	45.47 ± 14.46	31.80	64.92 ± 18.81	28.97	<0.001
6MWT (m)	558.82 ± 63.07	547.67 ± 56.54	10.32	609.92 ± 68.56	11.24	0.001

CV: Coeficiente de variación; SaO<sub>2</sub>: Saturación de oxígeno; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; S-index: Índice de fuerza inspiratoria dinámica; 6MWT: Test de 6 minutos marcha. Se indican en negrita los valores de p significativos

**Tabla 2.** Asociaciones entre la fuerza inspiratoria máxima y la capacidad funcional (con y sin covariables)

	S-index	S-index <sup>e</sup>	S-index <sup>s</sup>	S-index <sup>es</sup>	S-index <sup>(m)</sup>	S-index <sup>(h)</sup>	S-index <sup>(m)e</sup>	S-index <sup>(h)e</sup>
6MWT	0.468***	0.397***	0.360***	0.286†	0.445***	0.434	0.253†	0.461

\*: p<0.05; \*\*\*: p<0.005; †: p=0.065; S-index: Índice de fuerza inspiratoria dinámica; 6MWT: Test de 6 minutos marcha; e: covariable edad; s: covariable sexo; m: grupo mujeres; h: grupo hombres.



**Figura 2.** Diagrama de dispersión de la aptitud cardiorrespiratoria en función de la fuerza muscular inspiratoria dinámica para la muestra total (A) y por sexo (B). NOTA: En la figura 2B las mujeres se representan en rojo y los hombres en azul.

## Discusión

El principal hallazgo de este estudio es que la fuerza muscular inspiratoria dinámica (medida con S-index) y la aptitud cardiorrespiratoria se asociaron de forma moderada a pesar de tratarse de sujetos con un buen nivel de aptitud cardiorrespiratoria. Además, esta relación se reduce al considerar el sexo, incluso desapareciendo en los hombres.

La dispersión de los resultados adelantaba que los AM de nuestro estudio son buenos en aquello que entrenan. Las mujeres se sitúan un 11.12% por encima de la distancia óptima para su grupo de edad en el test de 6MWT según Rikli and Jones<sup>18</sup> y los hombres un 17.52%. En el caso de la fuerza muscular inspiratoria dinámica, ambos grupos se sitúan próximos al límite inferior propuesto por Enright et al.<sup>11</sup>. Se confirma pues la respuesta específica al entrenamiento y se sugiere la necesidad de entrenar la musculatura inspiratoria de forma aislada, tal y como han sugerido estudios previos del grupo<sup>4, 19</sup>. Valores óptimos de aptitud cardiorrespiratoria no aseguran un buen nivel de fuerza inspiratoria. Esta necesidad se ve reforzada por el valor moderado de la asociación entre la IMS y el 6MWT, que se mantiene significativa cuando se considera al grupo completo y a las mujeres solas, pero desaparece al considerar a los hombres. Esta relación ha sido estudiada previamente. Wijkstra et al.<sup>20</sup> relacionan la presión inspiratoria pico a nivel del esófago ( $PI_{max}P_{OES}$ ) en 40 personas con EPOC con una media de edad de 62.4 años. A pesar de ser una población con patología, estos autores encuentran una correlación estadísticamente significativa, positiva y alta ( $r=0.58$ ;  $p<0.001$ ), en línea con nuestros resultados. Además, muestra que la  $PI_{max}P_{OES}$  explica un 54% del modelo junto a valores espirométricos. Dourado et al.<sup>21</sup> obtienen unos resultados similares a estos también en pacientes con EPOC y concluyen por primera vez que la fuerza de la musculatura torácica influye en la distancia recorrida en el 6MWT en este tipo de población. Recientemente, Giua et al.<sup>22</sup> encuentran una correlación positiva entre la fuerza respiratoria (MIP y MEP) y la capacidad funcional (6MWT) en un grupo de 68 AM (hombres y

mujeres) con una edad media de 78.20 años. Tras ajustar por edad, sexo, variables espirométricas, fuerza de miembros inferiores y el diagnóstico de fallo cardíaco, el modelo que proponen para la predicción del 6MWT añadiendo la IMS (MIP), aumenta su variabilidad explicada de un 22% a un 34%. Como segundo hallazgo, nuestros resultados también confirman la utilidad de la IMS para mejorar los modelos que expliquen la aptitud cardiorrespiratoria. La práctica de actividad física en edades avanzadas permite mantener los niveles de masa muscular, funcionalidad y fuerza (incluyendo la fuerza inspiratoria) pero la escasez de literatura en relación a las asociaciones estudiadas no nos permite comparar con otros grupos de AM. Esto nos plantea la duda de si nuestros resultados se mantendrían en una muestra de AM sedentarios sanos.

Una posible limitación del estudio es el tamaño muestral del grupo de los hombres, aunque podría ser representativa de lo que ocurre en la realidad, donde la asistencia a actividades de este tipo es mayor entre las mujeres. De hecho, el grupo al que pertenecen es de un total de 153 participantes donde 126 son mujeres y 27 son hombres.

Es necesario incluir el entrenamiento de la musculatura inspiratoria en la población de AM sanos y activos, pues, aunque una mayor IMS parece relacionarse con una mayor distancia en el 6MWT, los valores de fuerza inspiratoria máxima se sitúan cerca del límite inferior de referencia a pesar de que sus valores de aptitud cardiorrespiratoria se sitúan por encima de la media para su grupo de edad.

En conclusión, existen diferencias atendiendo al sexo tanto en la fuerza muscular inspiratoria como en la aptitud cardiorrespiratoria. Las correlaciones moderadas apuntan a la necesidad de evaluar tanto la IMS como el 6MWT a pesar del estado saludable de los AM que practican cualquier tipo de programa de entrenamiento. Aunque la hipótesis de partida se cumple, a mayor fuerza muscular inspiratoria mayor capacidad funcional medida a través del 6MWT, el coeficiente de determinación es medio y se reduce a pequeño al considerar hombres y mujeres por separado. Hay que seguir investigando en qué factores además de la edad y el sexo influyen en la relación.



**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores declaran no haber recibido financiación. **Agradecimientos.** Los autores agradecen a la Asociación Entrenamiento con Mayores (EcM) su colaboración. Tanto a los mayores que participan en los programas de entrenamiento como a los técnicos que los dirigen. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

- Haizlip K, Harrison B, Leinwand L. Sex-based differences in skeletal muscle kinetics and fiber-type composition. *Physiology (Bethesda)*. 2015;30(1):30-9.
- Shaw S, Dennison E, Cooper C. Epidemiology of sarcopenia: determinants throughout the lifecourse. *Calcif Tissue Int*. 2017;101(3):229-47.
- Efstathiou ID, Mavrou IP, Grigoriadis KE. Correlation between maximum inspiratory pressure and hand-grip force in healthy young and middle-age individuals. *Respir Care*. 2016;61(7):925-9.
- Roldán A, Cordellat A, Monteagudo P, García-Lucerga C, Blasco-Lafarga NM, Gómez-Cabrera MC, et al. Beneficial Effects of Inspiratory Muscle Training Combined With Multicomponent Training in Elderly Active Women. *Res Q Exerc Sport*. 2019;90(4):547-54.
- Padkao T, Boonla O. Relationships between respiratory muscle strength, chest wall expansion, and functional capacity in healthy nonsmokers. *J Exerc Rehabil*. 2020;16(2):189-96.
- Janssens JP. Aging of the respiratory system: impact on pulmonary function tests and adaptation to exertion. *Clin Chest Med*. 2005;26(3):469-84.
- Mills DE, Johnson MA, Barnett YA, Smith WH, Sharpe GR. The effects of inspiratory muscle training in older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(4):691-7.
- Maranhao Neto GA, Oliveira AJ, Pedreiro R, Marques Neto S, Luz LG, Silva HC, et al. Prediction of cardiorespiratory fitness from self-reported data in elderly. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2017;19(5):545-53.
- DeFina LF, Haskell WL, Willis BL, Barlow CE, Finley CE, Levine BD, et al. Physical activity versus cardiorespiratory fitness: two (partly) distinct components of cardiovascular health? *Prog Cardiovasc Dis*. 2015;57(4):324-9.
- Strasser B, Burtcher M. Survival of the fittest: VO2max, a key predictor of longevity. *Front Biosci*. 2018;23(23):1505-16.
- Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory Muscle Strength in the Elderly. Correlates and Reference Values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149:430-8.
- Blasco-Lafarga C, Martínez-Navarro I, Cordellat A, Roldán A, Monteagudo P, Sanchis-Soler G, et al. Método de Entrenamiento Funcional Cognitivo Neuromotor. Propiedad Intelectual nº156069. 2016;España.
- Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function test. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):719-27.
- Rikli RE, Jones CJ. The Reliability and validity of a 6-Minute Walk Test as a Measure of Physical Endurance in Older Adults. *J Aging Phys Activ*. 1998;6:363-75.
- Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
- Rosner B. *Fundamentals of Biostatistics*: Cengage Learning; 2015.
- Sullivan G, Feinn R. Using Effect Size - or Why the P Value Is Not Enough. *J Grad Med Educ*. 2012;4(3):279-82.
- Rikli RE, Jones CJ. Development and Validation of Criterion-Referenced Clinically Relevant Fitness Standards for Maintaining Physical Independence in Later Years. *The Gerontologist*. 2013;53(2):255-67.
- Blasco-Lafarga C, Monteagudo P, Cordellat A, Roldán A. Inspiratory Muscle Strength, Handgrip Strength and Muscle Mass in Active Elderly Women. *Rev Int Med Cienc Ac*. Epub ahead of print.
- Peak Inspiratory Mouth Pressure in Healthy Subjects and in Patients With COPD. *Chest*. 1995;107(3):652-6.
- Dourado VZ, de Oliveira Antunes LC, Erico Tanni S, Rupp de Paiva SA, Padovano CR, Godoy I. Relationship of Upper-Limb and Thoracic Muscle Strength to 6-min Wlk Distance in COPD Patients. *Chest*. 2006;129(3):551-7.
- Giua R, Pedone C, Scarlata S, Carrozzo I, Rossi FF, Valiani V, et al. Relationship Between Respiratory Muscle Strength and Physical Performance in Elderly Hospitalized Patients. *Rejuvenation Res*. 2014;17(4):366-71.



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original

## Relación del Special Wrestling Fitness Test con el rendimiento aeróbico



T. Herrera-Valenzuela<sup>a,b</sup>, D. Cuadra<sup>b</sup>, P. Valdés-Badilla<sup>c,d</sup>, C. Cofre-Bolados<sup>b</sup>, C. Pardo-Tamayo<sup>a</sup>, A. Ojeda-Aravena<sup>e,f</sup>, E. Franchini<sup>g\*</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Ciencias del Deporte. Facultad de Salud. Universidad Santo Tomás. Chile.

<sup>b</sup> Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud. Universidad de Santiago de Chile. Chile.

<sup>c</sup> Departamento de Ciencias de la Actividad Física. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Católica del Maule. Talca, Chile.

<sup>d</sup> Carrera de Entrenador Deportivo. Escuela de Educación. Universidad Viña del Mar, Chile.

<sup>e</sup> Departamento de Ciencias de la Actividad Física. Universidad de Los Lagos. Puerto Montt. Chile.

<sup>f</sup> Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla-La Mancha, España.

<sup>g</sup> Grupo de Estudos e Pesquisas em Lutas, Artes Marciais e Modalidades de Combate. Departamento de Esporte. Escola de Educação Física e Esporte. Universidade de São Paulo. Brasil.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 17 de julio de 2020, aceptado el 9 de septiembre de 2020, online el 14 de septiembre de 2020

### RESUMEN

**Objetivo:** Este estudio investigó la relación de variables fisiológicas aeróbicas durante el Special Wrestling Test Fitness con las variables fisiológicas medidas durante una prueba incremental en carrera.

**Métodos:** Ocho atletas cadetes y junior (hombres: 2; mujeres: 6) de lucha olímpica estilo libre realizaron el Special Wrestling Fitness Test determinando el número de derribos, el índice de la prueba y los valores picos de consumo de oxígeno, frecuencia cardíaca, cociente respiratorio y pulso de oxígeno. Adicionalmente los atletas realizaron una prueba incremental en tapiz rodante para determinar los valores picos de consumo de oxígeno, frecuencia cardíaca, cociente respiratorio y pulso de oxígeno. Para establecer la relación entre variables fue utilizada la prueba de Pearson ( $p < 0.05$ ).

**Resultados:** Fue encontrada una correlación positiva entre la frecuencia cardíaca final durante el Special Wrestling Fitness Test y la frecuencia cardíaca pico durante la prueba incremental ( $r = 0.90$ ;  $P = 0.002$ ;  $IC95\% = 0.54-0.98$ ), entre la frecuencia cardíaca durante el Special Wrestling Fitness Test y la frecuencia cardíaca pico durante la prueba incremental ( $r = 0.81$ ;  $P = 0.002$ ;  $IC95\% = 0.53-0.98$ ), y entre consumo de oxígeno pico durante el Special Wrestling Fitness Test y el consumo de oxígeno pico durante la prueba incremental ( $r = 0.93$ ;  $P = 0.001$ ;  $IC95\% = 0.67-0.99$ ).

**Conclusiones:** Variables fisiológicas durante el Special Wrestling Fitness Test se relacionan con la respuesta fisiológica durante una prueba incremental medida de forma directa. Por lo tanto, los entrenadores podrían aplicar el Special Wrestling Fitness Test para monitorear las modificaciones en el rendimiento aeróbico producto del entrenamiento.

**Palabras clave:** Deportes de combate; Prueba; Evaluación; Ejercicio intermitente de alta intensidad.

## Relationship of the Special Wrestling Fitness Test with Aerobic Performance

### ABSTRACT

**Objective:** This study investigated the relationship of aerobic physiological variables of the Special Wrestling Fitness Test with the physiological variables measured in an incremental running test.

**Methods:** Eight cadet and junior athletes (male: 2; female: 6) of Olympic freestyle wrestling carried out the Special Wrestling Fitness Test, determining the number of throws, the test index and the peak oxygen consumption, heart rate, respiratory quotient and oxygen pulse. Additionally, the athletes performed a treadmill incremental test to determine the peak oxygen consumption, heart rate, respiratory quotient and oxygen pulse. Pearson's correlation coefficient ( $p < 0.05$ ) was used to establish the relationship between variables.

**Results:** A positive correlation was found between the final heart rate in the Special Wrestling Fitness Test and heart rate peak during the incremental test ( $r = 0.90$ ;  $P = 0.002$ ;  $95\%CI = 0.54-0.98$ ), between heart rate during the Special Wrestling Fitness Test and heart rate peak during the incremental test ( $r = 0.81$ ;  $P = 0.002$ ;  $95\%CI = 0.53-0.98$ ), and between oxygen consumption peak during the Special Wrestling Fitness Test and oxygen consumption peak during the incremental test ( $r = 0.93$ ;  $P = 0.001$ ;  $95\%IC = 0.67-0.99$ ).

**Conclusions:** Physiological variables during the Special Wrestling Fitness Test are related to physiological response during an incremental test. Therefore, trainers could apply the Special Wrestling Fitness Test to monitor changes in aerobic performance as a result of training.

**Keywords:** Combat sports; Test; Evaluation; High-intensity intermittent exercise.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [efranchini@usp.br](mailto:efranchini@usp.br) (E. Franchini).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.09.003>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Relação do Special Wrestling Fitness Test com o rendimento aeróbio

### RESUMO

**Objetivo:** Este estudo investigou a relação entre variáveis fisiológicas aeróbicas durante o Special Wrestling Test Fitness com variáveis fisiológicas mensuradas durante um teste incremental de corrida.

**Métodos:** Oito atletas juvenis e juniores (masculino: 2; feminino: 6) de luta olímpica estilo livre realizaram o Special Wrestling Fitness Test determinando o número de projeções, o índice do teste e os valores de pico do consumo de oxigênio, frequência cardíaca, quociente respiratório e pulso de oxigênio. Adicionalmente, os atletas realizaram um teste incremental em esteira rolante para determinar os valores de pico do consumo de oxigênio, frequência cardíaca, quociente respiratório e pulso de oxigênio. Para estabelecer a relação entre variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson ( $p < 0.05$ ).

**Resultados:** Foi encontrada correlação positiva entre a frequência cardíaca final no Special Wrestling Fitness Test e a frequência cardíaca pico durante o teste incremental ( $r = 0.90$ ;  $P = 0.002$ ;  $IC95\% = 0.54-0.98$ ), entre a frequência cardíaca durante o Special Wrestling Fitness Test e a frequência cardíaca pico durante o teste incremental ( $r = 0.81$ ;  $P = 0.002$ ;  $IC95\% = 0.53-0.98$ ), e entre pico do consumo de oxigênio durante o Special Wrestling Fitness Test e o pico do consumo de oxigênio durante o teste incremental ( $r = 0.93$ ;  $P = 0.001$ ;  $IC95\% = 0.67-0.99$ ).

**Conclusões:** As variáveis fisiológicas durante o Special Wrestling Fitness Test se relacionam com as respostas fisiológicas ao teste incremental. Portanto, treinadores poderiam aplicar o Special Wrestling Fitness Test para monitorar as modificações no desempenho aeróbio em resposta ao treinamento.

**Palavras-chave:** Esportes de combate; Teste; Avaliação; Exercício intermitente de alta intensidade.

### Introducción

La Lucha Olímpica está compuesta por dos estilos, Greco-romana (GR) y Estilo libre o *Freestyle* (FS), se caracteriza por ser un deporte intermitente de alta intensidad<sup>1</sup> que es mantenida por las vías aeróbicas y anaeróbicas<sup>2</sup>. Por tanto, los atletas tienen que desarrollar esas capacidades para desempeñarse bien en la competencia<sup>3</sup>. Mientras que el rendimiento anaeróbico permite realizar ejecuciones técnicas de alta intensidad, que son las acciones que resultan en puntuaciones, el rendimiento aeróbico está involucrado en la recuperación durante el combate y la competencia<sup>4</sup>. Comúnmente estas variables son medidas a través de evaluaciones generales con movimientos cíclicos que no representan las características del deporte<sup>2</sup>, aunque existan pruebas específicas para deportes de combate<sup>4</sup>.

Específicamente, el rendimiento aeróbico ha sido ampliamente evaluado en atletas de lucha olímpica a través de protocolos incrementales, de forma directa para determinar el consumo de oxígeno pico del atleta ( $VO_{2pico}$ ), reportándose valores que oscilan desde 37 a 67 ml/kg/min y 39 a 52 ml/kg/min para hombres y mujeres, respectivamente<sup>2</sup>. Sin embargo, las pruebas directas requieren equipamiento costoso que debe ser utilizado por profesionales capacitados, y que muchas veces es difícil de adquirir para los entrenadores, mientras que las pruebas de campo específicas en los deportes de combates presentan ventajas prácticas para los entrenadores, permitiendo la identificación de fortalezas y debilidades para ser usadas con fines de entrenamiento<sup>4</sup>.

Una prueba de campo ampliamente utilizada con atletas de judo es el Special Judo Fitness Test (SJFT)<sup>5</sup>, con la cual se han reportado diferencias entre atletas de diferente nivel competitivo<sup>6</sup>, y su relación con el rendimiento aeróbico y anaeróbico<sup>7</sup>. Debido a las características comunes entre lucha olímpica y judo, el SJFT recientemente ha sido adaptado a lucha olímpica con el nombre de Special Wrestling Fitness Test (SWFT)<sup>8-10</sup>, reportándose su relación con el rendimiento aeróbico medido de forma indirecta<sup>9,10</sup>.

Las características físicas y fisiológicas de los atletas sufren modificaciones con la edad, específicamente en el SJFT se han reportado diferencias entre atletas de distintas edades<sup>11</sup>, por lo tanto, conocer el perfil físico y fisiológico de luchadores jóvenes puede ser utilizado para la identificación y desarrollo de atletas jóvenes, así como para individualizar las fortalezas y debilidades de los atletas<sup>3</sup>.

Hasta donde sabemos solamente existen cuatro investigaciones que han caracterizado el SWFT, describiendo el número de derribos realizados, la frecuencia cardíaca<sup>8-10,12</sup> y valores de

lactato<sup>8</sup>. Sin embargo, debido a la dificultad operativa de las mediciones, otras variables fisiológicas como el consumo de oxígeno se desconocen, y la medida del consumo de oxígeno puede contribuir para la comprensión de la demanda oxidativa de esta prueba. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es caracterizar la respuesta fisiológica aeróbica del SWFT, y en segundo lugar relacionar variables fisiológicas aeróbicas del SWFT con las variables fisiológicas medidas en una prueba incremental en carrera.

### Método

#### Participantes

Una muestra de ocho luchadores, distribuidos en dos hombres estilo libre (*Freestyle*) (edad:  $16.0 \pm 1.4$  años; estatura:  $1.71 \pm 0.01$  m; masa corporal:  $69.5 \pm 14.9$  kg; experiencia:  $4.5 \pm 0.7$  años) y seis mujeres (*Women's Wrestling*) (edad:  $13.7 \pm 0.8$  años; estatura:  $1.61 \pm 0.04$  m; masa corporal:  $59.7 \pm 2.9$  kg; experiencia:  $2.8 \pm 0.8$  años), pertenecientes a las selecciones chilenas categoría cadete y junior fue evaluada.

Los criterios de inclusión fueron: a) al menos dos años de experiencia en lucha olímpica; b) entrenar al menos cinco veces por semana; c) encontrarse en un período competitivo; d) tener al menos dos meses de entrenamiento ininterrumpido. Mientras que los criterios de exclusión fueron: a) tener una lesión o trastorno físico que los inhabilitaría de la práctica deportiva; b) encontrarse consumiendo algún suplemento nutricional o algún medicamento que modifique el rendimiento; c) encontrarse en proceso de pérdida de peso corporal.

Todos los participantes fueron informados verbalmente y por escrito sobre el propósito, los métodos y los medios del estudio. Los padres de los participantes firmaron un consentimiento que autoriza el uso de la información con fines científicos, mientras que a los atletas también se les solicitó firmar un asentimiento. El protocolo de investigación fue revisado y aprobado por el Comité de Ética Científica de la Universidad Santo Tomás de Chile y se desarrolló siguiendo la Declaración de Helsinki.

#### Procedimientos

Las medidas se llevaron a cabo en el Centro de Entrenamiento Olímpico de Chile, durante enero de 2019. Para la ejecución de cada prueba, los participantes utilizaron un analizador de gases portátil CORTEX Metamax® 3B (Cortex Biophysik GmbH Leipzig, Alemania), con previa calibración para mezcla de gases, presión barométrica y flujo de aire, y un dispositivo para monitorear el ritmo cardíaco Polar (modelo H10, Bluetooth, Finlandia).

Los participantes se presentaron en el laboratorio durante dos sesiones no consecutivas, separadas por 72 h, realizaron la medición del SWFT y una prueba incremental con carrera. Los participantes llegaron al laboratorio a las 8:00 a.m. Antes de cada medición a los atletas se les pidió abstenerse de hacer ejercicio más allá de lo requerido para el estudio y mantener su dieta normalmente.

### Special Wrestling Fitness Test

Antes de la prueba, los participantes completaron un calentamiento de 20 minutos, que incluyó ejercicios de lucha generales y específicos que los atletas realizan normalmente durante los entrenamientos. Para evitar cualquier efecto de aprendizaje que pudiera explicar la mejora de las acciones con el tiempo, los participantes se familiarizaron con cada prueba y el material antes de cada evaluación. La prueba se realizó en una colchoneta de lucha (Dollamur FlexiRoll, Texas, USA) aprobada por *United World Wrestling* para competiciones internacionales, con el atleta lanzando a otros dos luchadores (que estaban separados 6 m uno del otro) tantas veces como sea posible en tres series de 15s, 30s y 30s respectivamente, con 10s de descanso entre cada serie<sup>8-10,12</sup> (Figura 1). Los luchadores utilizaron una técnica de lanzamiento de bombero. Este procedimiento tuvo como objetivo determinar los valores picos de consumo de oxígeno ( $VO_{2pico}$ ), frecuencia cardíaca ( $FC_{final}$ ), cociente respiratorio ( $VCO_2/VO_2$ ) y el pulso de oxígeno ( $VO_2/FC$ ). Adicionalmente, el  $SWFT_{indice}$  fue calculado utilizando la siguiente ecuación:

$$SWFT_{indice} = \frac{FC_{final} + FC_{1min}}{Derribos}$$

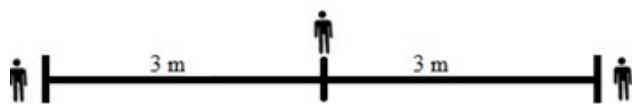


Figura 1. Special Wrestling Fitness Test.

### Prueba de velocidad incremental

La prueba incremental comenzó directamente a 6.4 km/h, y la velocidad aumentó 1.6 km/h (1 milla/h) cada minuto y finalizó con el agotamiento voluntario del participante. A lo largo de la prueba la inclinación de la cinta de correr se mantuvo al 1%. La prueba fue considerada máxima cuando los participantes cumplieron con dos de los siguientes criterios: 1)  $FC > 95\%$  de la  $FC$  máxima teórica; 2)  $VCO_2/VO_2 > 1.1$ ; 3) percepción subjetiva del esfuerzo de 19 a 20 (RPE 6-20); 4) meseta de  $VO_2$ . Este procedimiento tuvo como objetivo determinar los valores picos de  $VO_2$ ,  $FC$ ,  $VCO_2/VO_2$  y  $VO_2/FC$ <sup>13</sup>. Todos los atletas contaban con un certificado de salud emitido por un médico que autorizó la participación en pruebas de esfuerzo maximales.

### Análisis Estadístico

El programa estadístico SPSS® versión 26.0, fue utilizado para el análisis. Las variables superaron la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. La media, desviación estándar, percentiles 25 y 75, e intervalo de confianza 95% fueron calculados para todas las variables. Para establecer la relación entre variables fue utilizada la prueba de Pearson para variables paramétricas. Para todos los casos fue establecido un valor de significancia de  $p < 0.05$ .

### Resultados

La Tabla 1 presenta la respuesta fisiológica durante la prueba incremental ( $FC_{pico}$ ,  $VO_2/FC$ ,  $VO_{2pico}$ ,  $VCO_2/VO_2$ ) y el Special

Wrestling Fitness Test (Derribos,  $FC_{final}$ ,  $FC_{1min}$ ,  $FC_{suma}$ ,  $SWFT_{indice}$ ,  $VO_2/FC$ ,  $VO_{2pico}$ ,  $VCO_2/VO_2$ ). La Figura 2 presenta el consumo de oxígeno durante el Special Wrestling Fitness Test y recuperación de un participante del estudio. Mientras que la Figura 3, presenta la correlación entre variables fisiológicas de la prueba incremental y del Special Wrestling Fitness Test (SWFT).

Tabla 1. Respuesta fisiológica durante la prueba incremental y el Special Wrestling Fitness Test en atletas élite de lucha categorías cadete y junior.

Variable	Media ± DE	Percentil 25-75%	95% IC
<b>Prueba incremental</b>			
$FC_{pico}$ (lpm)	187 ± 10	181-192	179-195
$VO_2/FC$ (ml/lat)	17.13 ± 2.80	15.25-19.25	14.78-19.47
$VO_{2pico}$ (ml/kg/min)	49.63 ± 7.27	47.50-56.75	47.11-55.64
$VCO_2/VO_2$	1.17 ± 0.05	1.12-1.20	1.12-1.21
<b>Special Wrestling Fitness Test</b>			
Derribos (n)	21 ± 3	19-24	19-23
$FC_{final}$ (lpm)	183 ± 10	175-195	175-191
$FC_{1min}$ (lpm)	166 ± 13	158-180	155-177
$FC_{suma}$	349 ± 22	333-373	330-367
$SWFT_{indice}$	16.98 ± 2.71	14.83-19.33	14.72-19.25
$VO_2/FC$ (ml/lat)	17.63 ± 3.82	14.25-22.00	14.44-20.81
$VCO_2/VO_2$	1.24 ± 0.07	1.17-1.28	1.18-1.30
$VO_{2pico}$ (ml/kg/min)	51.38 ± 5.10	41.50-56.00	43.55-55.70

DE: desviación estándar; IC 95%: intervalo de confianza 95%;  $FC_{pico}$ : frecuencia cardíaca pico;  $VO_2/FC$ : pulso de oxígeno;  $VO_{2pico}$ : consumo de oxígeno pico;  $VCO_2/VO_2$ : cociente respiratorio;  $FC_{final}$ : frecuencia cardíaca al finalizar la prueba;  $FC_{1min}$ : frecuencia cardíaca después de 1 minuto de recuperación;  $FC_{suma}$ : sumatoria de  $FC_{final}$  y  $FC_{1min}$ ;  $SWFT_{indice}$ : índice del Special Wrestling Fitness Test; ml/kg/min: mililitros de oxígeno en cada kilogramo de peso corporal y en cada minuto; ml/lat: mililitros de oxígeno en cada latido cardíaco; lpm: latidos por cada minuto; n: número.

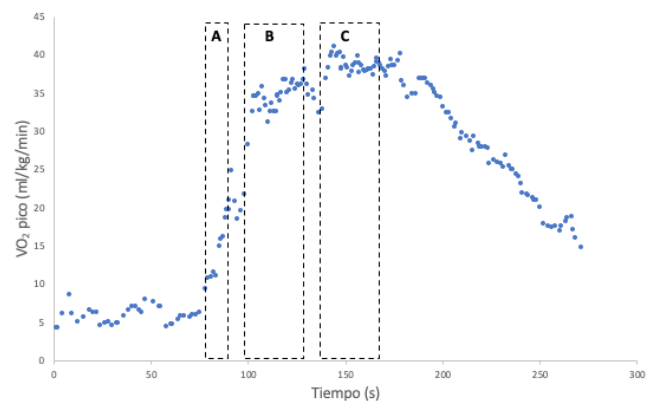
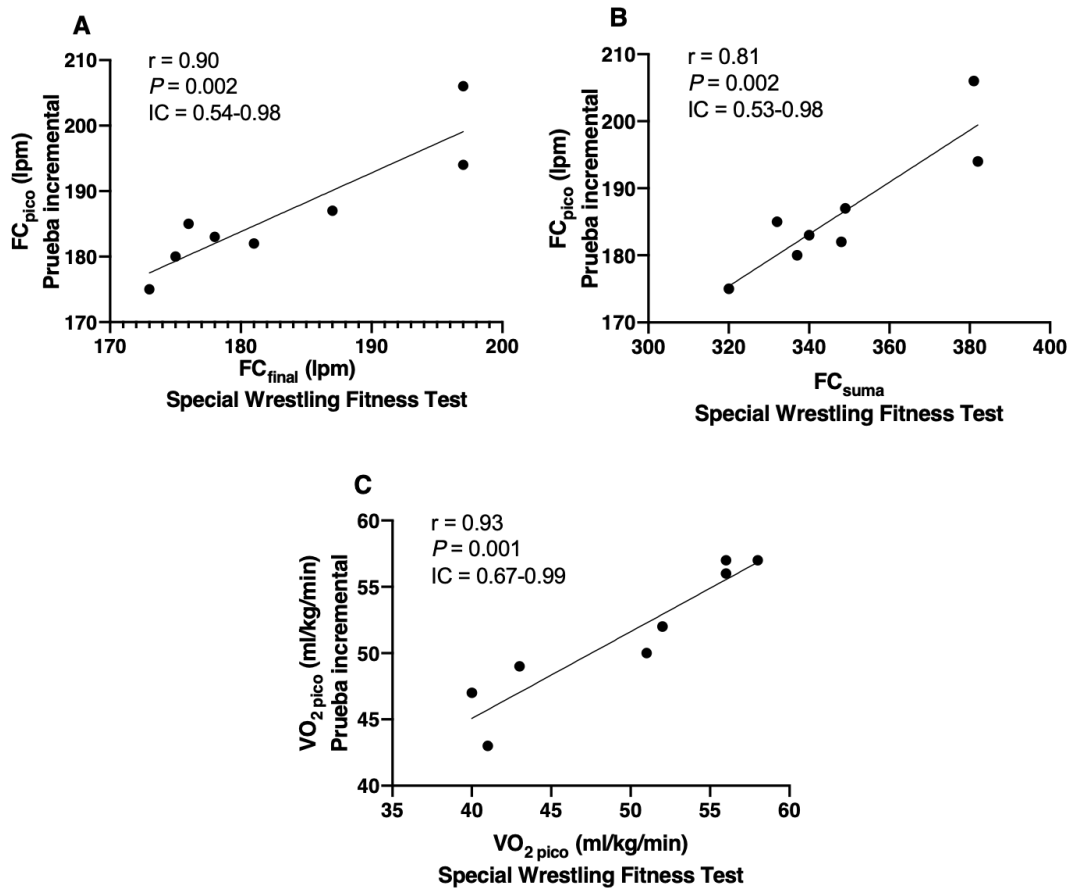


Figura 2. Consumo de oxígeno durante el Special Wrestling Fitness Test y recuperación. Se presentan los datos de cada respiración en un participante. Los rectángulos discontinuos representan las series A, B y C.

### Discusión

El objetivo de esta investigación fue caracterizar la respuesta fisiológica aeróbica del SWFT, y en segundo lugar relacionar variables fisiológicas aeróbicas del SWFT con las variables fisiológicas medidas en una prueba incremental en carrera. El principal hallazgo de estudio fue la relación existente entre variables fisiológicas durante el SWFT y una prueba incremental medida de forma directa.

Nuestros resultados concuerdan con un estudio realizado con atletas pertenecientes al equipo nacional de España en categoría cadete y junior quienes alcanzaron  $22 \pm 2$  derribos, una  $FC_{suma}$  de 353 y un  $SWFT_{indice}$  de  $16.4 \pm 1.3^2$ , encontrando una relación entre el  $SWFT_{indice}$  con el rendimiento aeróbico medido de forma indirecta ( $r = -0.470$ ) y con el rendimiento anaeróbico medido a través del test de Wingate ( $r = -0.396$ ), así mismo, concuerda con un estudio previo realizado con atletas del equipo nacional de Chile categoría cadete y junior, donde se reportaron  $23 \pm 4$  derribos, una  $FC_{suma}$  de 350 y un  $SWFT_{indice}$  de  $15.8 \pm 2.8^{10}$ ,



**Figura 3.** Correlación entre variables fisiológicas de la prueba incremental y del Special Wrestling Fitness Test en atletas elite de lucha categorías cadete y junior. Panel A: correlación entre la FC<sub>final</sub> durante el Special Wrestling Fitness Test y FC<sub>pico</sub> durante la prueba incremental; Panel B: correlación entre la FC<sub>suma</sub> durante el Special Wrestling Fitness Test y FC<sub>pico</sub> durante la prueba incremental; Panel C: correlación entre VO<sub>2pico</sub> durante el Special Wrestling Fitness Test y VO<sub>2pico</sub> durante la prueba incremental; r: r de Pearson; P: valor de significancia; IC: intervalo de confianza 95%.

encontrando una relación entre el SWFT<sub>índice</sub> con el rendimiento aeróbico medido indirectamente ( $r = -0.772$ ). Mientras que atletas de lucha olímpica de Irán categoría senior ejecutaron  $29 \pm 2$  derribos, con una FC<sub>suma</sub> de 332 y un SWFT<sub>índice</sub> de  $12.1 \pm 0.7$ <sup>8</sup>. Las diferencias con atletas categoría senior, probablemente se deban a adaptaciones específicas generadas por los años de entrenamiento, ya que los atletas iraníes tenían una experiencia de 6 años de entrenamiento. Adicionalmente, en el SJFT se han reportado diferencias entre atletas de distintas edades<sup>11</sup>, por otro lado, el grupo de atletas senior consistía solamente en atletas hombres, mientras que en el presente estudio la muestra contempló a hombres y mujeres, y existe evidencia de un mayor rendimiento en hombres en comparación con mujeres en el SJFT<sup>14,15</sup>. Sin embargo, un estudio con mujeres pertenecientes al equipo de lucha de Turquía, categoría senior<sup>12</sup>, reportó  $24.1 \pm 2.1$  derribos, una FC<sub>suma</sub> de 288 y un SWFT<sub>índice</sub> de  $12.1 \pm 1.3$ , valores superiores a los reportados en esta investigación, lo cual puede estar relacionado con el elevado nivel competitivo de las atletas turcas que participaron en el estudio, dentro de las cuales existían medallistas del campeonato de lucha de Europa, el campeonato del Mundo y los Juegos Olímpicos.

Al igual que en un estudio anterior que utilizó el SJFT<sup>16</sup>, en el presente estudio el rendimiento aeróbico fue medido de manera directa, método considerado *gold standar*, por lo tanto, aunque no existe una fórmula para estimar en VO<sub>2pico</sub> a través del SWFT, existe una relación positiva entre el VO<sub>2pico</sub> durante el SWFT y el VO<sub>2pico</sub>

alcanzado en la prueba incremental. En este sentido nuestros resultados difieren con estudios previos<sup>9,10</sup> que reportaron una relación del rendimiento aeróbico medido indirectamente, con el número de derribos y el SWFT<sub>índice</sub>, pero no con la FC<sub>suma</sub>, por lo tanto, es probable que las diferencias se deban a la pequeña muestra del presente estudio.

Es importante que futuros estudios investiguen si el entrenamiento aeróbico y el incremento en el VO<sub>2pico</sub> influyen positivamente el desempeño en el SWFT. Una investigación con judo<sup>17</sup> ha indicado que el entrenamiento aeróbico ha afectado positivamente el índice en el SJFT.

Un hallazgo importante del presente estudio fue que el VO<sub>2pico</sub> alcanzado en el SWFT presenta una correlación positiva con el VO<sub>2pico</sub> alcanzado durante la prueba incremental, hecho que sumado a la correlación existente de la FC<sub>suma</sub> y la FC<sub>final</sub> durante el SWFT con la FC<sub>pico</sub> durante la prueba incremental sugiere que probablemente la demanda del SWFT exige que se alcance el VO<sub>2pico</sub> y que atletas con mejores adaptaciones aeróbicas son capaces de recuperar más rápidamente en los intervalos del SWFT debido a la resíntesis de los depósitos de fosfocreatina a través del metabolismo aeróbico<sup>18</sup>. Adicionalmente es posible que las características específicas del SWFT generen un incentivo motivacional en los atletas para realizar un esfuerzo máximo.

Una limitación del SWFT es que el atleta debe correr seis metros para ejecutar una proyección, pero, la exigencia de aceleraciones múltiples puede ser un factor que discrimina los atletas con más



potencia muscular, algo muy importante en las técnicas de proyecciones en judo y lucha. Otra debilidad, es que la prueba no considera la distancia recorrida por el atleta, y dos atletas que ejecutan el mismo número de derribos pueden tener una diferencia de 6 metros recorridos en la prueba. Por otro lado, el SWFT es una prueba que puede ser realizada en el colchón de entrenamiento y que los entrenadores pueden aplicar con facilidad para controlar modificaciones en el rendimiento aeróbico de sus atletas.

Los entrenadores pueden utilizar la frecuencia cardíaca durante una prueba específica de campo como el SWFT para monitorear la evolución del rendimiento aeróbico cuando no sea posible acceder equipamiento sofisticado y costoso que permita medir el VO<sub>2</sub> de manera directa durante la prueba.

En conclusión, variables fisiológicas durante el SWFT se relacionan con la respuesta fisiológica durante una prueba incremental medida de forma directa. Por lo tanto, los entrenadores podrían aplicar el SWFT para monitorear las modificaciones en el rendimiento aeróbico producto del entrenamiento. Sin embargo, la presente investigación contó con un número reducido de participantes, hecho que hace interpretar con cautela sus hallazgos.

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores declaran no haber recibido financiación. **Agradecimientos.** Federación Deportiva Nacional de Lucha Olímpica de Chile (FEDENALOCHE). **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

- Ohya T, Takashima W, Hagiwara M, Oriishi M, Hoshikawa M, Nishiguchi S, et al. Physical Fitness Profile and Differences Between Light, Middle, and Heavy Weight-Class Groups of Japanese Elite Male Wrestlers. *Int J Wrestl Sci.* 2015;5(1):42-6.
- Chaabene H, Negra Y, Bouguezzi R, Mkaouer B, Franchini E, Julio U, et al. Physical and Physiological Attributes of Wrestlers: An Update. *J Strength Cond Res.* 2017;31(5):1411-42.
- Demirkan E, Koz M, Kutlu M, Favre M. Comparison of Physical and Physiological Profiles in Elite and Amateur Young Wrestlers. *J Strength Cond Res.* 2015;29(7):1876-83.
- Chaabene H, Negra Y, Bouguezzi R, Capranica L, Franchini E, Prieske O, et al. Tests for the Assessment of Sport-Specific Performance in Olympic Combat Sports: A Systematic Review With Practical Recommendations. *Front Physiol.* 2018;9: 386.
- Sterkowicz-Przybycień K, Fukuda DH, Franchini E. Meta-Analysis to Determine Normative Values for the Special Judo Fitness Test in Male Athletes: 20+ Years of Sport-Specific Data and the Lasting Legacy of Stanisław Sterkowicz. *Sport (Basel, Switzerland).* 2
- Franchini E, Nunes AV, Moraes JM, Del Vecchio FB. Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *J Physiol Anthropol.* 2007;26(2):59-67.
- Farzaneh Hesari A, Mirzaei B, Mahdavi Ortakand S, Rabienejad A, Nikolaïdis PT. Relación entre potencia aeróbica y anaeróbica y el Special Judo Fitness Test (SJFT) en judocas masculinos iraníes de élite. *Apunts Med Esport.* 2014;49(181):25-9.
- Karimi M. Validity of Special Judo Fitness Test in Iranian Male Wrestlers. *Int J Wrestl Sci.* 2016;6(1):34-8.
- Martínez-Abellán A, Rabadán Iniesta JC. Special Wrestling Fitness Test: una prueba específica de lucha olímpica aplicada a luchadores jóvenes. *Sport TK.* 2016;5(1):27-33.
- Venegas-Cárdenas D, Caibul-Díaz R, Mons V, Valdés-Badilla P, Pichon A, Cuadra D, et al. Physical and physiological profile in youth elite Chilean wrestlers. *Arch Budo.* 2019;15:249-57.
- Agostinho MF, Olivio Junior JA, Stankovic N, Escobar-Molina R, Franchini E. Comparison of special judo fitness test and dynamic and isometric judo chin-up tests' performance and classificatory tables' development for cadet and junior athletes. *J Exerc Rehabil.* 2018;14(2):244-52.
- İşık Ö, Doğan İ, Cicioğlu Hİ, Yıldırım İ. A new approach to Special Judo Fitness Test index: Relative index. *J Hum Sci.* 2017;14(4):4219-25.
- Casajús JA, Piedrafita E, Aragonés MT. Criterios de maximalidad en pruebas de esfuerzo. *Rev Int Med Cienc Act Físic Deporte.* 2009;9(35):217-31.
- Franchini E, Del Vecchio FB, Sterkowicz S. A special judo fitness test classificatory table. *Arch Budo.* 2009;5:127-9.
- Sterkowicz-Przybycień KL, Fukuda DH. Establishing Normative Data for the Special Judo Fitness Test in Female Athletes Using Systematic Review and Meta-Analysis. *J Strength Cond Res.* 2014;28(12):3585-93.
- Franchini E, Sterkowicz S, Szmatlan-Gabrys U, Gabrys T, Garnys M. Energy system contributions to the special judo fitness test. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6(3):334-43.
- Bonato M, Rampichini S, Ferrara M, Benedini S, Sbriccoli P, Merati G, et al. Aerobic training program for the enhancements of HR and VO<sub>2</sub> off-kinetics in elite judo athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2015;55(11):1277-84.
- Franchini E. High-Intensity Interval Training Prescription for Combat-Sport Athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(6):767-76.



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original



## La socialización mejora la adherencia, pero no la fuerza, en programas de ejercicio físico con componente de fuerza en personas mayores

J. M. Cancela, M. H. Vila, M. A. Sanchez-Lastra, S. Varela\*

Grupo HealthyFit. Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur. SERGAS-UVIGO. Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo. España.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 1 de junio de 2020, aceptado el 28 de septiembre de 2020, online el 29 de septiembre de 2020

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar los efectos de realizar dos programas de ejercicio con componente de fuerza, uno de ejercicios individuales y otro por parejas, sobre la adherencia a los mismos y sus efectos en la independencia funcional.

**Método:** Sesenta y cuatro hombres y mujeres (60-90 años) participaron en dos programas de ejercicio, uno de entrenamiento de fuerza y otro de entrenamiento multicomponente. En uno, se realizaron ejercicios de forma individual y en el otro por parejas. Se evaluó la adherencia a los programas y la fuerza de tren superior e inferior, la movilidad funcional y la capacidad cardiorrespiratoria antes y después de los programas.

**Resultados:** La adherencia fue menor en el programa de fuerza individual (57.6%; 7 pérdidas) frente al multicomponente (83.7%; 2 pérdidas). Se hallaron mejoras significativas en el programa de ejercicio individual en la fuerza y movilidad funcional y empeoramientos significativos en el de ejercicio por parejas.

**Conclusión:** La realización de ejercicios de fuerza colectiva favoreció la adherencia al programa pero no se tradujo en beneficios significativos, en comparación con el grupo de fuerza individual.

**Palabras clave:** Ejercicio físico; Fuerza; Personas mayores; Adherencia; Barreras.

## Socialization improves adherence but not strength in physical exercise programs with a strength training component in older people

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the effects on adherence and functional independence of performing two exercise programs with a strength training component, one of individual and one of collective exercises.

**Method:** Seventy-four men and women (60-90 years old) participated in two exercise programs, strength training and multicomponent training, one where exercises were performed individually and the other in pairs respectively. Adherence to the programs and upper and lower body strength, functional mobility and cardiorespiratory capacity were assessed before and after the programs.

**Results:** Adherence was lower in the individual strength program (57.6%; 7 losses) than in the collective strength program (83.7%; 2 losses). Significant improvements were found in the individual exercise program in the strength and functional mobility and significant worsening in the exercise program in pairs.

**Conclusion:** Conducting collective strength exercises encouraged adherence to the program but did not translate into significant benefits, compared to the individual strength group.

**Keywords:** Physical exercise; Strength; Older people; Adherence; Barriers.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [silviavm@uvigo.es](mailto:silviavm@uvigo.es) (S. Varela).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.09.004>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## A socialização melhora a adesão em programas de exercícios físicos com componente de força em idosos

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar os efeitos na adesão e independência funcional da execução de dois programas de exercícios de com componente força, um para exercícios individuais e outro para exercícios coletivos.

**Método:** Sesenta e quatro homens e mulheres (60 a 90 anos) participaram de dois programas de exercícios um de treinamento de força e outro para treinamento multicomponente. Em um os exercícios foram realizados individualmente e no outro em pares. A adesão ao programa e a força corporal superior e inferior, a mobilidade funcional e a aptidão cardiorrespiratória foram avaliadas antes e depois dos programas.

**Resultados:** A adesão foi menor no programa de força individual (57.6%; 7 perdas) do que no programa de força coletiva (83.7%; 2 perdas). Melhorias significativas foram encontradas no programa de exercícios individuais em força e mobilidade funcional e piora significativa no programa de exercícios para casais.

**Conclusão:** Fazer exercícios de força coletivos incentivou a adesão ao programa, mas não se traduziu em benefícios significativos, em comparação com o grupo de força individual.

**Palavras-chave:** Exercício físico; Força; Adesão ao idoso; Barreiras.

### Introducción

La práctica regular de actividad física ha mostrado ser beneficiosa para la salud de las personas mayores haciendo frente a los efectos propios del envejecimiento<sup>1</sup>. Existe una fuerte evidencia que vincula el aumento en la práctica de actividad física con la conservación de la independencia funcional, la reducción todas las causas de mortalidad<sup>2</sup>, y la prevención de enfermedades cardiovasculares<sup>3</sup>. Concretamente, el entrenamiento de fuerza aumenta la densidad ósea, mejora el desempeño de las actividades de la vida diaria, mejora la calidad de vida y reduce la sarcopenia si se realiza de forma regular<sup>4</sup>.

A pesar de los beneficios de la actividad física y que el sedentarismo se ha identificado como un importante factor de riesgo asociado a enfermedades crónicas no transmisibles, muchos mayores siguen sin realizar ninguna o insuficiente actividad física, según las recomendaciones internacionales<sup>5</sup>. Dichas recomendaciones sugieren que las personas mayores deberían realizar un mínimo de 150 minutos de ejercicio moderado a la semana<sup>6</sup>. En el caso de entrenamiento de fuerza, se recomiendan dos sesiones semanales pero según datos de diferentes estudios, menos del 15% de las personas mayores cumplen con este criterio<sup>7</sup>.

Son varios los motivos que han sido identificados como barreras para la práctica de entrenamiento de fuerza en personas mayores entre los que se incluyen: riesgo de ataque al corazón, ictus, dolor, fatiga, riesgo de lesión, falta de apoyo social o la falta de instalaciones deportivas<sup>7,8</sup>. Ante esta perspectiva es necesario reflexionar sobre cómo se podría potenciar la participación de este grupo poblacional en este tipo de programas.

Recientemente se ha aconsejado la promoción de ejercicio de forma grupal y con un mayor componente socializador con el objetivo para favorecer la adherencia a los programas de ejercicio en personas mayores<sup>9</sup>. Otra de las estrategias que pueden emplearse en este sentido, es la combinación del entrenamiento de fuerza con otros ejercicios de carácter aeróbico, equilibrio y flexibilidad dentro de la misma sesión de entrenamiento, lo que se conoce como programas de ejercicio multicomponente<sup>10</sup>. Este tipo de programas están mostrando tener gran aceptación entre las personas mayores además de aportar mejoras a nivel funcional<sup>11</sup>. Debido a ello, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los efectos de realizar dos programas de ejercicio con componente de fuerza, un programa específico de fuerza a través de ejercicios individuales, y un programa multicomponente realizado a través de ejercicios por parejas, sobre la adherencia a los mismos y sus efectos en la independencia funcional.

La hipótesis era que un programa de ejercicio realizado por parejas favorecería la adherencia al programa y produciría

mayores efectos beneficiosos en la fuerza e independencia funcional.

### Método

#### Participantes

Sesenta y cuatro participantes, hombres y mujeres (edad 60-90 años) fueron reclutados de forma voluntaria de dos programas de ejercicio para personas mayores llevados a cabo en Portugal y España.

Las personas que cumplían los siguientes criterios de inclusión fueron invitadas a participar: a) tener 60 años o más; b) capacidad para caminar de forma independiente sin ayuda; c) no padecer ninguna patología que se pudiese ver agravada por la práctica de ejercicio físico.

Fueron excluidas las personas que participasen en otro programa de ejercicio físico de forma simultánea, y aquellas que no pudiesen asistir de forma sistemática a alguna de las sesiones planteadas en el protocolo de intervención.

Todos los participantes fueron informados con antelación sobre las características del programa de ejercicio y fueron tratados siguiendo la Declaración de Helsinki.

Para el cálculo del tamaño muestral se empleó el programa G\*Power 3.1.3 y se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos por Martins et al.<sup>12</sup>, el cual desarrolló un programa de entrenamiento de fuerza con bandas elásticas observando una mejora en los niveles de prensión manual del 2.70% y un tamaño del efecto entre grupos del 0.9. En base a estos resultados se calculó el tamaño del efecto teniendo en cuenta las medidas repetidas, dos grupos, error tipo I (5%), error tipo II (20%) y el poder estadístico del 80%. Con estos parámetros el tamaño de la muestra debería ser como mínimo por grupo de 26 participantes.

#### Procedimientos

Las evaluaciones tuvieron lugar antes y después del periodo de intervención. El desarrollo de los test de evaluación fue desarrollado por un equipo multidisciplinar de licenciados en Ciencias del Deporte (3), Fisioterapeutas (2), los cuales son especialistas en la evaluación e intervención con adultos mayores. Este equipo llevo a cabo las evaluaciones en los dos países (España, Portugal).

Dinamometría manual<sup>13</sup>: Se evaluó a fuerza isométrica través de un dinamómetro hidráulico portátil (Jamar, 5030J1; Jamar Technologies, Horsham, PA), con precisión de 0.5 kg. La ejecución del mismo se llevó a cabo con la mano dominante, en posición de pie y con el codo formando un ángulo de 90°. Sentarse y

levantarse<sup>14</sup>: La fuerza de los miembros inferiores se evaluó a través del “Five Times Sit to Stand Test”. Este test consiste en levantarse y sentarse de una silla, la cual debe tener una altura entre 43-45cm desde el suelo. El adulto mayor se sienta con los brazos cruzados delante del pecho y debe realizar cinco repeticiones de levantarse y sentarse lo más rápidamente posible.

**Timed Up and Go<sup>15</sup>**: La movilidad funcional de los participantes fue evaluada mediante el *Timed up and go*. Para su Desarrollo se necesita una silla, un cono y un cronometro. El test consiste en medir el tiempo que el participante necesita para levantarse de una silla, recorrer tres metros en línea recta, girar, volver caminando hacia la silla y sentarse.

**Caminata 6 minutos**: La resistencia cardiorrespiratoria se valoró mediante la evaluación de la distancia máxima que los participantes podían cubrir caminando lo más rápido posible en un periodo de 6 minutos. Se realizó en grupo de 6 adultos mayores y en una pista polideportiva de 20 x 40 m, estando marcado el suelo cada 10 m para calcular la distancia final recorrida. Se colocó en cada esquina de la pista polideportiva un cono y cada vez que pasaban por la salida se registraba el número de vueltas. Al finalizar la prueba se calculó el espacio recorrido por cada uno de los participantes.

**Programa de Ejercicio**: Se trata de un estudio aleatorizado comparativo cuya intervención se llevó a cabo entre Octubre de 2018 y Marzo de 2019. Se crearon dos grupos que realizaron programas de entrenamiento diferentes: uno realizó un programa específico orientado a ejercicios de fuerza individuales con peso en máquinas de resistencia variable controlada. El cálculo de las repeticiones máximas se realizó a través de un test indirecto para cada ejercicio, mediante la ejecución de repeticiones submáximas y aplicando la fórmula de Brzycki<sup>16</sup>. El segundo grupo realizó un programa de ejercicio multicomponente, con ejercicios de fuerza con autocarga y en parejas, además de ejercicios de equilibrio y flexibilidad. La asignación a cada grupo se hizo al azar por bloques, considerando a cada país un bloque, así a Portugal le tocó desarrollar el programa de entrenamiento de fuerza individualizado y a España el programa de entrenamiento multicomponente. La aleatorización en bloques es una técnica de uso común en los ensayos clínicos, diseñada para reducir el sesgo y lograr un equilibrio en la asignación de participantes a los brazos de tratamiento<sup>17</sup>. Las sesiones tenían una periodicidad de tres veces por semana y una duración de 60 minutos (180 minutos semanales) (Tabla 1). La adherencia al programa se consideró como la realización de los 150 minutos de ejercicio mínimos recomendados. Ambos programas estuvieron dirigidos por especialistas en ejercicio físico.

**Tabla 1.** Descripción de los dos programas de intervención.

	Fuerza (Individual)	Multicomponente (Parejas)
Calentamiento (10min)	Ejercicio cardiovascular (6 min.) Movilidad articular (4 min.) Coordinación / juegos aeróbicos (10 min.)	Ejercicio cardiovascular (6 min.) Movilidad articular (4 min.) Coordinación / juegos aeróbicos (10 min.)
Parte principal (45min)	Fuerza (70% RM): 4 ejercicios MMII 4 ejercicios MMSS 3 series x 10 repeticiones (descanso, 2 min.) (35 min.)	Fuerza: Autocarga, resistencia en parejas (pierna, cadera, espalda, core, hombros, brazos) (15 min.) Equilibrio (5 min.) Pilates, yoga (15 min.)
Vuelta a la calma (5 min)	Estiramientos (3 min.) Relajación (2 min.)	Estiramientos (3 min.) Relajación (2 min.)

RM: repetición máxima; MMII: Miembros inferiores; MMSS: miembros superiores.

Los programas de entrenamiento fueron supervisados por Licenciados en Ciencias del Deporte (2) de cada uno de los países. En función del tipo de programa de fuerza a desarrollar (individual o por parejas), los expertos recibieron durante una semana pautas para llevar a cabo la intervención.

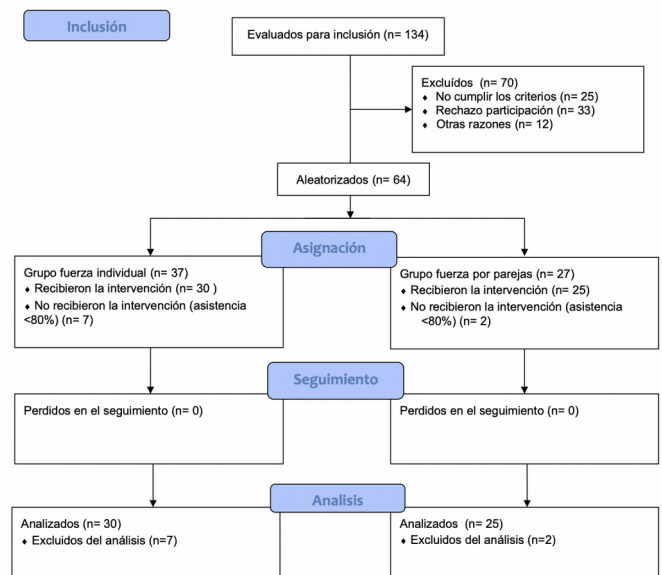
El estudio pertenece a un proyecto europeo en el que participaron España y Portugal, siendo estos últimos los coordinadores. El proyecto fue aprobado por el comité de ética del Instituto Politécnico de Viana do Castelo (Escola Superior de Desporto e Lezer, código: IPVC-ESDL180417).

**Análisis Estadístico**

El análisis descriptivo se llevó a cabo mediante medidas de tendencia central (media ± desviación típica). La presencia de diferencias significativas entre las evaluaciones antes y después de la intervención se llevaron a cabo mediante la prueba T de Student para muestras pareadas. Las diferencias entre grupos se analizaron mediante un análisis de normalidad de la varianza (ANOVA) de una vía. Se calculó el tamaño del efecto mediante la d de Cohen, considerándose pequeño (>0.2-0.5), medio (>0.5-0.8) y grande (>0.8). Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico IBM-SPSS para Macintosh V.22.0 (Amonk, NY). El nivel de significatividad se consideró en  $p < 0.05$ .

**Resultados**

Un total de 64 participantes, 37 en el grupo de fuerza individual (67.29 ± 5.28 años) y 27 en el grupo de fuerza colectiva (71.34 ± 7.13 años), iniciaron el estudio (Figura 1).



**Figura 1.** Diagrama de flujo de la muestra

La Tabla 2 muestra los datos generales de la muestra, así como las diferencias entre el momento inicial y final de cada intervención, y las diferencias intergrupales.

Atendiendo a la asistencia a las sesiones programas, el grupo de fuerza colectiva tuvo una adherencia del 83.67%, mientras que en el grupo de fuerza individual esta cifra fue menor (57.57%). Durante el transcurso de la intervención, 7 participantes dejaron el programa de fuerza individual (18.91%) y 2 participantes abandonaron el programa de fuerza colectiva (6.66%).

En lo que respecta a las valoraciones funcionales, el grupo de fuerza individual mostró mejoras significativas en la fuerza isométrica de miembro superior, fuerza de miembros inferiores y movilidad funcional, mientras que el grupo de fuerza colectiva, aunque muestra una tendencia positiva en los valores de fuerza isométrica, movilidad funcional y distancia recorrida en el test de los seis minutos, la mejora no es significativa. Cabe destacar un empeoramiento significativo en la fuerza de miembros inferiores.



**Tabla 2.** Análisis descriptivo e inferencial pre y post intervención.

	Fuerza Individual (n=37)				d Cohen	Multicomponente Parejas (n=27)			
	Pre		Post			Pre		Post	
	Media	D.E.	Media	D.E.		Media	D.E.	Media	D.E.
Edad	67.29	5.28	-	-	-	71.34	7.13	-	-
Sexo	Mujer (n)	15	13			12		11	
	Hombre (n)	22	17			15		14	
Nivel Académico	7.38	3.20	6.96	2.92	d=0.137 r=0.068	7.93	3.45	7.93	3.45
Altura (cm)	164.90	9.00	166.33	7.72	d=0.170 r=0.084	153.81	6.08**	155.80	6.06
Peso (kg)	72.26	13.08	73.09	12.15	d=0.065 r=0.032	71.60	11.74	71.00	6.90
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26.43	3.34	26.45	3.12	d=0.006 r=0.003	29.86	4.38*	29.59	3.18
Dinamometría manual (Kg)	35.81	11.42	33.87	3.31**	d=0.230 r=0.114	29.82	4.38*	30.58	7.00
Sentarse-levantarse (s)	17.19	4.06	22.13	5.29*	d=1.047 r=0.464	15.37	4.60	17.04	3.20*
Timed Up & Go (s)	5.90	1.81	4.71	0.62*	d=0.879 r=0.402	7.46	0.76	6.64	1.33
Caminar 6 minutos (m)	591.43	104.73	645.93	101.96	d=0.527 r=0.254	452.50	38.89*	525.40	49.32

\*Diferencias intergrupo pre p<0.05 (\*\*p<0.01); #Diferencias pre-post p<0.05 (##p<0.01); IMC Índice de masa corporal.

## Discusión

El presente trabajo tuvo como objetivo, en primer lugar, evaluar los efectos de realizar dos programas de ejercicio con componente de fuerza, uno de ejercicios individuales y otro por parejas, sobre la adherencia a los mismos. A este respecto, se halló un mayor porcentaje de adherencia en el programa multicomponente pues tenía un carácter más social, y donde se llevaron a cabo los ejercicios por parejas. También se hallaron menores pérdidas en este grupo, frente al programa de ejercicios de fuerza realizados de forma individual. Esto pone de manifiesto que, como cabría esperar en base a la literatura científica<sup>9,18,19</sup>, se favoreció la adherencia mediante el ejercicio con un carácter más social.

Por otro lado, el segundo objetivo del estudio era analizar los efectos de ambos programas en la independencia funcional. Estudios previos han indicado que la adherencia a los programas de ejercicio es determinante para la obtención de las mejoras derivadas de los mismos<sup>20</sup>. Sin embargo las mejoras obtenidas en el programa multicomponente no fueron significativas en ninguno de los parámetros evaluados, a pesar de su elevada tasa de adherencia e incluso se mostró un empeoramiento significativo en una de las variables relacionadas con la fuerza. Esto no concuerda con la literatura existente que muestra que los programas de entrenamiento multicomponente son de gran relevancia en la mejora funcional<sup>21</sup>. Respecto al programa de entrenamiento de fuerza realizado de forma individual, se hallaron mejoras significativas en diferentes variables de la fuerza y la movilidad funcional. Existen varias razones que podrían explicar estos resultados. En primer lugar, el punto de partida del grupo de ejercicios por parejas era de una mayor edad y menor condición física, mostrando valores significativamente peores en el IMC, la dinamometría manual y la caminata de 6 minutos. Debido a ello, el punto de partida podría ser determinante a la hora de poder alcanzar un cambio mínimo detectable<sup>22</sup>. En segundo lugar, Los programas de ejercicio, si bien ambos presentaban un componente de fuerza, constaban de diferencias tanto en la carga de entrenamiento como en el tipo de ejercicios, por lo que podrían potenciar efectos diferentes<sup>23</sup>. Esto concuerda con lo mostrado por otros estudios con programas de tipo multicomponente en los que se empleó un control de cargas similar al del programa de ejercicio individual, y donde obtuvieron mejoras significativas en los parámetros funcionales evaluados<sup>11, 24</sup>. En tercer lugar, relacionado con lo anterior, también podría pensarse que el realizar ejercicio por parejas va en detrimento de una técnica adecuada o de una mayor concentración en el ejercicio que se está realizando, lo que podría disminuir el estímulo que supuso el programa.

Este estudio tiene una serie de fortalezas. En primer lugar, el número de participantes es considerable, teniendo en cuenta hombres y mujeres. En segundo lugar, la comparativa entre dos programas, incluyendo un carácter social y sus efectos en la adherencia es original.

No obstante, hay limitaciones que deben ser tenidas en cuenta. La reducida comparabilidad inicial en las variables resultado limita la posibilidad de analizar si el punto de partida pudo influir en que ambos grupos tuvieran resultados diferentes. También, la diferencia entre programas de los ejercicios realizados dificulta analizar si los resultados fueron más influenciados por el tipo de ejercicio en sí o por cómo se realizaron.

En conclusión, la realización de ejercicios de fuerza por parejas favoreció la adherencia al programa de ejercicios propuesto en un grupo de hombres y mujeres adultos mayores. Dicho aumento de la adherencia no se tradujo en beneficios significativos, comparado con el grupo que realizó ejercicios de forma individual. Más estudios con muestras y programas más homogéneos son necesarios para obtener resultados más precisos.

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Erasmus+ Programme: Support for Collaborative Partnerships in the field of Sport. N° 2017-2356/001/001. IN COMMON SPORTS: Intergenerational Competition as Motivation for Sport and Healthy Lifestyle of Senior Citizens. **Agradecimientos.** Los autores quieren agradecer la colaboración de todos los componentes del proyectos IN COMMON SPORTS, así como a todas las personas mayores que han participado en la investigación. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

1. [Bangsbo J, Blackwell J, Boraxbekk CJ, Caserotti P, Dela F, Evans AB, et al. Copenhagen Consensus statement 2019: physical activity and ageing. Br J Sports Med. 2019;53\(14\):856-8.](#)
2. [Taylor D. Physical activity is medicine for older adults. Posgrad Med J. 2014;90\(1059\):26-32.](#)
3. [Orkaby AR, Forman DE. Physical activity and CVD in older adults: an expert's perspective. Expert Rev Cardiovasc Ther. 2018;16\(1\):1-10.](#)



4. [Chase JAD, Phillips LJ, Brown M. Physical activity intervention effects on physical function among community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. J Aging Phys Act. 2017;25\(1\):149-70.](#)
5. [Cristi-Montero C, Celis-Morales C, Ramírez-Campillo R, Aguilar-Farías N, Álvarez C, Rodríguez Rodríguez F. Sedentarismo e inactividad física no son lo mismo!: una actualización de conceptos orientada a la prescripción del ejercicio físico para la salud. Rev Med Chile. 2015;143\(8\):1089-90.](#)
6. [Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. Med Sci Sports Exerc. 2011;43\(7\):1334-59](#)
7. [Burton E, Hill AM, Pettigrew S, Lewin G, Bainbridge L, Farrier K, et al. Why do seniors leave resistance training programs? Clin Interv Aging. 2017;12:585-92.](#)
8. [Burton E, Farrier K, Lewin G, Pettigrew S, Hill AM, Airey P, et al. Motivators and barriers for older people participating in resistance training: a systematic review. J Aging Phys Act. 2017;25\(2\):311-24.](#)
9. [Rivera-Torres S, Fahey TD, Rivera MA. Adherence to Exercise Programs in Older Adults: Informative Report. Gerontol Geriatr Med. 2019;5:2333721418823604.](#)
10. [Cadore EL, Rodríguez-Mañas L, Sinclair A, Izquierdo M. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. Rejuvenation Res. 2013;16\(2\):105-14.](#)
11. [Cadore EL, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi, Idoate F, Millor N, Gómez M, et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. Age. 2014;36:773-85](#)
12. [Mancilla E, Ramos S, Morales P. Fuerza de presión manual según edad, género y condición funcional en adultos mayores Chilenos entre 60 y 91 años. Rev Med Chile. 2016;144:598-603.](#)
13. [Martins WR, Safons MP, Bottaro M, Blasczyk JC, Diniz LR, Fonseca RM, et al. Effects of short term elastic resistance training on muscle mass and strength in untrained older adults: a randomized clinical trial. BMC Geriatr. 2015;15:99.](#)
14. [Guralnik JM, Simonsick EM, Ferruci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. J Gerontol Biol Sci Med Sci. 1994;49\(2\):M85-M94.](#)
15. [Podsiadlo D, Richardson S. The timed "up & go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatric Soc. 1991;39\(2\):142-8.](#)
16. [Eiford J. Blocked randomization with randomly selected block sizes. Int J Environm Res Public health. 2011;8\(1\):15-20.](#)
17. [Brzycki, M. A Practical Approach To Strength Training. Grand Rapids, MI: Master Press, 1989.](#)
18. [Dionigi R. Resistance training and older adults' beliefs about psychological benefits: the importance of self-efficacy and social interaction. J Sport Exerc Psychol. 2007;29\(6\):723-46.](#)
19. [Room J, Hannink E, Dawes H, Barker K. What interventions are used to improve exercise adherence in older people and what behavioural techniques are they based on? A systematic review. BMJ Open. 2017;7\(12\):e019221.](#)
20. [Mikolaizak AS, Lord SR, Tiedemann A, Simpson P, Caplan G, Bendall JC, et al. Adherence to a multifactorial fall prevention program following paramedic care: Predictors and impact on falls and health service use: Results from an RCT a priori subgroup analysis. Australas J Ageing. 2018;37\(1\):54-61.](#)
21. [Casas H, Cadore EL, Martínez N, Izquierdo M. El ejercicio físico en el anciano frágil: una actualización. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2015; 50\(2\):74-81.](#)
22. [Mangione KK, Craik RL, McCormick AA, Blevins HL, White MB, Sullivan-Marx EM, et al. Detectable changes in physical performance measures in elderly African Americans. Phys Ther. 2010;90\(6\):921-7.](#)
23. [Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, et al. Resistance training for older adults: position statement from the National strength and conditioning association. J Strength Con Res. 2019;33\(8\):2019-52.](#)
24. [Tarazona-Santabalbina FJ, Gómez-Cabrera MC, Pérez-Ros P, Martínez-Arnau FM, Cabo H, Tsaparas K, et al. Multicomponent Exercise Intervention that Reverses Frailty and Improves Cognition, Emotion, and Social Networking in the Community-Dwelling Frail Elderly: A Randomized Clinical Trial. JAMDA. 2016;17\(5\): 426-33.](#)



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original

## Análisis comparativo del sobrepeso y obesidad en adolescentes canarios y eslovenos a partir de la medida continua de la edad

A. Hernández Álvarez<sup>a\*</sup>, C. M. Cáceres Hernández<sup>b</sup>, P. J. Borges-Hernández<sup>a</sup>, M. Marinšek<sup>c</sup>, G. Jurak<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Educación. Universidad de La Laguna. Santa Cruz de Tenerife. España.

<sup>b</sup> Consejería de Educación del Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife. España.

<sup>c</sup> Facultad de Educación. Universidad de Maribor. Maribor. Eslovenia.

<sup>d</sup> Facultad de Deportes. Universidad de Ljubljana. Ljubljana. Eslovenia.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 29 de octubre de 2020, aceptado el 9 de noviembre de 2020, online el 16 de noviembre de 2020

### RESUMEN

**Objetivo:** comparar los niveles de sobrepeso y obesidad en 8416 adolescentes canarios y eslovenos de  $14.60 \pm 2.21$  años, siendo el 49.96% mujeres.

**Método:** para describir el perfil de sobrepeso y obesidad se estimó, siguiendo las recomendaciones habituales, a través de la medida de la masa, altura y perímetro cintura, utilizando los criterios de la Fundación Orbegozo (2011), y calculando su media, desviación estándar, coeficiente de correlación por rangos, comparación de medias (U de Mann-Whitney) y de igualdad de proporciones (rho de Spearman). Hallando según el Índice de Masa Corporal, normopeso (79.83%), sobrepeso (10.89%) y obesidad (9.28%) estratificando la muestra por género y segmento de edad; y a partir de estas medidas, los valores límite Índice Cintura-Altura.

**Resultados:** no existen diferencias en cuanto a masa corporal entre canarios y eslovenos ( $p = 0.453$ ), pero sí que se aprecian diferencias en altura ( $p = 0.012$ ), cintura ( $p < 0.001$ ), Índice de Masa Corporal ( $p = 0.002$ ) e Índice Cintura-Altura ( $p < 0.001$ ).

**Conclusiones:** existen diferencias en la estructura corporal entre ambas poblaciones. Por lo que parece evidente la necesidad de emplear ambas medidas para obtener un diagnóstico completo de la obesidad en la adolescencia.

**Palabras clave:** Sobrepeso; Obesidad; Índice Masa Corporal; Índice Cintura Altura; Adolescentes.

## Comparative analysis of overweight and obesity in Canarian and Slovenian adolescents from a continuous measure of age

### ABSTRACT

**Objective:** to compare the levels of overweight and obesity among 8416 Canarian and Slovenian adolescents of  $14.60 \pm 2.21$  years, with 49.96% being women.

**Method:** to describe the profile of overweight and obesity, it was estimated, following the usual recommendations, through the measurement of mass, height and waist circumference, using the criteria of the Orbegozo Foundation (2011), and calculating its mean, standard deviation, coefficient rank correlation, mean comparison (Mann-Whitney U) and equal proportions (Spearman's rho). Finding according to the Body Mass Index, normal weight (79.83%), overweight (10.89%) and obesity (9.28%) stratifying the sample by gender and age segment. And, from these measurements, the limit values of the Waist-Height Ratio.

**Results:** the analysis of results shows that there are no differences in body mass between canaries and slovenes ( $p = 0.453$ ), but differences in height ( $p = 0.012$ ), waist circumference ( $p < 0.001$ ) are appreciated, Body Mass Index ( $p = 0.002$ ) and Waist-Height Ratio ( $p < 0.001$ ).

**Conclusions:** there are differences in body structure between both populations. Therefore, the need to use both measures to obtain a complete diagnosis of obesity in adolescence seems evident.

**Keywords:** Overweight; Obesity; Body Mass Index; Waist Height Ratio; Teenagers.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [adhernan@ull.edu.es](mailto:adhernan@ull.edu.es) (A. Hernández Álvarez).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.10.002>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Análise comparativa de sobrepeso e obesidade em adolescentes das Canárias e da Eslovênia a partir da medição contínua da idade

### RESUMO

**Objetivo:** comparar os níveis de sobrepeso e obesidade em 8416 adolescentes das Canárias e da Eslovênia de  $14.60 \pm 2.21$  anos, sendo 49.96% do sexo feminino.

**Método:** para descrever o perfil de sobrepeso e obesidade, foi estimado, seguindo as recomendações usuais, através da medida de massa, estatura e circunferência da cintura, utilizando os critérios da Fundação Orbegozo (2011), e calculando sua média, desvio padrão, coeficiente correlação de classificação, comparação média (Mann-Whitney U) e proporções iguais (rho de Spearman). Encontrando segundo o Índice de Massa Corporal, peso normal (79.83%), excesso de peso (10.89%) e obesidade (9.28%), estratificando a amostra por gênero e segmento de idade. E, com base nessas medições, os valores limite Índice de Cintura-Altura.

**Resultados:** Não há diferenças na massa corporal entre Canárias e Eslovenos ( $p = 0.453$ ), mas diferenças na altura ( $p = 0.012$ ), cintura ( $p < 0.001$ ), Índice de Massa Corporal ( $p = 0.002$ ) e Índice de Cintura-Altura ( $p < 0.001$ ).

**Conclusões:** isso mostra a existência de diferenças na estrutura corporal entre as comunidades. Portanto, parece evidente a necessidade do uso de ambas as medidas para obter um diagnóstico completo da obesidade na adolescência.

**Palavras-chave:** Excesso Peso; Obesidade; Índice Massa Corporal; Índice Altura Cintura; Adolescentes.

### Introducción

En los últimos años se ha observado un aumento en la obesidad infantil, así como una disminución de los hábitos de práctica de actividad física (AF) entre adolescentes<sup>1,2</sup>, entendiéndose que la prevención del sedentarismo, es de vital importancia a nivel social, económico, educativo y de la salud. Según los datos del Ministerio de Sanidad español (MSCBS<sup>3</sup>), la prevalencia de la obesidad ha pasado de un 4-7% a un 17-18% en adolescentes<sup>4</sup>. En España, un 25% de niños y niñas se contabilizan como obesos entre 6 y 17 años, y un 45% con sobrepeso<sup>5</sup>. En Eslovenia, el 19.9% de los chicos y 17.2% de las chicas, entre 7 y 18 años se clasifican en sobrepeso, y el 7.5% de los chicos y 5.5% de las chicas están obesas<sup>6</sup>. Las intervenciones a estas edades son de vital importancia por su seguimiento, es decir, la mayoría de obesos a los 18 años fueron obesos o tenían sobrepeso a los 14 años<sup>7</sup>. En este sentido, Starc et al.<sup>8</sup>, en el año 2016, detectaron, como efecto del programa «Healthy Lifestyle», una disminución en el sobrepeso -18.4% en chicos y 16.6% en chicas- y obesidad -5.7% en chicos y 4.6% en chicas-. Sin embargo, el sobrepeso sigue siendo un problema principalmente en los grupos socioeconómicos más bajos, en las regiones de menos ingresos y, concretamente, en la población adolescente.

Por tanto, dado que la obesidad ha sido identificada como una de las pandemias que azota al mundo desarrollado<sup>9</sup>, y a pesar de las dificultades metodológicas, existen estudios que tratan de evaluar la rentabilidad social de los recursos destinados a la lucha contra ella<sup>10</sup>, donde la promoción de la práctica física está siendo la actuación predominante<sup>11</sup> y en la que, las enfermedades relacionadas con el sedentarismo, representan alrededor del 7-9% del gasto sanitario del Sistema Nacional Español de Salud<sup>12</sup>. Por otra parte, con el objetivo de estimular la AF y luchar contra el sobrepeso y la obesidad en niños de 6 a 14 años, se creó el programa *Strategy for promoting physical activity in Slovenia*<sup>13</sup> y el programa de intervención «Healthy Lifestyle» en 2010 que implementó una hora diaria de educación física (EF).

En este sentido, y para definir la insuficiencia ponderal, el sobrepeso y la obesidad en la población escolar, la Fundación Orbegozo<sup>14</sup>, ha establecido límites de referencia por edad y sexo del Índice de Masa Corporal (IMC) coincidentes con las referencias de la International Obesity Task Force (IOTF)<sup>4</sup>. En el caso de la población eslovena, las tablas que se han venido utilizando han seguido los mismos criterios<sup>15</sup>.

Por otro lado y, aunque en nuestro estudio influyen múltiples variables, se aborda desde una perspectiva de análisis descriptivo. Justificándose desde la necesidad de dar una respuesta operativa a la posible intervención desde el área de EF en el control y

seguimiento de los niveles de sobrepeso y obesidad desde distintos indicadores indirectos (IMC e Índice Cintura Altura (ICA)), de acuerdo a la posibilidad y aplicabilidad de los mismos desde la EF.

Ante la realidad social, se hace necesaria una “fotografía” para valorar futuras intervenciones con rigor y efectividad<sup>16</sup>. Todo esto, desde la necesidad de un estudio transversal que nos indique la prevalencia real del sobrepeso y la obesidad en población escolar en Canarias y Eslovenia. Por otro lado, en lo concerniente a la estructura organizativa y pirámide de población escolar, apreciamos bastantes similitudes entre ambas poblaciones, tanto en lo relativo a distribución geográfica como al sistema educativo, de ahí que se hayan seleccionado para establecer comparaciones.

Por estos motivos, los objetivos de este trabajo consisten en comparar los niveles de obesidad y sobrepeso, diferenciado por sexo, segmentos de edad y lugar de procedencia, de escolares canarios y eslovenos, a partir de los indicadores IMC e ICA.

### Método

#### Participantes

Participaron 8416 escolares, seleccionados por muestreo aleatorio simple y distribuyéndose tal y como se indica en la [Tabla 1](#) (Edad Media (M)= 14.60 y Desviación Típica (DT) = 2.21 años).

#### Procedimientos

Se informó a alumnado y profesorado del objeto de estudio y se solicitó el correspondiente consentimiento informado. Los estudiantes fueron medidos durante una única sesión con vestimenta ligera, sin calzado, en los momentos previos a la realización de una sesión de EF, siguiendo las recomendaciones estandarizadas<sup>15</sup> por el profesor de EF del centro, previa formación y familiarización con los protocolos y materiales necesarios (usando los mismos aparatos para todas las mediciones). El orden seguido para registrar las características físicas fue: altura, masa corporal (realizando la medición en dos ocasiones) y perímetro de la cintura (midiéndose en tres ocasiones, si la medida no coincidía, se tomaba en este caso, el valor central) utilizando para ello:

- Plataforma nivelada (Seca 711®) con una precisión de 0.01kg y 0.001m, para la masa y altura.
- Cinta métrica (Seca 200®) para la medición del perímetro de la cintura.

Como consecuencia de las variables medidas se obtuvo:

- IMC: resultado de dividir la masa (kg) por la altura (m<sup>2</sup>), de acuerdo con la literatura especializada<sup>15</sup>, optando por comparar los

valores del IMC con los percentiles (79 y 97 para chicos y 89 y 99 para chicas) identificados en las tablas elaboradas por la Fundación Orbegozo<sup>17</sup>, para los segmentos de edad considerados y obteniendo de ese modo una clasificación de alumnos con normopeso, sobrepeso y obesidad para cada sexo y segmento de edad.

• ICA: resultado de dividir circunferencia de la cintura (cm) por la altura (cm), definiendo los puntos críticos y límites de sobrepeso y obesidad correspondientes, de acuerdo a la literatura existente<sup>18</sup>.

Finalmente, a partir de los valores masa, altura, perímetro de cintura, fecha de toma de datos y de nacimiento y, utilizando los valores límite IMC propuestos por la Fundación Orbegozo<sup>17</sup>, se obtuvieron los valores límites ICA<sup>18</sup>.

### Análisis de datos

Con la intención de describir el perfil de sobrepeso y obesidad se estimó de cada variable su media, desviación estándar, coeficiente de correlación por rangos y se efectuaron contrastes estadísticos de significación individual, comparación de medias (U de Mann-Whitney) y de igualdad de proporciones (rho de Spearman). El nivel de significación fue fijado en  $p < 0.05$ , empleando el paquete estadístico IBM SPSS 22.0 para el análisis.

### Resultados

Se aprecia 7314 participantes normopesos, apreciando que en 6500 (82.88%) de los casos cumplen los dos criterios estudiados (IMC-ICA). Del mismo modo, se observan 955 casos de sobrepeso coincidiendo en 340 (35.60%) participantes; 147 padecen obesidad, siendo 134 (91.16%) los que cumplen ambos criterios.

Como se aprecia en la [Tabla 2](#), no existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para las comparaciones realizadas entre canarios y eslovenos en el peso ( $p = 0.453$ ). Asimismo, no se aprecian diferencias estadísticamente significativas al comparar la muestra en función de su sexo para la variable IMC ( $p = 0.845$ ). Del mismo modo, realizando estas mismas comparaciones, pero segregando a la muestra por su sexo y considerando separadamente su procedencia, no se aprecia significación para IMC e ICA ( $p = 0.235$  y  $p = 0.391$ ) respectivamente para la población canaria y en el IMC ( $p = 0.093$ ) en los eslovenos. Asimismo, se comprueba que el grado de correlación entre IMC e ICA es elevado.

La [Tabla 3](#) muestra la existencia de diferencias significativas al comparar a los participantes canarios y eslovenos en función de su ICA (0.43 vs. 0.47;  $p < 0.001$ ), así como únicamente se encuentra significación en función del IMC de los participantes al compararlos por su procedencia para el grupo de edad de 12.75-13.25 años ( $p = 0.034$ ). Al considerar la variable edad se aprecia significación en el IMC para los grupos 11.75-12.25 y 14.25-14.75 años ( $p = 0.007$  y  $p =$

0.014), así como en los grupos 16.25-17.25 y 17.25-17.75 años ( $p < 0.001$  y  $p < 0.001$ ). Prestando atención al ICA se aprecia significación en el grupo de menor edad (11.25-11.75 años;  $p < 0.001$ ), en el grupo de 14.25-14.75 años ( $p = 0.029$ ), y en los de mayor edad, 16.25-17.25 y 17.25-17.75 años ( $p < 0.001$  y  $p = 0.016$ ). Por último, y atendiendo a las variables sexo y procedencia, no se aprecia significación estadística al comparar el IMC de los participantes. Del mismo modo, no se aprecia significación en el segmento de edad de los 11.25-11.75 años para la variable ICA femenina ( $p = 0.253$ ) y en el caso de la población masculina no se aprecia significación en los grupos 15.25-15.75 años ( $p = 0.079$ ) y en los grupos de 16.25-17.25 y 16.25-17.75 años ( $p = 0.166$  y  $p = 0.370$ ) al considerar sexo y procedencia medidos a través del índice ICA.

**Tabla 2.** Comparación de medias y Correlación (rho de Spearman) segregados en función del sexo y procedencia.

	Pais	Talla	Peso	Cintura	IMC	ICA
General	U-Mann (pais)	0.012	0.453	<0.001	0.002	0.000
	rho (IMC)	0.077*	0.292*	0.254*	1	0.887*
	rho (ICA)	0.052*	0.213*	0.225*	0.887*	1
España	M	163.986	58.310	73.762	21.509	0.450
	DT	10.245	14.033	10.671	3.996	0.062
	rho (IMC)	0.093*	0.320*	0.269*	1	0.883*
	rho (ICA)	0.067*	0.246*	0.256*	0.883*	1
Eslovenia	M	164.582	57.973	70.781	21.168	0.430
	DT	10.906	14.263	9.312	3.706	0.050
	rho (IMC)	0.039**	0.224*	0.236*	1	0.901*
	rho (ICA)	0.018	0.131*	0.154*	0.901*	1
U-Mann (sexo)		<0.001	<0.001	<0.001	0.845	0.001
Hombres	M	167.307	60.706	74.660	21.412	0.447
	DT	11.757	15.807	10.935	3.973	0.059
Mujeres	M	160.997	55.729	71.214	21.418	0.443
	DT	7.725	11.631	9.527	3.868	0.059
U-Mann (sexo)	España	<0.001	<0.001	<0.001	0.235	0.391
U-Mann (sexo)	Eslovenia	<0.001	<0.001	<0.001	0.093	<0.001

IMC: Índice de Masa Corporal; ICA: Índice Cintura Altura; \*\*: Significación  $p < 0.05$ ; \*: Significación  $p < 0.001$ ; M: Media; DT: Desviación Típica.

### Discusión

Aunque podrían existir diferencias en hábitos alimenticios o AF respecto a otros núcleos poblacionales, la muestra seleccionada combina zonas rurales y urbanas que permiten asumir que su población adolescente es representativa del conjunto de población de estas edades. Consideramos la no existencia de diferencias significativas en función del carácter rural o urbano del lugar de residencia<sup>19</sup>, contrario a lo expuesto por Nunes et al.<sup>20</sup>. Aunque sí se considera que las características específicas del entorno, como la escuela o las zonas recreativas próximas, pueden modificar los hábitos de práctica física<sup>21</sup>. Este estudio no halla diferencias significativas al comparar el IMC de la población canaria y eslovena, salvo en el grupo de 12.75-13.25 años.

**Tabla 1.** Descripción de los participantes canarios y eslovenos, valores medios de talla, peso y perímetro de la cintura segregados en función de la edad, el sexo y lugar de procedencia.

Edad (años)	11.25 - 11.75	11.75 - 12.25	12.25 - 12.75	12.75 - 13.25	13.25 - 13.75	13.75 - 14.25	14.25 - 14.75	14.75 - 15.25	15.25 - 15.75	15.75 - 16.25	16.25 - 16.75	16.75 - 17.25	17.25
Canarias (n)	414	403	408	480	509	542	572	582	530	459	499	489	537
Masculino (n)	211	205	198	235	254	273	316	273	263	224	234	242	267
Femenino (n)	203	198	210	245	255	269	256	309	267	235	265	247	270
PrA M (cm)	147.21	151.19	152.28	155.66	159.44	160.57	166.12	168.10	170.42	171.65	172.31	174.51	173.98
PrP M (kg)	43.11	45.91	47.29	49.43	53.42	55.52	59.23	60.60	65.08	64.70	66.84	69.05	69.61
PrC M (cm)	70.34	72.69	73.35	73.60	75.65	76.45	77.45	76.58	79.66	78.17	78.83	80.07	80.66
PrA F (cm)	148.36	151.32	154.20	155.58	157.63	158.69	159.28	160.61	160.72	161.22	161.22	161.02	162.53
PrP F (kg)	43.01	45.60	48.57	51.27	53.97	55.21	55.67	57.34	57.50	57.58	58.35	58.07	59.32
PrC F (cm)	69.36	70.25	72.47	73.90	75.27	74.76	73.49	74.72	74.61	74.21	75.32	75.14	75.25
Eslovenia (n)	300	185	131	162	160	194	181	204	199	157	171	163	252
Masculino (n)	146	99	72	80	90	104	103	90	102	70	78	78	132
Femenino (n)	154	86	59	82	70	90	78	114	97	87	93	85	119
PrA M (cm)	149.04	150.30	153.61	157.38	158.88	164.57	167.53	169.60	174.13	175.51	176.44	179.39	178.92
PrP M (kg)	42.84	44.85	46.65	50.74	51.30	56.83	59.03	61.88	64.69	67.84	68.98	72.46	75.42
PrC M (cm)	65.96	67.26	66.42	69.07	68.90	71.60	71.93	72.75	73.98	75.11	75.82	76.43	80.03
PrA F (cm)	150.32	152.19	157.07	158.15	158.86	163.05	162.26	164.42	164.88	165.10	164.21	164.27	166.21
PrP F (kg)	45.89	44.23	50.78	50.82	51.73	54.63	53.28	57.54	58.79	60.15	59.74	60.40	58.56
PrC F (cm)	66.95	64.74	68.36	67.17	67.20	69.01	67.24	69.25	70.02	70.48	69.86	70.19	68.98

PrA: Promedio Altura; PrP: Promedio Peso; PrC: Promedio Cintura. M: Masculino; F: Femenino.



**Tabla 3.** Valores promedio del Índice de Masa Corporal e Índice Cintura Altura y comparaciones de medias (U de Mann-Whitney) entre los sujetos segregados en función del país de residencia, la edad y el sexo.

Variable / edad	11.25 - 11.75	11.75 - 12.25	12.25 - 12.75	12.75 - 13.25	13.25 - 13.75	13.75 - 14.25	14.25 - 14.75	14.75 - 15.25	15.25 - 15.75	15.75 - 16.25	16.25 - 16.75	16.75 - 17.25	17.25
IMC Canarias	19.54	19.83	20.24	20.71	21.27	21.60	21.61	21.73	22.28	22.06	22.46	22.52	22.68
ICA Canarias	0.47**	0.47*	0.48*	0.47*	0.48*	0.47*	0.46*	0.46*	0.47*	0.46*	0.46*	0.46*	0.46*
IMC Eslovenia	19.69	19.34	20.01	20.23	20.28	20.72	20.59	21.36	21.47	22.04	22.08	22.42	22.34
ICA Eslovenia	0.44**	0.44*	0.43*	0.43*	0.43*	0.43*	0.42*	0.43*	0.43*	0.43*	0.43*	0.43*	0.43*
IMC Hombres	19.48	19.84**	20	20.29	20.69	21.22	21.19**	21.38	22.06	21.95	22.37	22.58	23.10*
ICA Hombres	0.46*	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.45**	0.45	0.46	0.45	0.45	0.45	0.46*
IMC Mujeres	19.71	19.42	20.36	20.93	21.34	21.55	21.44**	21.93	22.06	22.16	22.35	22.41	22.09*
ICA Mujeres	0.46*	0.45	0.46	0.46	0.46	0.46	0.45**	0.45	0.45	0.45	0.46	0.46	0.45*
IMC H Canarias	19.72	19.94	20.19	20.30	20.86	21.35	21.31	21.35	22.32	21.93	22.45	22.61	22.94
ICA H Canarias	0.48	0.48**	0.48**	0.47**	0.47*	0.48**	0.47**	0.46*	0.47	0.46**	0.46**	0.46	0.46
IMC M Canarias	19.37	19.72	20.32	21.13	21.67	21.85	21.90	22.17	22.24	22.20	22.46	22.42	22.43
ICA M Canarias	0.47	0.46**	0.47**	0.48*	0.48*	0.47*	0.46*	0.47*	0.46**	0.46**	0.47**	0.47**	0.46*
IMC H Eslovenia	19.09	19.69	19.58	20.27	20.16	20.87	20.91	21.46	21.30	22.01	22.12	22.48	23.52
ICA H Eslovenia	0.44	0.45**	0.43**	0.44**	0.43*	0.44**	0.43**	0.43*	0.43	0.43**	0.43**	0.43	0.45
IMC M Eslovenia	20,17	18,97	20,49	20,19	20,40	20,54	20,21	21,23	21,60	22,07	22,05	22,36	21,21
ICA M Eslovenia	0.45	0.43**	0.44**	0.42*	0.42*	0.42*	0.41*	0.42*	0.43**	0.43**	0.43**	0.43**	0.42*

H: Hombres; M: Mujeres; \*\*: Significación p<0.05); \*\*: Significación p<0.001.

Ahora bien, las conclusiones sobre el sobrepeso derivadas exclusivamente del IMC no son necesariamente coincidentes con las obtenidas mediante el ICA, como ponen de manifiesto los análisis efectuados y resultados expuestos de acuerdo con las ventajas y limitaciones de estos indicadores<sup>16</sup>. Aunque los valores críticos definidos para el ICA se han evaluado de forma que el porcentaje de individuos clasificados como normopeso, sobrepeso u obesidad no cambie, sí que se aprecian cambios en la clasificación de individuos concretos. Resulta especialmente significativo hallar discrepancias del 61.54% entre ambos indicadores (13.75-14.25, sexo femenino). Hecho que cuestiona la idoneidad del IMC en este momento madurativo y que estudios previos ponen en tela de juicio la comparación de resultados al usar criterios diferentes<sup>22</sup>.

Estas discrepancias entre indicadores se justifican desde las transformaciones antropométricas experimentadas en la pubertad, dada la insuficiencia del IMC para medir con precisión el sobrepeso. Por lo que sería relevante considerar<sup>23</sup>, no solamente el peso corporal, sino el componente graso y magro del peso. En definitiva, puede haber cambios en la relación peso/estatura que no se traduzcan en cambios proporcionales con la relación perímetro de la cintura/estatura.

Atendiendo a esta diferencia de porcentajes, se aprecia como el ICA subestima levemente los valores para normopesos previos a la pubertad, en el caso de los participantes masculinos. Hallando grandes diferencias entre indicadores al observar los datos comparativos en la muestra femenina. Respecto a los diagnósticos de sobrepeso, se observa que el índice ICA sobrestima para la muestra masculina en la etapa prepuberal, hallando diferencias cercanas al 10% en los segmentos de edad más jóvenes, invirtiéndose las diferencias a partir de los 14 años. Sin embargo, al analizar la muestra femenina, apreciamos que el ICA ofrece diferencias más pequeñas entre índices, hallando valores inferiores respecto a los agrupamientos por segmento de edad que ofrece el IMC entre los 11 y 16 años, hecho que se invierte a partir de esta edad. Asimismo, para el caso de la obesidad, se aprecian diferencias en todos los segmentos de edad, apreciando valores más estables (menor porcentaje de diferenciación entre indicadores) en los segmentos de edad centrales de la muestra analizada.

En este sentido, y al corroborar la existencia de diferencias en la estructura corporal entre ambas poblaciones y la aparición de diferentes valores en función de los indicadores empleados. En cualquier caso, parece evidente la necesidad de emplear diferentes medidas indirectas y sencillas de llevar a cabo, caso del IMC e ICA, para conocer el grado de sobrepeso y obesidad en poblaciones escolares.

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores declaran no haber recibido financiación. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto

de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2013.
2. NCD Risk Factor Collaboration. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet*. 2016;387(Núm):1377-96.
3. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (MSCBS). Encuestas Nacionales de Salud de España (ENS) 1987, 1993, 1995, 1997, 2001, 2003, 2006, 2012, 2017. Ministerio de Sanidad, Política, Social e Igualdad. Gobierno de España, 2018.
4. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2017.
5. Organización Mundial de la Salud (OMS). Observatorio mundial de la salud (GHO). Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2014.
6. Kovač M, Jurak G, Leskošek B. The prevalence of excess weight and obesity in Slovenian children and adolescents from 1991 to 2011. *Anthropological Notebooks*, 2012, 18(1), 91-103.
7. Starc G, Strel J. Tracking excess weight and obesity from childhood to young adulthood: a 12-year prospective cohort study in Slovenia. *Public health nutr*, 2011, 14(1), 49-55.
8. Starc G, Strel J, Kovač M, Leskošek B, Sorić M, Jurak G. SLOfit. Annual report on physical and motor development of children and youth in Slovenian primary and secondary education in school year 2016/2017. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of sport; 2017.
9. OMS. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2010.
10. Rodríguez A, González B. El trasfondo económico de las intervenciones sanitarias en la prevención de la obesidad. *Rev Esp Salud Publica*. 2009;83(1):25-41.
11. Rosales-Ricardo Y, Orozco D, Yaulema L, Parreño Á, Caiza V, Barragán V, et al. Actividad física y salud en docentes. Una revisión. *Apunts Med de l'Esport*. 2017;52(196):159-66.



12. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud. Madrid: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad; 2010.
13. Fras Z. Strategija Vlade Republike Slovenije na področju telesne (gibalne) dejavnosti za krepitev zdravja od 2007 do 2012. [Strategy of government of Republic of Slovenia for promoting health with physical activity 2007-2012]. Ljubljana: Ministrstvo za zdravje; 2017.
14. Fernández C, Lorenzo H, Vrotsou K, Aresti U, Sánchez E. Estudio de crecimiento de Bilbao. Curvas y tablas de crecimiento (Estudio transversal). Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo. Bilbao. Fundación Faustino Orbeagozo Eizaguirre; 2011.
15. [Sember V, Starc G, Jurak G, Golobič M, Kovač M, Samardžija PP, et al. Results From the Republic of Slovenia's 2016 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. J Phys Act Health. 2016;13\(11 Suppl 2\):S256-64.](#)
16. Khoury M, Manlhiot C, McCrindle BW. Role of the Waist/Height Ratio in the Cardiometabolic Risk Assessment of Children Classified by Body Mass Index. J Am Col Cardiol. 2013;62(8):742-51.
17. [Luengo LM, Urbano JM, Pérez M. Validación de índices antropométricos alternativos como marcadores del riesgo cardiovascular. Endocrinol Nutr. 2009;56\(9\):439-46.](#)
18. [Hernández A, Cáceres CM, Borges-Hernández PJ. Criterios de evaluación del sobrepeso y la obesidad en adolescentes canarios. Rev Andal Med Deporte. 2019;12\(4\):342-7.](#)
19. [Cano A, Alberola S, Casares I, Pérez I. Desigualdades sociales en la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes. An Pediatr \(Barc\). 2010;73\(5\):241-8.](#)
20. [Nunes F, Aidar FJ, Gama de Matos D, Hickner RC, Mazini ML, Carneiro AL, et al. Diagnostic analysis of physical fitness and overweight related to adolescent health: Evaluation criteria for health. Rev Andal Med Deporte. 2018;11\(3\):Página Inicial-Final.](#)
21. [Papas MA, Alberg AJ, Ewing R, Helzlsouer KJ, Gary TL, Klassen AC. The built environment and obesity. Epidemiol Rev. 2007;29\(1\):129-43.](#)
22. [Naranjo J, Alonso FJ, Carranza MD, Rueda JD. La prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares de educación primaria depende del criterio diagnóstico utilizado. Datos del estudio longitudinal "OBIN" 2011-2017. Rev Andal Med Deporte. 2018;11\(4\):192-8.](#)
23. [Canda A. Deportistas de alta competición con índice de masa corporal igual o mayor a 30 kg/m2. ¿Obesidad o gran desarrollo muscular? Apunts Med l'Esport. 2017;52\(193\):29-36.](#)



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Revision

## Injury in CrossFit beginner / intermediary participants: a systematic review

A. M. Zecchin-Oliveira<sup>a,b\*</sup>, A. P. Silva<sup>c</sup>, M. M. F. Pisa<sup>a</sup>, T. C. P. Gonçalves<sup>a</sup>, V. L. Bassetti<sup>c</sup>,

E. F. Puggina<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto. University of São Paulo. Brazil.

<sup>b</sup>Faculty of Medicine of University of São Paulo (FMRP). University of São Paulo. Brazil

<sup>c</sup>Degree in Physical Education and Sport. Department of Physical Education and Sport. School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto. University of São Paulo. Brazil.

ARTICLE INFORMATION: Received 1 April 2020, accepted 16 April 2020, online 17 April 2020

### ABSTRACT

**Objective:** Sports injury can occur due to several factors, which makes it extremely difficult to conduct cause and effect studies by controlling and evaluating a specific variable. Common reason for the appearance of injuries is poor physical preparation for the proposed training load, a factor that is more present in high intensity sports.

CrossFit has been gaining a great deal of attention in recent years due to its dynamic mix of varied sports. Beginner and intermediary level participants are very common in CrossFit gyms, so the understanding the training effect for this group is very important for healthy practice (aiming for safety and injury rate).

**Methods:** Only original articles were included, between 2000 and 2019 (November), with the search for the word "CrossFit" in nine databases. It was accepted only studies in Portuguese, English or Spanish.

**Results:** After screening, only three studies met the inclusion criteria following Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses assessment. The most common injury segments in beginner and intermediate practitioners were the shoulder and the knee. There are functional and morphological mechanisms that makes injury become more common, such as life habits and anatomic / physiological body disposition.

**Conclusion:** CrossFit beginners and intermediaries participants demonstrated moderate injury level. Studies with more subjects showed a lower injury level. The most injured segments found were knee and shoulder. According to our results the risk of injury in CrossFit beginner and intermediary participants is acceptable, and discussed in recent published reviews.

**Keywords:** CrossFit; Injury Rate; Gymnastics; Weightlifting.

## Lesiones en participantes principiantes / intermedios de CrossFit: una revisión sistemática

### RESUMEN

**Objetivo:** Las lesiones deportivas pueden ocurrir debido a varios factores, lo que hace que sea extremadamente difícil realizar estudios de causa y efecto, controlando y viendo una variable específica. La razón común para la aparición de lesiones es la falta de preparación física para la carga de entrenamiento propuesta, un factor que está más presente en los deportes de alta intensidad.

CrossFit ha ganado mucha atención en los últimos años debido a su variada dinámica deportiva. Los participantes principiantes e intermedios son muy comunes en los gimnasios de CrossFit; por lo tanto, comprender el efecto del entrenamiento para este grupo de atletas es muy importante para una práctica saludable (seguridad y control sobre la tasa de lesiones).

**Métodos:** solo se incluyeron artículos originales, entre 2000 y 2019 (noviembre), con la búsqueda de la palabra "CrossFit" en nueve bases de datos. Solo fueron aceptados estudios en portugués, inglés o español.

**Resultados:** después de buscar, solo tres estudios cumplieron los criterios de inclusión siguieron la evaluación *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*. Los sitios lesionados con mayor frecuencia en practicantes principiantes e intermedios fueron hombro y rodilla. Existen mecanismos funcionales y morfológicos que hacen que la lesión sea más común, como los hábitos de vida y la disposición anatómica / fisiológica.

**Conclusión:** los principiantes y los participantes intermedios de CrossFit demostraron un nivel moderado de lesión. Los estudios con más sujetos mostraron un menor nivel de lesión. Los segmentos más lesionados encontrados fueron rodilla y hombro. Según nuestros resultados, el riesgo de lesiones para principiantes y participantes intermedios de CrossFit es aceptable y se discute en revisiones publicadas recientemente.

**Palabras clave:** CrossFit; Tasa de lesiones; Gimnasia; Levantamiento Peso.

\* Corresponding author.

E-mail-address: [arthurmzo@hotmail.com](mailto:arthurmzo@hotmail.com) (A. M. Zecchin-Oliveira).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.007>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Lesão em participantes iniciantes / intermediários de CrossFit: uma revisão sistemática

### RESUMO

**Objetivo:** Lesões esportivas podem ocorrer devido a vários fatores, o que torna extremamente difícil a realização de estudos de causa e efeito, controlando e avaliando uma variável específica. O motivo comum para o aparecimento de lesões é a falta de preparo físico para a carga de treinamento proposta, fator este, mais presente nos esportes de alta intensidade.

**CrossFit** vem ganhando muita atenção nos últimos anos devido à sua dinâmica de esportes variados. Os participantes iniciantes e intermediários são muito comuns nas academias *CrossFit*; portanto, a compreensão do efeito do treinamento para este grupo é muito importante para a prática saudável (visando a segurança e o controle sobre taxa de lesões).

**Métodos:** Somente artigos originais foram incluídos, entre 2000 e 2019 (novembro), com a pesquisa da palavra “*CrossFit*” em nove bases de dados. Foram incluídos apenas estudos em português, inglês ou espanhol.

**Resultados:** Após a triagem, apenas três estudos preencheram os critérios de inclusão após a avaliação do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*. Os segmentos de lesões mais comuns em praticantes iniciantes e intermediários foi ombro e o joelho. Existem mecanismos funcionais e morfológicos que tornam a lesão mais comum, como hábitos de vida e disposição anatômica / fisiológica do corpo.

**Conclusão:** participantes iniciantes e intermediários de *CrossFit* demonstraram nível moderado de lesão. Estudos com mais sujeitos mostraram um nível menor de lesão. Os segmentos mais lesionados encontrados foram joelho e ombro. De acordo com nossos resultados, o risco de lesão em participantes iniciantes e intermediários do *CrossFit* é aceitável e discutido em revisões recentes publicadas.

**Palavras-Chave:** CrossFit; Taxa Lesões; Ginástica; Levantamento Peso.

### Introduction

CrossFit is a core strength and conditioning program that elicit multiple adaptational responses such as: enhance of maximum volume of oxygen (Vo<sub>2</sub>max), respiratory exchange ratio (RER), metabolic acidosis resistance, lean mass, heart rate recovery, behavior, strength, stamina, flexibility and power.<sup>1-4</sup> The CrossFit became well known in 2000's and became one of the most popular and rapidly growing exercise regimens in the world. Currently there are more than 13000 CrossFit gyms around the world, and the workout of the day (named as WOD) are commonly practiced by thousands of people everyday.<sup>5</sup> The WOD is made in high intensity mixing exercises with short or no rest periods, combining exercises in circuit-shaped.<sup>6</sup> According to the contents of the WOD, there are three sessions modalities: gymnastic, which involve exercise such as pull-ups, sit-ups, push-ups, exercises in hand stand position, rope climb, ring rows, burpees, air squats, etc.; endurance, including cardiovascular exercises, most of them cyclic exercises such as, running, cycling, rowing, skip rope, etc.; and finally, weightlifting and throwing, consisting Olympic lifts (clean & jerk and snatch), deadlifts, weighted squats, overhead press using barbell, kettlebell, dumbbell or sandbags.<sup>7</sup> Whoever, some WODs can offer more injury risk for participants according the repetitive use of technical exercises (complexes) at a high intensity.<sup>8,9</sup> Recently, the most discussed and perhaps concerned characteristics of CrossFit model is the high intensity exercise, being done in depleted patterns of strength and aerobic resistance (fatigue). Fatigue put athletes and participants in general at a greater risk of injury decreasing focus on technical competence.<sup>10</sup> Some authors have noted the potential risk of injuries related to CrossFit.<sup>4,11,12</sup> While injury has been extensively studied (injury can be defined as a lesion that can be of various types: tissue (visceral or structural), there are not conclusive studies evaluating CrossFit injury focusing in beginner and intermediary participants. These subjects are mostly majority in the CrossFit gyms, and often there is no specific training for these subjects. Studies researching about the injury aspects in CrossFit beginner and intermediary participants are scarce and it's needed to elucidate potential risk of injury not overall, but in each training level, by time or performance.

Recently, there are new approaches about fatigue and injury in CrossFit. Tibana et al.<sup>13</sup> investigated two consecutive days of CrossFit training on interleukins 6 and 10 and osteoprotegerin levels (IL-6 is related with inflammation; IL-10 is related with anti-inflammatory responses; and osteoprotegerin is related with cellular apoptosis). The results showed increasing of IL-6 levels

post WOD 1 and WOD 2, but decreasing values 24 hours after the first WOD and 24 and 48 hours after the WOD 2. Increasing of IL-10 levels after the WOD 1 but decrease values through the time; and the osteoprotegerin levels decreased after 48 hours of WOD2, concluding that two consecutive days of CrossFit training decrease anti-inflammatory cytokines responses without impairments in muscle power.<sup>13</sup> This could be an alert to change the WOD intensity through the weeks even with the muscle power maintaining all the functions, to minimize any immune disturbances (e.g. chronic stress, open window, flu, etc.).

Another recent study evaluated 885 CrossFit participants to apply a questionnaire about injury.<sup>5</sup> 33% of them were injured; back and shoulder were the principal injured segments (32% and 20% of injured, respectively). Squats and deadlift showed the most common exercises that caused injury. This could be another alert to change the WOD intensity often and rest more through the training week.

Here, we report a new view of CrossFit, exploring the injury aspects in beginners and intermediaries CrossFit participants, emphasizing injury levels in these population and comparing with another CrossFit participants (amateur and athletes).

The objective of this research is to determine the risk of single type of injury (segment), and to identify the factors that contribute to increase the risk. Finally, this study pretends formulate recommendations about injury and prevention in CrossFit and evaluate the quality of the selected studies.

### Methods

**Procedures:** A literature search was conducted on November 25, 2019. The following database were consulted in our research: Pubmed, Cochrane, Google Scholar, Scopus, PEDro, Web of Science, Scielo, LILACS and Bireme/MedLine. Databases were searched until November 25 with English, Portuguese and Spanish language limitation. Only original full text was accepted. In case of do not find the full text, the selected author was contacted to provide the full text, if there was no answer, the selected manuscript was automatically excluded.

**Literature Search:** The literature search was conducted in accordance with the “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses” (PRISMA) guideline.<sup>14</sup> In each database, the title, abstract or keywords were used, combined with the word “CrossFit” only, this fact was used because of CrossFit is a recent method, and the literature about related topics is still scarce, as used by Meyer et al. e Dominski et al.<sup>15,16</sup> After conducting the initial search, the references list of the articles

retrieved were screened for any additional articles that had relevance.

Inclusion and exclusion criteria: Studies followed the recommendation of “problem, intervention, comparison and outcome” (PICO), detailed in [Table 1](#).

**Table 1.** Inclusion and exclusion criteria following PICO recommendation.

Inclusion Criteria	
P	Participate: CrossFit participants at beginner/intermediary level (0-6 months of practice; 6-12 months of practice)
I	Intervention: CrossFit
C	Comparison: Healthy, for a CrossFit affiliate box, control group or variated group
O	Outcome: Injury and / or trauma
Exclusion Criteria	
P	Participate: CrossFit participants at competition level or amateur (more than 12 months of practice) physical exercise in other place (non CrossFit)
I	Intervention: Manual Therapy, stretching, HIIT, Gym Workout, running, weight lifting, swimming, hiking, olympic gymnastic and alternative therapy
C	Comparison: -
O	Outcome: -

Two independent observers (ZOAM; SAP) reviewed the studies following the “Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology” (STROBE) and then individually decided whether inclusion was appropriate.

In order to assess the quality of the selected studies, the STROBE was followed. The checklist of items was conducted to

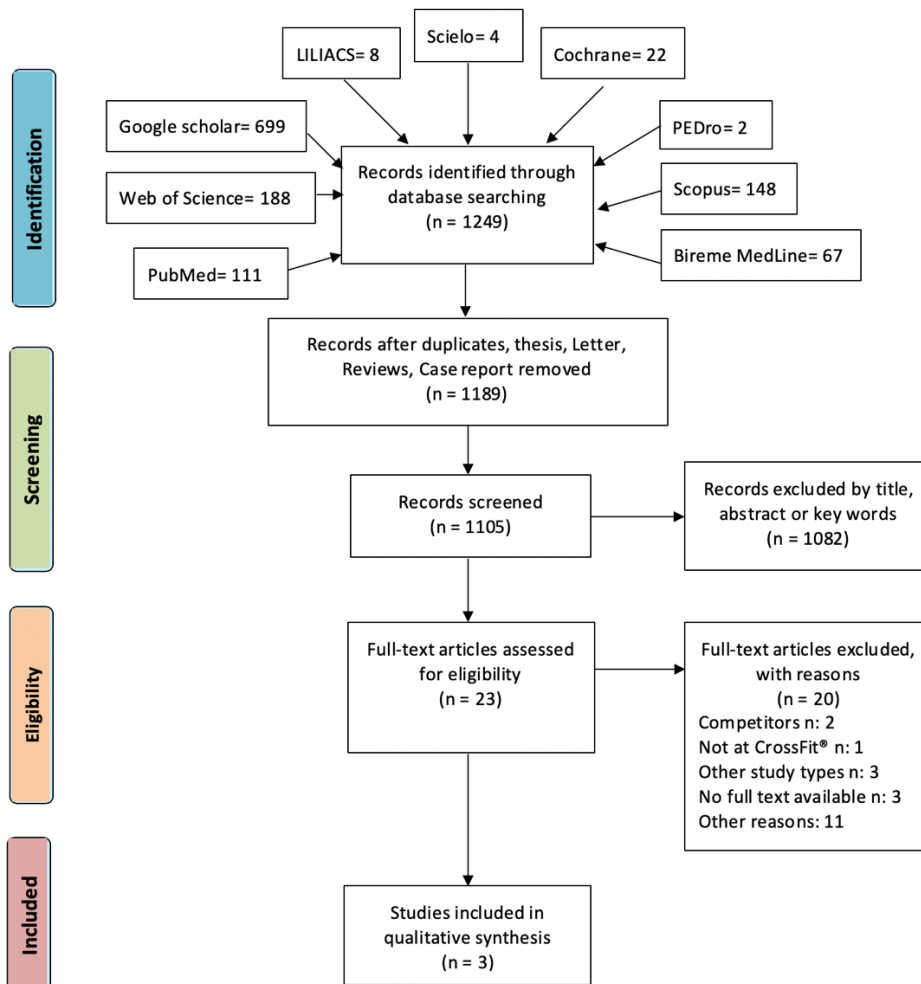
evaluate each selected study. In the STROBE assessment are 22 items that receive a score from “0” to “1” (from 0 = “do not meet the criteria” to 1 = “meet the criteria”), and the total score was the sum of all items, according to the final score of the study, a classification was conducted following three categories: A – when the study fill more than 80% of the eligibility criteria by STROBE; B- when the study fill between 50% and 79% of the eligibility criteria by STROBE and; C- when the study fill less than 50% of the eligibility criteria by STROBE.<sup>17</sup> The flow chart of each strategy and selection is exposed in [Figure 1](#).

**Analysis Statistic**

The concordance between the quality of the evaluators were evaluated again for obtained results using quality scale, calculating the Kappa coefficient, been the divergences resolved for consensus. If needed, a third author (PEF) evaluated the studies using STROBE as well.

**Results**

After the screening three studies were selected (each data phase screening is exposed in [Figure 1](#)) and the studies varied from participants and percentage of injury, ranging from 137 participants to 672 participants and the percentage of injury ranging from 18% to 56%. The data are presented in [Figure 2](#). Analyses revealed that, the bigger is the number of participants, smaller is the injury index.



**Figure 1.** Flowchart of the selection process of the included studies.

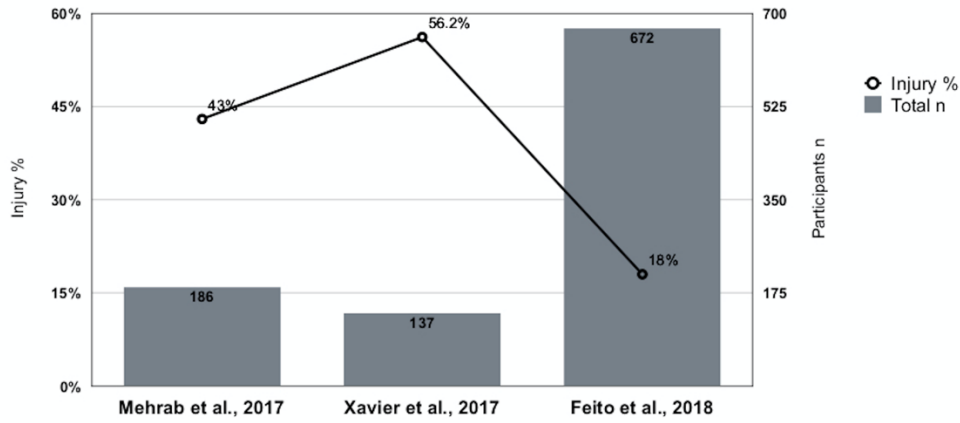


Figure 2. Chart of number of participants and injury of each study.

Figure 3 shows the organization of each injury segment found by each author. Feito et al.<sup>18</sup> found in his study, between the beginner and intermediary injured (<1 year of practice), injury rate of 39% in shoulder, 36% in lumbar or dorsal (back), 15% in knee, 12% in elbow and 11% in wrist. Mehrab et al.<sup>19</sup> found in his study 88 participants who trained CrossFit less than 6 months (29 injuries) and 98 participants who trained from six months to one year (51 injuries). Injury rate was 28% in shoulder, 15% in back and 8% in knee. Xavier et al.<sup>20</sup> found a mean of 9 months of CrossFit practice and the injury rate was 24% in shoulder, 22% in spine, 19% in knees, 12% in wrist, 8% in elbows, 6% in hip and 5% in ankle and neck.

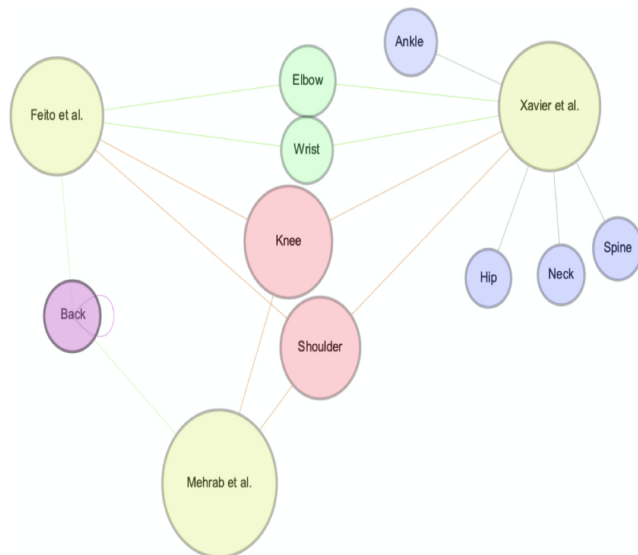


Figure 3. Relationship between authors and injured segments.

The classification of each study following STROBE criteria is exposed in Table 2, two studies reached classification B (Mehrab et al.<sup>19</sup> and Feito et al.<sup>18</sup>), and one study reached the classification C (Xavier et al.<sup>20</sup>).

## Discussion

The injury aspects in CrossFit beginners and intermediate participants can prevent future injuries. Specific local technique and strengthening of the most common injured segments may prevent several forms of injuries in high intensity interval training (HIIT), (e.g. CrossFit).

This is the first systematic review investigating injury in beginners and intermediate CrossFit participants.

The present study searched studies that analyzed CrossFit injuries in beginners and intermediate participants in order to find the most injured segments, percentage of injury, relationship between number of participants of each study and injury index, and finally study quality (through STROBE).

First, the study investigated the relationship between number of study participants and injury percentage, as cited in "results". Hak et al., Huynh et al. and Laura et al.<sup>11,21,22</sup> found high injury index in their studies, ranging from 35% to 73% injuries in overall CrossFit participants (without classification of training level); curiously these studies involved small participants (ranging from 34 to 132). Studies searching bigger number of overall CrossFit participants and injury index found only few cases, ranging the injury index from 5% to 25.4%, and participants number ranging from 386 to 1393, confirming the hypothesis that the bigger is the number of CrossFit interviewed participants, smaller is the injury rate.<sup>23-25</sup>

The injury site found was spread between ankle (5%), hip (6%), neck (6%) and spine (22%) only in Xavier's study;<sup>20</sup> elbow (8% and 12%, respectively) and wrist (8% and 11%, respectively) in Xavier's and Feito's study;<sup>18,20</sup> lumbar and dorsal (back), (36% and 15.8%, respectively) in Feito's and Mehrab's study and the most common injury site found in CrossFit beginner and intermediary participants was knee (from 8% to 15%) and shoulder (from 24% to 28% and 39%).<sup>18,20</sup> Hopkins et al.<sup>26</sup> in 2017 studied patients who presented to the hospital complaining of an injury sustained performing CrossFit (overall), and of 89 patients 18% of them presented shoulder injury and 15% of them presented knee injury. Hopkins et al.<sup>26</sup> found different levels of participants with respect to practice time.<sup>26</sup> Weisenthal et al.<sup>8</sup> examined CrossFit injury through a questionnaire. There was different ability level between the participants, most of them ranging 18-29 years old, male. It was found 84 participants experiencing unless one injury during CrossFit practice. The most injured segments found was shoulder (25%), low back (14%) and knee 13%). Escalante et al., Lopes et al., and Minghelli et al.<sup>27-29</sup> found higher CrossFit injury index in shoulder limb. Curiously Minghelli study concluded that participants who trained CrossFit less than three times a week appear to be more exposed to injury, suggesting that more practice in the week through the months could lead to injury prevent.<sup>29</sup> A recently study evaluated 885 former and current CrossFit athletes.<sup>5</sup> They applied online questionnaire and searched for specific injuries with associated WODs, risk factors that affected injury including basic demographics, regional differences in reported injuries, training intensity and expertise level at time of injury. 33% (295) of them were injured. The most common injured site was back and shoulder, contradicting the results of the present study, which demonstrated a higher level of shoulder and knee injury, but only in beginner and intermediary. Athletes injured more than beginners, international participants



**Table 2.** Valuation, Score and Classification of each study following STROBE criteria.

Studies	STROBE CRITERIA							Score		Classification
	Title / Abstract	Introduction	Methods	Results	Discussion	Other Information	Total	%		
	Mehrab <sup>19</sup>	1) 2/2*	2) 1/1 3) 0/1	4) 1/1 5) 1/1 6) 2/2* 7) 0/1 8) 1/1 9) 0/1 10) 1/1 11) 1/1 12) 4/5*	13) 3/3* 14) 2/3* 15) 1/1 16) 2/3* 17) 1/1	18) 1/1 19) 1/1 20) 1/1 21) 1/1	22) 1/1	16	72.72	
Xavier <sup>20</sup>	1) 1/2*	2) 1/1 3) 0/1	4) 0/1 5) 0/1 6) 1/2* 7) 0/1 8) 1/1 9) 1/1 10) 0/1 11) 0/1 12) 3/5*	13) 0/3* 14) 2/3* 15) 1/1 16) 3/3* 17) 1/1	18) 0/1 19) 0/1 20) 1/1 21) 1/1	22) 1/1	9	40.90	C	
Feito <sup>18</sup>	1) 2/2*	2) 1/1 3) 0/1	4) 1/1 5) 1/1 6) 0/2* 7) 1/1 8) 1/1 9) 0/1 10) 0/1 11) 1/1 12) 2/5*	13) 1/3* 14) 2/3* 15) 1/1 16) 3/3* 17) 1/1	18) 1/1 19) 1/1 20) 1/1 21) 1/1	22) 0/1	14	63.63	B	

\*: Only the item is acceptable if all the subtopics are included in the selected study.

were more likely to development an injury than domestic U.S. Experienced CrossFit participants (more than three years) were more likely to be injured than the others. This study revealed a new approach between training level and injury site.

Other sports separately included in CrossFit have been showing segment injury index very similar.<sup>30-32</sup> The National Electronic Injury Surveillance System of United States of America (NEISS) explored the weightlifting, estimating that between 2000 and 2017, 5609 cases were found with shoulder injury.<sup>33</sup> The injury found in weightlifting participants through 2000 to 2017 was 0,062% and 0,099% ( $p < 0,001$ ), respectively. NEISS alerted about the injury increase in weightlifting through the years.

The weightlifting in CrossFit was related as the most fatigued kind of exercise due it's complexity of strength and mobility (specially in movements that required overhead position) and it can lead to injury development.<sup>7</sup> The most commonly weightlifting movements that lead to injury in CrossFit are clean and jerk, deadlift and snatch variations.<sup>34</sup> Studies evaluating incidence of injury per 1000h of training demonstrated that bodybuilders reported an average of 0.24-1.00 injury per 1000h of training.<sup>35-37</sup> Studies analyzing powerlifting injury demonstrated an average of 1.0-1.1 injury per 1000h of training.<sup>32,38</sup> One study evaluating injury level in Strong Man athletes found an average of 5.5 injury per 1000h or training.<sup>39</sup> One study evaluating Highlander Games, that is a popular event in north Europe that celebrate the Scottish and Celtic culture with specific games, found an average of 7.5 injury per 1000h of training/competition.<sup>40</sup>

In Olympic Gymnastics the level of mobility must be enough to sustain the body weight in different angles. The lack of specific mobility (e.g. shoulder mobility) and stability can increase the injury level, due the segment effort in many degrees.<sup>41</sup> Paul-Taro et al.<sup>21</sup> investigated the prevalence of injury during CrossFit training and it was reported that higher shoulder injury has relationship with high repetition and high intensity. This form of exercise could lead to placing the shoulder at extremes of motion in the risk position (e.g. kipping pull-up, where the shoulder placed in an

extreme position of hyper flexion, internal rotation and abduction). Movements such as push-up, kipping pull-up, cited above, ring muscle-up and ring dips demonstrated to be the major cause of gymnastic injury in CrossFit participants.<sup>42</sup> In Olympic Gymnastics competition is common to report injury due it's complexity, in CrossFit using gymnastic movements with inappropriate technique can increase the risks.<sup>30</sup> The injury average found in 86 studies involving gymnastics sport was 1.4 injuries per 1000 hours of training for men and 1.5 injuries per 1000 hours of training in women.<sup>43</sup>

Endurance training is a part of CrossFit program, and it do not lead to high intensity (study evolving blood lactate analysis), like weightlifting and gymnastic.<sup>7</sup> Anyway, the cyclic characteristics of endurance training can overload the articulation, such as knee, each running step requires three times body weight in each knee, it is needed to strengthen the lower limbs to perform better endurance training inside CrossFit (e.g. running and cycling).<sup>44</sup> One study evaluated three workouts in 34 experienced participants.<sup>7</sup> The first workout was gymnastic workout, the second was weightlifting workout and the third was metabolic workout. The researcher found higher level of fatigue in the gymnastic and weightlifting workout, but it was found decrease in fatigue at the end of metabolic workout. The authors attributed this find to rest intervals, allowing for the recovery of phosphocreatine stores. Workout that uses similar movements in high intensity and high volume can fatigue more, leading to depletion of high-energy phosphate, limiting the calcium inside the muscle target, decreasing the musculoskeletal Ph, activating less unit cells, and finally worsening the muscular contraction, becoming easier to developing an injury.

When asked to CrossFit participants what exercises they like to do outside of the CrossFit gym, running was the main choose exercise, and curiously, the majority didn't have professional help to practice running.<sup>45</sup>

Videbaek et al.<sup>46</sup> investigated injury in endurance exercise (running); in their study of review and meta-analysis was found

higher risk of running injury in beginners than experienced practitioners (17.8 per 1000h of training and 7.7 per 1000h of training, respectively).

In the three selected studies in the present review, the average injury index found was 0.74 injuries per 1000 hours of training in Feito et al. study.<sup>18</sup> Mehrab et al. and Xavier et al.<sup>19,20</sup> did not expose injury in how many injuries for 1000 hours of training, they expose only in percentage (being a limitation cited for Mehrab).

Based on the study of Tibana et al.<sup>47</sup> evaluating the incidence of injury in CrossFit studies (overall), the injury average is 2.1 injuries per 1000 hours of training. Some CrossFit studies reported a bigger incidence ranging from 2.3 injuries per 1000 hours of training, 3.1 injury per 1000 hours of training to 3.3 injuries per 1000 hours of training.<sup>12,21,27,48</sup>

STROBE is an assessment that evaluate methodological quality of individual studies. The present review found low to moderate quality scores (presented in “results” section).

All selected studies reached up to 40% of the criteria defined by STROBE. Mehrab et al.<sup>19</sup> did not explain the objectives clearly in “introduction”. Regarding the limitations found, in “methods” Mehrab did not define clearly all outcomes, taking “B” score. Xavier et al.<sup>20</sup> did not expose the study design in “abstract”, did not expose specific objectives in “introduction” and did not followed a clear “method”, taking “C” score. Feito et al.<sup>18</sup> in method, did not define clearly all outcomes in “introduction” section, in “methods” section they did not follow the eligibility criteria, taking “B” score.

Dominski et al.<sup>16</sup> evaluate injury in CrossFit practitioners (overall) and evaluate the selected studies also using STROBE. 10 studies were included and nine studies were classified with “B” and only 1 with “A” score.

The role of injury in variated sports (high intensity sports, in special) have been extensively studied to develop strategies to minimize the potential risks. The results still not conclusive and this topic must be object of future studies, because of the prevention of injuries is very important topic for the sports science and sport medicine.<sup>49</sup>

According to the present study, the injury rate found in CrossFit beginners and intermediaries participants is acceptable when compared with powerlifting, gymnastic and endurance sports.

The major limit of the selected studies is the method: the samples obtained focused on participants who practice overall CrossFit, not differentiating the injury through the participation time and percentage of injury for each group (beginner, intermediary, amateur, athlete). Another important bias still in method; the selected studies did not show the study design or the inclusion and exclusion criteria.

## Conclusion

CrossFit beginners and intermediate participants showed moderate percentage of injury, presenting low injury percentage studies that had more participants. The most injured segments found were knee and shoulder and it becomes very important to use movements that strengthen these segments at the beginning of CrossFit practice.

Selected studies presented low to moderate study quality. This study can provide information about strategies for coaches to work with CrossFit beginners and intermediaries participants, differentiating from more experienced practitioners and athletes. Although the conclusion, only three studies were selected and used to assess the components of the injury. It is suggested more studies evaluating injury aspects of CrossFit beginner and intermediary participants to fully mechanism understand.

**Authorship.** All the authors have intellectually contributed to the development of the study, assume responsibility for its content and also agree with the definitive version of the article. **Conflicts of interest.** The authors have no conflicts of interest to declare. **Funding.** There is no disclosure of funding to report for this study. **Provenance and peer review.** Not commissioned; externally peer reviewed. **Ethical Responsibilities.** *Protection of individuals and animals:* The authors declare that the conducted procedures met the ethical standards of the responsible committee on human experimentation of the World Medical Association and the Declaration of Helsinki. *Confidentiality:* The authors are responsible for following the protocols established by their respective healthcare centers for accessing data from medical records for performing this type of publication in order to conduct research/dissemination for the community. *Privacy:* The authors declare no patient data appear in this article.

## References

1. Escobar KA, Morales J, Vandusseldorp TA. [Metabolic profile of a crossfit training bout. J Hum Sport Exerc. 2017;12\(4\):1248–55.](#)
2. Barbieri JF, Turatti G, Cruz DA, Arcila LUZA, Gaspari AF, Moraes ACDE. [A comparison of cardiorespiratory responses between CrossFit ® practitioners and recreationally trained individual. J Phys Educ Sports. 2019;19\(3\):1606–11.](#)
3. Heinrich KM, Crawford DA, Johns BR, Frye J, Gilmore KEO. [Affective responses during high-intensity functional training compared to high-intensity interval training and moderate continuous training. Sport Exerc Perform Psychol. 2019;9\(1\):115–27.](#)
4. Gianzina EA, Kassotaki OA. [The benefits and risks of the high-intensity CrossFit training. Sport Sci Health. 2019;15\(1\):21–33.](#)
5. Alekseyev K, John A, Malek A, Lakdawala M, Verma N, Southall C, et al. [Identifying the most common CrossFit injuries in a variety of athletes. Rehabilitation Process Outcomes. 2020;9\(1\):1–9.](#)
6. Mate-Munoz JL, Lougedo JH, Barba M, Canuelo-Marquez AM, Guodemar-Perez J, Garcia-Fernandez P, et al. [Cardiometabolic and muscular fatigue responses to different CrossFit workouts. J Sport Sci Med. 2018;17\(4\):668–79.](#)
7. Mate-Muñoz JL, Lougedo JH, Barba M, García-Fernández P, Garnacho-Castano M V, Domínguez R. [Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. PLoS One. 2017;12\(7\):e0181855.](#)
8. Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. [Injury rate and patterns among CrossFit athletes. Orthop J Sport Med. 2014;2\(4\):1–7.](#)
9. Bergeron MF, Nindl BC, Deuster PA, Baumgartner N, Kane SF, Kraemer WJ, et al. [Consortium for health and military performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. Curr Sports Med Re](#)
10. Tafuri S, Salatino G, Napoletano P, Monno A, Notarnicola A. [The risk of injuries among CrossFit athletes: an Italian observational retrospective survey. J Sport Med Phys Fit. 2018;59\(9\):1544–50.](#)
11. Laura A, Chachula DO, Kenneth CL, Svoboda SJ. [Association of prior injury with the report of new injuries sustained during CrossFit training. Athletic Training and Sports Health Care. 2016;8\(1\):28–34.](#)
12. Montalvo AM, Shaefer H, Rodriguez B, Li T, Epnere K, Myer GD. [Retrospective injury epidemiology and risk factors for injury in CrossFit. J Sport Sci Med. 2017;16\(1\):53–9.](#)
13. Tibana RA, de Almeida LM, Frade de Sousa NM, Nascimento Dda C, Neto I, de Almeida JA, et al. [Two consecutive days of CrossFit training affects pro and anti-inflammatory cytokines](#)

- and osteoprotegerin without impairments in muscle power. *Front Physiol.* 2016;7(1):1-8.
14. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. PRISMA 2009 checklist. *Ann Intern Med.* 2014;151(1):264-9.
  15. Meyer J, Morrison J, Zuniga J. The benefits and risks of CrossFit: A systematic review. *Workplace Health & Safety.* 2017;65(12):612-18.
  16. Dominski FH, Siqueira TC, Serafim, TT, Andrade A. Injury profile in CrossFit practitioners: systematic review. *Fisioter Pesqui.* 2018;2(1):229-39.
  17. Mataratzis PSR, Accioly E, Padilha P. Deficiências de micronutrientes em crianças e adolescentes com anemia falciforme: Uma revisão sistemática. *Rev Bras Hematol Hemoter.* 2010;32(3):247-56.
  18. Feito Y, Burrows EK, Tabb LP. A 4-year analysis of the incidence of injuries among CrossFit-trained participants. *Orthop J Sport Med.* 2018;6(10):1-8.
  19. Mehrab M, de Vos RJ, Kraan GA, Mathijssen NMC. Injury incidence and patterns among Dutch CrossFit athletes. *Orthop J Sport Med.* 2017;5(12):2325967117745263.
  20. Xavier AA, Lopes AMC. Lesões musculoesqueléticas em praticantes de CrossFit. *Revista Interdisciplinar Ciências Médicas.* 2017;1(1):11-27.
  21. Hak PT, Hodzovic E, Hickey B. The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *J Strength Cond Res.* 2013;1(1):1-9.
  22. Huynh A, Leong K, Jones N, Crump N, Russell D, Anderson M, et al. Outcomes of exertional rhabdomyolysis following high-intensity resistance training. *Intern Med J.* 2016;46(5):602-8.
  23. Grier T, Canham-Chervak G, McNulty J, Jones BH. Extreme conditioning programs and injury risk in a US Army Brigade Combat Team. *US Army Med Dep J.* 2013;10(1):98-108.
  24. Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. Injury rate and patterns among Crossfit athletes. *Orthop J Sport Med.* 2014;2(4):1-7.
  25. Sprey JWC, Ferreira T, Lima M, Duarte A, Jorge PB, Santili C. An epidemiological profile of CrossFit athletes in Brazil. *Orthop J Sport Med.* 2016;4(8):1-8.
  26. Hopkins BS, Cloney MB, Kesavabhotla K, Yamaguchi J, Smith ZA, Koski TR, et al. Impact of CrossFit-related spinal injuries. *Clin J Sport Med.* 2019;0(0):1-4.
  27. Escalante G, Gentry CR, Kern BD, Waryasz GR. Injury patterns and rates of Costa Rican CrossFit® participants - a retrospective study. *Med Sport.* 2017;8(2):2927-34.
  28. Lopes P, Helena F, Bezerra G, Filho AN, Neto PP, Júnior FS. Lesões osteomioarticulares entre os praticantes de crossfit. *Motricidade.* 2018;14(1):266-70.
  29. Minghelli B, Vicente P. Musculoskeletal injuries in Portuguese CrossFit practitioners. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(7):1213-20.
  30. Edouard P, Steffen K, Junge A, Leglise M, Soligard T, Engebretsen L. Gymnastics injury incidence during the 2008, 2012 and 2016 Olympic Games: Analysis of prospectively collected surveillance data from 963 registered gymnasts during Olympic Games. *Br J Sports Med.* 2018;52(7):475-81.
  31. Allen C J. Running into Injury Time: Distance Running and Temporality. *Sociol Sport J.* 2003;20(4):331-50.
  32. Haykowsky MJ, Warburton DER, Art Quinney H. Pain and injury associated with powerlifting training in visually impaired athletes. *J Vis Impair Blind.* 1999;93(4):236-41.
  33. Pirruccio K, Kelly J D. Weightlifting shoulder injuries presenting to U.S. emergency departments: 2000-2030. *Int J Sports Med.* 2019;40(8):528-34.
  34. Elkin JL, Kammerman JS, Kunselman AR, Gallo RA. Likelihood of Injury and Medical Care Between CrossFit and Traditional Weightlifting Participants. *Orthop J Sport Med.* 2019;7(5):1-8.
  35. Schoppe GM, Schullitz LG. Injuries and damage caused by excess stress in body building and power lifting. *Organ der Gesellschaft fur Orthopadisch-traumatologische Sportmedizin.* 1989;3(1):32-6.
  36. Eberhardt A, Dzbanski P, Fabirkiewicz K, Iwanski A, Ronge P. Frequency of injuries in recreational bodybuilding. *Phys Educ Sport.* 2007;51(1):40-4.
  37. Siewe J, Marx G, Knöll P, Eysel P, Zarghooni K, Graf M, et al. Injuries and overuse syndromes in competitive and elite bodybuilding. *Int J Sports Med.* 2014;35(11):943-8.
  38. Siewe J, Rudat J, Röllinghoff M, Schlegel UJ, Eysel P, Michael JWP. Injuries and overuse syndromes in powerlifting. *Int J Sports Med.* 2011;32(9):703-11.
  39. Winwood PW, Hume PA, Cronin JB, Keogh JWL. Retrospective Injury Epidemiology of Strongman Athletes. *J Strength Cond Res.* 2014;28(1):28-42.
  40. McLennan JG, McLennan JE. Injury patterns in Scottish heavy athletics. *Am J Sport Med.* 1990;18(5):529-32.
  41. Steele VA, Dip MGSP, White JA. Injury prediction in female gymnasts. *British Journal Sports Medicine.* 1986;20(1):31-3.
  42. Summitt RJ, Cotton RA, Kays AC, Slaven EJ. Shoulder Injuries in Individuals Who Participate in CrossFit Training. *Sports Health.* 2016;8(6):541-6.
  43. Thomas RE, Thomas BC. A systematic review of injuries in gymnastics. *Phys Sportsmed.* 2019;47(1):96-121.
  44. Stan J. Running Injuries to the Knee. *J Am Acad Orthop Surg.* 1995;3(6):309-18.
  45. Sprey JW, Ferreira T, de Lima M V, Duarte JA, Jorge PB, Santili C. An Epidemiological Profile of CrossFit Athletes in Brazil. *Orthop J Sport Med.* 2016;4(8):1-12.
  46. Videbæk S, Bueno AM, Nielsen RO, Rasmussen S. Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* 2015;45(7):1017-26.
  47. Tibana R, Sousa N, Prestes JRA. CrossFit® Uma análise baseada em evidências. *Rev Bras Presc Fisiol Exerc.* 2017;11(64):1-9.
  48. Montalvo AM, Shaefer H, Rodriguez B, Li T, Epnere K, Myer GD. Retrospective injury epidemiology and risk factors for injury in CrossFit. *J Sport Sci Med.* 2017;16(1):53-9.
  49. Van Beijsterveldt AMC, Van Der Horst N, Van De Port IGL, Backx FJG. How effective are exercise-based injury prevention programmes for soccer players? A systematic review. *Sport Med.* 2013;43(4):257-65.



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Revisión

## Efectividad del entrenamiento de la musculatura del Core en la prevención de lesiones de hombro en deportes con lanzamientos sobre la cabeza: una revisión sistemática

J. Azócar-Gallardo<sup>a,b</sup>, Y. Azócar-Gallardo<sup>c</sup>, A. Ojeda-Aravena<sup>a,b</sup>, R. Cárdenas-Mansilla<sup>c</sup>,  
J. Montecinos-Zuñiga<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Laboratory of Human Performance. Life and Wellness Quality Research Group. Department of Physical Activity Sciences. University of Los Lagos. Osorno. Chile.

<sup>b</sup>Faculty of Sport Sciences. Sport Training Laboratory. University of Castilla-La Mancha. Toledo. Spain.

<sup>c</sup>Departamento de Salud, Kinesiología. Universidad de Los Lagos. Osorno. Chile.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 7 de mayo de 2020, aceptado el 20 de julio de 2020, online el 23 de julio de 2020

### RESUMEN

**Antecedentes:** Los programas de entrenamiento para la prevención de lesiones de hombro en deportistas que lanzan sobre la cabeza a través del fortalecimiento del tren superior presentan evidencia clara de sus beneficios. Por otra parte, los programas de entrenamientos de la musculatura Core que componen todo el cinturón lumbopélvico también pueden estar involucrados en la prevención de las lesiones del hombro en estos atletas. Aunque, de acuerdo al conocimiento de estos autores, la evidencia es limitada.

**Objetivo:** Analizar la evidencia centrada en la efectividad del entrenamiento de la musculatura Core en la prevención de lesiones de hombro en deportistas que lanzan sobre la cabeza.

**Método:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura respecto de la evidencia disponible acerca de las estrategias de prevención de lesiones de hombro en deportes que utilizan lanzamientos sobre la cabeza a través del entrenamiento de la musculatura del Core, consultando las bases de datos PubMed, PEDro y ScienceDirect publicados entre enero del 2014 a mayo del 2020.

**Resultados:** Se seleccionó un total de cinco estudios de los cuales dos son ensayos clínicos y tres revisiones sistemáticas. La totalidad de los estudios tratan acerca de la prevención de lesiones de hombro en balonmano, béisbol y voleibol. De los cuales se pudo revelar que los programas de entrenamiento de fortalecimiento de la musculatura del tren superior y de Core disminuyen el riesgo de lesión de hombro en deportistas que lanzan sobre la cabeza.

**Conclusión:** Esta revisión confirma que los programas de entrenamiento de la musculatura del Core disminuyen el riesgo de padecer una lesión en deportistas que requieren lanzar sobre la cabeza.

**Palabras claves:** Core; Entrenamiento; Prevención; Lesión.

## Effectiveness of Core muscle training in preventing shoulder injuries in overhead throw sports: a systematic review

### ABSTRACT

**Background:** The training programs for the prevention of shoulder injuries in athletes who throw over the head through strengthening the upper body present clear evidence of their benefits. On the other hand, the Core musculature training programs that make up the entire lumbo-pelvic belt may also be involved in the prevention of shoulder injuries in these athletes. Although, according to the knowledge of these authors, the evidence is limited.

**Objective:** To analyze the evidence focused on the effectiveness of Core musculature training in the prevention of shoulder injuries in athletes who throw over the head.

**Methodology:** A systematic review of the literature regarding the available evidence on shoulder injury prevention strategies in sports using overhead throws through Core musculature training was performed, consulting the PubMed databases, PEDro and ScienceDirect published between January 2014 to May 2020.

**Result:** A total of five studies could be selected of which two are clinical trials and three systematic reviews. All of the studies talk about shoulder injury prevention in handball, baseball, and volleyball. Of which it could be revealed that training programs for strengthening the upper body muscles and Core decrease the risk of shoulder injury in athletes who throw overhead.

**Conclusion:** This review confirms that Core training programs decrease the risk of injury in overhead throwers.

**Keywords:** Core; Training; Prevention; Injury.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jairo.azocar@ulagos.cl](mailto:jairo.azocar@ulagos.cl) (J. Azócar-Gallardo).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.07005>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)



## Efetividade do treinamento da musculatura do Core na prevenção de lesões de ombro em esportes com lançamento acima da cabeça: uma revisão sistemática

### RESUMO

**Antecedentes:** Os programas de treinamento para prevenção de lesões no ombro em atletas que fazem lançamento acima da cabeça pelo fortalecimento da parte superior do corpo tem evidência clara do seus benefícios. Além disso, os programas de treinamento muscular Core que compõe toda a região lombar-pélvica também pode estar envolvido na prevenção de lesões no ombro nesses atletas. Embora, de acordo com o conhecimento desses autores, as evidências sejam limitadas.

**Objetivo:** Analisar as evidências com foco na eficácia do treinamento da musculatura Core na prevenção de lesões no ombro em atletas que fazem lançamento acima da cabeça.

**Método:** Foi realizada uma revisão sistemática da literatura sobre as evidências disponíveis sobre estratégias de prevenção de lesões no ombro em esportes que fazem lançamento sobre a cabeça através dele treinamento da musculatura Core, consultando os bancos de dados do PubMed, PEDro e ScienceDirect publicados entre janeiro de 2014 e maio de 2020.

**Resultados:** Foram selecionados cinco estudos, dos quais dois são ensaios clínicos e três revisões sistemáticas. Todos os estudos tratam da prevenção de lesões no ombro no handebol, beisebol e voleibol. Dos quais, pode ser revelado que programas de treinamento para fortalecer os músculos da parte superior do corpo e do Core reduzem o risco de lesões no ombro em atletas que fazem lançamento acima da cabeça.

**Conclusão:** Esta revisão confirma que os programas de treinamento muscular Core reduz o risco de sofrer uma lesão em atletas que fazem lançamento acima a cabeça.

**Palavras-chave:** Core; Treinamento; Prevenção; Lesões.

### Introducción

La prevención de lesiones de hombro en deportistas que lanzan sobre la cabeza centran su investigación en el hombro mismo discriminando la importancia de la musculatura del Core (del inglés núcleo o centro) en la posible prevención de lesiones de hombro<sup>1,2</sup>. La musculatura del Core que componen todo el cinturón lumbo-pélvico que se encargan de estabilizar la pelvis y la columna vertebral, son principalmente la musculatura anterior del abdomen, incluyendo transverso del abdomen, oblicuo externo e interno y recto abdominal, de los músculos de la espalda, el erector de la columna, cuadrado lumbar y multifidos<sup>3</sup> tienen la capacidad de controlar la posición y el movimiento del tronco para permitir el control de los movimientos y la producción de fuerza en las extremidades<sup>4</sup>. Por lo que el movimiento de la extremidad superior podría verse afectada por la inestabilidad de la musculatura del Core<sup>5</sup>. Los posibles beneficios del desarrollo de la estabilidad del Core sobre la prevención de lesiones en el aparato locomotor, es optimizar el rendimiento de los deportistas, a través del desarrollo de la parte central de las cadenas cinéticas implicadas en la mayoría de las acciones deportivas, facilitando la transmisión de las fuerzas, generadas por los miembros inferiores, hacia los miembros superiores y viceversa<sup>6</sup>. Los deportes que más utilizan este gesto técnico son el balonmano, béisbol y voleibol, donde la incidencia y prevalencia de lesiones en el hombro oscilan entre un 32-35%, 8-20%, y 40.7% respectivamente<sup>7-9</sup>. Las consecuencias de estas intensas cargas en máximos de rotación y velocidad angular son cambios en las capacidades de rotación, así como también adaptaciones funcionales y estructurales en la articulación del hombro afectado<sup>10</sup>. Las lesiones más relevantes en el complejo del hombro son síndrome de pinzamiento, la patología del manguito rotador, tendinopatía del bíceps braquial, la inestabilidad y roturas del labrum<sup>2</sup>. Sin embargo, se han realizado pocos estudios que relacionan el entrenamiento de la musculatura del Core en la prevención de lesiones de hombro.

Nos planteamos la pregunta de si es realmente efectivo el entrenamiento de la musculatura del Core en la prevención de lesiones de hombro en deportistas que realizan lanzamientos sobre la cabeza. A partir de esto, el objetivo de nuestro estudio fue analizar la evidencia centrada en la efectividad del entrenamiento de la musculatura Core en la prevención de lesiones de hombro en deportistas que lanzan sobre la cabeza, a través de una búsqueda sistemática de la literatura.

### Método

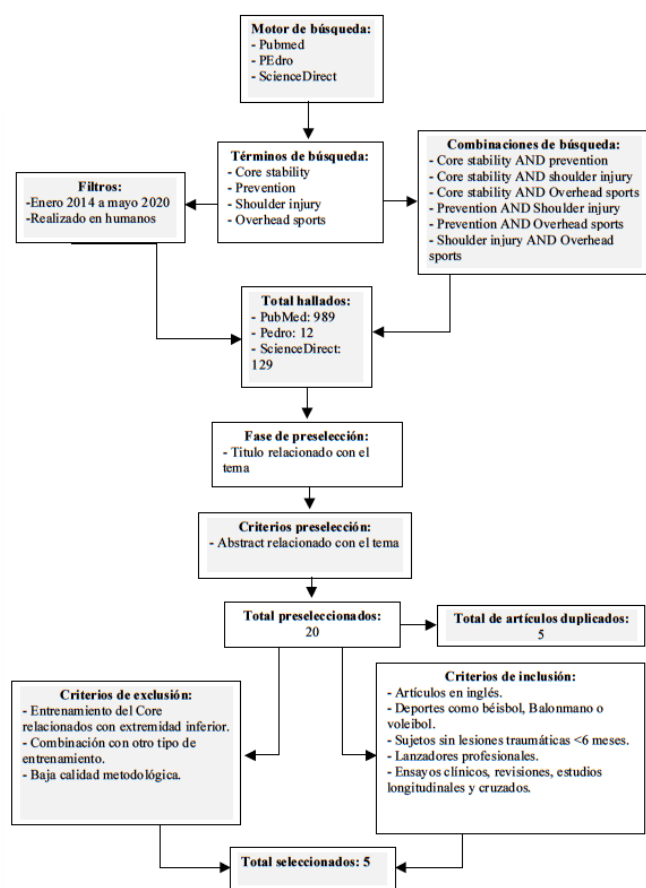
Se realizó una revisión sistemática de la literatura respecto de la evidencia disponible acerca de las estrategias de prevención de

lesiones de hombro en deportes en los que se realizan lanzamientos sobre la cabeza a través del entrenamiento de la musculatura del Core. Para esto consultamos las bases de datos PubMed, PEDro y ScienceDirect, utilizando los siguientes términos de búsquedas o MeSH para el caso de PubMed en inglés; Core stability, Prevention, Shoulder injury, Overhead sports. Estos términos de búsquedas fueron utilizados con el operados booleanos "AND" para todas las bases de datos, realizando un total de seis combinaciones. Se incluyeron estudios publicados entre enero del año 2014 a mayo del 2020, realizados en humanos. Como fase de preselección el título debía tener relación con el tema, seguido de un criterio de preselección que relacionaba el resumen con el tema, logrando una totalidad de 19 artículos preseleccionados, en donde cinco fueron descartados por estar duplicados. Se consideraron ensayos clínicos controlados aleatorizado y revisiones sistemáticas. Los cuales en primera instancia fueron sometidos a nuestros criterios de preselección, para posteriormente aplicar nuestros criterios de inclusión (artículos en inglés, relacionados con béisbol, balonmano y voleibol, sujetos sin lesiones traumáticas <6 meses, lanzadores profesionales, ensayos clínicos, revisiones, estudios longitudinales y cruzados), y exclusión (entrenamiento del Core relacionados con extremidad inferior, combinación con otro tipo de entrenamiento, baja calidad metodológica). También se realizó un análisis metodológico para lo cual se utilizó la guía de valoración AMSTAR<sup>11</sup> para las revisiones sistemáticas, en la cual se busca responder 11 preguntas, indicando si la respuesta es positiva, negativa, si no se puede responder, o si el criterio en cuestión no es aplicable a la revisión en particular. La interpretación de la valoración crítica, está dividida en tres niveles: 8 a 11 puntos es de alta calidad, de 4 a 7 puntos es de mediana calidad, y de 0 a 3 puntos es de baja calidad. Para los ensayos clínicos utilizamos la escala PEDro<sup>12</sup> donde un puntaje inferior a 4 se consideraba de baja calidad, puntajes de 5 a 7 de mediana calidad mientras que aquellos con puntaje mayor a 8 se consideraban de alta calidad. En esta revisión se incluyeron cinco estudios con una metodología de mediana y alta calidad (Figura 1).

### Resultados

De los estudios seleccionado sobre el entrenamiento de la musculatura del Core para la prevención de lesiones de hombro en deportistas que lanzan sobre la cabeza, se pudo seleccionar un total de cinco estudios de los cuales dos son ensayos clínicos y tres revisiones sistemáticas. La totalidad de estudios tratan acerca de la prevención de lesiones de hombro en balonmano, béisbol y voleibol.





**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de búsqueda de la literatura

Andersson et al.<sup>13</sup> realizó un ensayo controlado aleatorizado con el objetivo de evaluar el efecto de un programa de ejercicio de siete meses diseñado para reducir la prevalencia de lesiones de hombro en el balonmano de élite. Para esto fueron incluidos 45 equipos con un total de 660 participantes, los cuales fueron divididos en un grupo control y otro experimental. La intervención consistió en cinco ejercicios con diferentes variaciones y niveles, con el objetivo de aumentar el rango de movimiento interno glenohumeral, fuerza de rotación externa y fuerza de los músculos escapulares. Además, de realizar ejercicios para mejorar la cadena cinética y la movilidad torácica. Luego de realizada la intervención la prevalencia media de problemas en el hombro por uso excesivo durante la temporada fue del 17% en el grupo de intervención y 23% en el grupo control. Dando como resultado una reducción en la prevalencia de problemas de hombro en jugadores de balonmano de élite; el análisis reveló que el riesgo de reportar problemas en el hombro durante la temporada de competición fue 28% menor en el grupo de intervención.

Por otra parte Asker et al.<sup>1</sup> realizaron una revisión sistemática con el objetivo de evaluar la evidencia de los factores de riesgo y el efecto de las medidas de prevención de lesiones de hombro en deportistas que realizan lanzamientos sobre la cabeza. Para ello incluyeron ensayos controlados aleatorizados, estudios de cohorte y estudios de casos y controles, seleccionando un total de 18 estudios. De los cuales solo uno corresponde al análisis de prevención de lesiones de hombro el cual estaba dirigido a mejorar el rango de rotación interna glenohumeral, fuerza de rotación externa, fuerza de musculatura escapular, movilidad torácica y mejorar la cadena cinética. Los resultados indican mayores beneficios en la prevención de lesiones de hombro en aquellos deportistas sin antecedentes previos de lesiones; sin embargo, la precisión de la estimación del efecto fue baja y los

posibles sesgos pueden haber llevado a una sobreestimación o subestimación de los resultados.

Rosemeyer et al.<sup>5</sup> en un estudio cruzado buscaron determinar los efectos que genera la fatiga de la musculatura del Core sobre la fuerza máxima del hombro en tres planos (sagital, frontal y transversal). Para ello sometió a 23 participantes ordenados de manera aleatoria a realizar una contracción isométrica voluntaria máxima (CIVM) de hombro. Luego de esto, los participantes llevaron a cabo un protocolo fatigoso de la musculatura del Core, que buscaba simular la inestabilidad del Core a través de la fatiga. Para finalizar los participantes fueron sometidos nuevamente a CIVM en los tres planos. Dando como resultado una disminución significativa en la fuerza del hombro en el plano frontal y transversal, no así en el plano sagital. Bajo este mismo punto Silfies et al.<sup>4</sup> realizaron una revisión sistemática con el objetivo de proporcionar una visión general sobre la estabilidad del Core y las lesiones musculoesqueléticas de la extremidad superior, además de reunir evidencia sobre la asociación entre la estabilidad del Core y el rendimiento deportivo. Incluyendo un total de 18 estudios, de los cuales solo tres estudios mencionan la relación que existe entre la estabilidad del Core y las lesiones de extremidad superior. Bajo este contexto, la evidencia sugiere que un menor control lumbopelvico, en deportistas que realizaban lanzamientos sobre la cabeza durante una prueba de estabilidad mantenida en una sola pierna, genera hasta tres veces más probabilidad de perder, al menos 30 días de una temporada de juego, que aquellos lanzadores que demuestran mayor estabilidad durante la prueba. En un estudio de cohorte donde se evaluó el equilibrio en 61 deportistas lanzadores sobre cabeza, de los cuales 14 presentaban dolor de hombro, se buscó evaluar la estabilidad de la musculatura del Core a través de la prueba de reducción de pierna doble, prueba de Sorensen, plancha lateral estática y prueba de equilibrio unipodal. En el cual solo el tiempo del equilibrio unipodal, se redujo significativamente en el grupo de dolor de hombro. Estos resultados apoyan la hipótesis de una relación entre un mal control de la musculatura del Core y la producción de lesiones de hombro. En 2016 Challoumas et al.<sup>14</sup> desarrollaron una revisión sistemática con dos objetivos, determinar si el hombro dominante de los jugadores de voleibol es biomecánicamente y morfológicamente diferente a sus hombros no dominantes; y si estas posibles adaptaciones del hombro dominante están asociadas con lesión en el hombro y/o dolor. Su segundo objetivo fue sugerir estrategias, basadas en la literatura, para ser utilizadas por los atletas y entrenadores en la prevención y recuperación más rápida de la patología crónica del hombro. Para esto incluyó un total de 15 estudios. Como resultado encontró que mediante un entrenamiento de seis semanas se pueden producir adaptaciones estructurales, debido a la demanda repetitiva sobre el tejido blando del hombro de los lanzadores, produciendo una disminución de la rotación interna y aumento de la rotación externa glenohumeral. Los resultados de los estudios presentados se resumen en la [Tabla 1](#).

## Discusión

En nuestros resultados, se pudo identificar que existe escasa evidencia sobre el efecto del entrenamiento del Core en la prevención de lesiones de hombro en deportistas que lanzan sobre la cabeza. De los cuales, la totalidad de los estudios se relacionan con los deportes de balonmano, béisbol y voleibol. Aunque, según el estudio realizado por Asker et al.<sup>1</sup> concluyen que, en general, la evidencia sobre las medidas de prevención en las lesiones de hombro de los deportistas que lanzan sobre la cabeza es limitada. Como por ejemplo el sexo, posición de juego, antecedente de lesiones, rango óptimo de movimiento (ROM), y horas y tipos de entrenamiento. No obstante, dentro de la escasa evidencia existente, se pudo revelar que los que utilizaron programas de entrenamiento enfocados tanto a nivel de hombro como de Core, parecen disminuir el riesgo de padecer algún tipo

**Tabla 1.** Estudios analizados.

Autor/año	Objetivo	Muestra	Método de análisis	Resultados
Rosemeyer et al., 2015.	Determinar los efectos de la fatiga del Core en la fuerza máxima de hombro.	23 participantes	Estudio cruzado	Disminución significativa en la contracción isométrica voluntaria máxima de la fuerza en el plano frontal (-0.56 ± 1.06 kg, IC del 95% 0.08 a 1.04, P = 0.024) y los planos transversales (-0.89 ± 1.49 kg, IC del 95% 0.22 a 1.46, P= 0.012), pero no en el plano sagital IC (-0.20 ± 0.98 kg, 95% - 0.23 a 0.64, P >0.05)
Challoumas, Stavrou, Dimitrakakis, 2016.	Establecer diferencias biomecánicas y morfológicas en el hombro dominante y no dominante en jugadores de voleibol.	15 estudios	Revisión sistemática	Dos estudios informaron rango de movimiento similar en ambos brazos (dominante, no dominante) rotación externa dominante en comparación con la no dominante que osciló entre -2.3° y 13° y DRIG entre -2.2° y -20°.
Silfies, et al. 2015.	Proporcionar una visión general de la evidencia actual Core la estabilidad del Core y las lesiones músculo esqueléticas de la extremidad superior y la asociación entre la estabilidad del Core y el rendimiento deportivo	Primera búsqueda : 7 Segunda búsqueda : 11 Total estudios: 18	Revisión sistemática	Encontró que los lanzadores con menos control durante la tarea de estabilidad mantenida en una sola pierna, eran tres veces más propensos a perder al menos 30 días de la temporada de juego, que los lanzadores que demuestran menores cantidades de movimiento lumbopélvico.
Anderson et al. 2017.	Evaluar el efecto de un programa de ejercicios diseñado para reducir la prevalencia de lesiones de hombro en deportistas de balonmano de élite	46 equipos de balonmano de élite (660 participantes) Grupo control 329. Grupo experimental 331.	Ensayo clínico aleatorizado	Problemas en el hombro por uso excesivo durante la temporada fue del 17% (IC del 95% 16% a 19%) en el grupo de intervención y 23% (IC 95% 21% a 26%) en el grupo control. EEG reveló un riesgo 28% menor de problemas en el hombro en el grupo de intervención en comparación con el grupo control (RO 0.72, 95% IC 0.52-0.98, p = 0.038).
Asker et al. 2018.	Evaluar la incidencia de factores de riesgo en las lesiones de hombro y el efecto de las medidas de prevención en las lesiones de hombro de los deportistas que lanzan sobre la cabeza.	17 estudios	Revisión sistemática	Factores de riesgo de lesiones de hombro poseen evidencia limitada como por ejemplo el sexo, posición de juego, antecedente de lesiones, ROM y horas de entrenamiento, solo un estudio habla sobre programa de prevención en lesiones de hombro.

IC: Intervalo de Confianza; DRIG: Déficit de Rotación Interna Glenohumeral; EEG: Ecuación de Estimación Generalizada; RO: Razón de Oportunidades; ROM: Rango óptimo de movimiento.

de lesión de hombro en deportistas que lanzan sobre la cabeza<sup>1,4,5,12,13</sup>. Por lo que los programas de entrenamiento, que buscan prevenir lesiones de hombro en deportista que lanzan sobre la cabeza, podrían utilizar no solo los ejercicios que están enfocados a nivel de hombro, sino que también los programas de ejercicios que entrenan la musculatura del Core. Lo cual concuerda con lo reportado por Challoumas, Stavrou y Dimitrakakis<sup>14</sup>, quienes sugieren fortalecer la musculatura del Core, simultáneamente al entrenamiento de fortalecimiento del tren superior (rotadores externos del hombro) con y sin dolor de hombro, en jugadores de voleibol. Esto puede utilizarse como una estrategia de prevención, ya que la musculatura del Core es esencial para el jugador que puede estar sobrecargando su hombro a través de una biomecánica alterada que intenta compensar la potencia inadecuada derivada de los músculos centrales en las primeras fases del movimiento del lanzamiento. Sin embargo, debemos considerar lo sugerido por Wilk et al.<sup>15</sup> donde menciona que, una mecánica de lanzamiento adecuada, la utilización de conteo de lanzamientos, descanso adecuado y apropiado fuera de la temporada ayudarán a disminuir el riesgo general de lesiones en deportistas que realizan lanzamientos sobre la cabeza. Sin embargo, no existe evidencia sobre el efecto sinérgico o antagonista, cuando se combinan ambos métodos de entrenamiento. Por lo que se recomienda desarrollar más investigaciones para esclarecer y poder recomendar de manera confiable estos métodos de prevención de lesiones de hombro en deportistas que lanzan sobre la cabeza.

Por último, en relación a la evaluación y la capacitación integral requiere de un enfoque en varias áreas para abordar los requisitos de fuerza muscular, resistencia y reclutamiento de los músculos del Core para las demandas funcionales asociadas a las actividades diarias, el ejercicio y el deporte. Por lo que el especialista en rehabilitación, debe tener una buena comprensión de la mecánica de lanzamiento, así como los efectos biomecánicos en el cuerpo, las contribuciones a lo largo de la cadena cinética, la amplitud de movimiento y características de resistencia específica del lanzador, así como los principios de carga correcta del tejido<sup>16</sup>.

Futuras investigaciones sobre la efectividad del entrenamiento en la musculatura del Core para la prevención de lesiones a nivel de hombro, debieran enfocarse en los deportes que requieren lanzamientos sobre la cabeza.

## Conclusión

En conclusión, se pudo evidenciar que los programas de entrenamiento de la musculatura del Core disminuyen el riesgo de

padecer una lesión en deportistas que realizan lanzamientos sobre la cabeza. Sin embargo, la evidencia existente sobre la efectividad en la utilización y recomendación de los programas de entrenamiento en la musculatura del Core es limitada.

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores declaran no haber recibido ningún tipo de financiación. **Agradecimientos.** A Vera-Assaoka Tiago Felipe por su contribución en la traducción al idioma portugués en el título y resumen del artículo. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

1. [Asker M, Brooke HL, Waldén M, Tranaeus U, Johansson F, Skillgate E, et al. Risk factors for, and prevention of, shoulder injuries in overhead sports: a systematic review with best-evidence synthesis. Br J Sports Med. 2018;52\(20\):1312–19.](#)
2. [Hazar Z, Ulug N, Yuksel I. Is there a relation between shoulder dysfunction and core instability? Orthop J Sports Med. 2014;2\(11 suppl3\):2325967114S00173.](#)
3. [Castillo AB, Carmona CDG, Reche P, Gil PG, Ortega JP. Valoración de la estabilidad del tronco mediante un dispositivo inercial. Retos Nuevas Tend Educ Física Deporte Recreación. 2018;\(33\):199–203.](#)
4. [Silfies SP, Ebaugh D, Pontillo M, Butowicz CM. Critical review of the impact of core stability on upper extremity athletic injury and performance. Braz J Phys Ther. 2015;19\(5\):360-8.](#)
5. [Rosemeyer JR, Hayes BT, Switzler CL, Hicks-Little CA. Effects of core-musculature fatigue on maximal shoulder strength. J Sport Rehabil. 2015;24\(4\):384-90.](#)
6. [Vera-García FJ, Barbado D, Moreno-Pérez V, Hernández-Sánchez S, Juan-Recio C, Elvira JLL. Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. Rev Andal Med Deporte. 2015;8\(2\):79–85.](#)
7. [Popchak A, Burnett T, Weber N, Boninger M. Factors related to injury in youth and adolescent baseball pitching, with an eye toward prevention. Am J Phys Med Rehabil. 2015;94\(5\):395–409.](#)

8. [Reeser JC, Joy EA, Porucznik CA, Berg RL, Colliver EB, Willick SE. Risk factors for volleyball-related shoulder pain and dysfunction. PM R. 2010;2\(1\):27-36.](#)
9. [Zaremski JL, Wasser JG, Vincent HK. Mechanisms and treatments for shoulder injuries in overhead throwing athletes. Curr Sports Med Rep. 2017;16\(3\):179-88.](#)
10. [Fieseler G, Jungermann P, Koke A, Irlenbusch L, Delank K-S, Schwesig R. Range of motion and isometric strength of shoulder joints of team handball athletes during the playing season, part II: changes after midseason. J Shoulder Elbow Surg. 2015;24\(3\):391-8.](#)
11. [Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. BMC Med Res Methodol. 2007;7\(1\):10.](#)
12. [Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. Phys Ther. 2003;83\(8\):713-21.](#)
13. [Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. Br J Sports Med. 2017;51\(14\):1073-80.](#)
14. [Challoumas D, Stavrou A, Dimitrakakis G. The volleyball athlete's shoulder: biomechanical adaptations and injury associations. Sports Biomech. 2017;16\(2\):220-37.](#)
15. [Wilk KE, Arrigo CA, Hooks TR, Andrews JR. Rehabilitation of the overhead throwing athlete: there is more to it than just external rotation/internal rotation strengthening. PM R. 2016;8:S78-S90.](#)
16. [Dumont GD, Russell RD, Robertson WJ. Anterior shoulder instability: a review of pathoanatomy, diagnosis and treatment. Curr Rev Musculoskelet Med. 2011;4\(4\):200.](#)



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Revisión

## Efectos del ejercicio en cirugía bariátrica



M. Cobos-Fernández<sup>a</sup>, Y. González-González<sup>a</sup>, A. Alonso-Calvete<sup>a,b\*</sup>, I. Da Cuña-Carrera<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Fisioterapia. Universidad de Vigo. España.

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo. España.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 5 de octubre de 2020, aceptado el 9 de noviembre de 2020, online el 19 de noviembre de 2020

### RESUMEN

**Introducción:** El objetivo de esta revisión es analizar la literatura científica más actual acerca de los efectos del ejercicio en pacientes obesos o sometidos a cirugía bariátrica.

**Desarrollo:** Se ha llevado a cabo una revisión de la literatura científica actual mediante una búsqueda sistematizada en PubMed, Scopus, Cinhal, Web Of Science y SPORTDiscus con los descriptores "bariatric surgery", "exercise therapy" y "therapeutic exercise", obteniendo finalmente 13 artículos.

Se observó que el ejercicio produce beneficios en cuanto a composición corporal como pérdida de peso, aumento de masa magra, masa muscular e insulina en sangre y favorece la actividad fibrinolítica. Además, produce un aumento de la capacidad aeróbica y, por tanto, una mejora de la condición física.

**Conclusiones:** Podemos concluir que el ejercicio es una herramienta efectiva en el tratamiento de pacientes con obesidad tanto antes como después de la cirugía.

**Palabras clave:** Fisioterapia; Rehabilitación; Ejercicio; Cirugía bariátrica; Obesidad.

### Effects of exercise in bariatric surgery

#### ABSTRACT

**Introduction:** The aim of this review is to analyze the current scientific literature about the effects of exercise therapy in obese patients, both before and after a bariatric surgery.

**Development:** A systematic review was carried out in January, 2020 in PubMed, Scopus, Cinhal, Web Of Science and SPORTDiscus, using the words "bariatric surgery", "exercise therapy" and "therapeutic exercise". After the inclusion and exclusion criteria, 13 studies were finally analyzed. Results showed that exercise therapy improves body composition and benefits in weight loss, increasing the level of muscle mass and insulin in blood. Furthermore, exercise therapy increase aerobic capacity and then it improves physical condition.

**Conclusion:** Exercise therapy is an effective method in obese patients, both before and after bariatric surgery.

**Keywords:** Physiotherapy; Rehabilitation; Exercise therapy; Bariatric surgery; Obesity.

### Efeitos do exercício em cirurgia bariátrica

#### RESUMO

**Introdução:** O objetivo desta revisão é analisar a literatura científica mais atual sobre os efeitos do exercício em pacientes obesos ou em pacientes submetidos a cirurgia bariátrica.

**Desenvolvimento:** Foi efetuada uma revisão da literatura científica atual através de uma pesquisa sistematizada nas bases de dados PubMed, Scopus, Cinhal, Web of Science e SPORTDiscus. Os descritores utilizados foram "bariatric surgery", "exercise therapy" y "therapeutic exercise". Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 13 artigos foram analisados. Observou-se que o exercício produz benefícios em termos de composição corporal tais como perda de peso, aumento da massa magra, massa muscular e insulina no sangue e favorece a atividade fibrinolítica. Além disso, produz um aumento da capacidade aeróbica e, portanto, uma melhoria do estado físico.

**Conclusões:** O exercício é um instrumento eficaz no tratamento de pacientes com obesidade, tanto antes como depois da cirurgia.

**Palavras-chave:** Fisioterapia; Reabilitação; Terapia de exercício; Cirurgia bariátrica; Obesidade.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [alejalonso@uvigo.es](mailto:alejalonso@uvigo.es) (A. Alonso-Calvete).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.11.003>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)



## Introducción

La obesidad es un problema de salud en todo el mundo, y es considerada una de las enfermedades no transmisibles más graves y prevalentes del siglo XXI<sup>1</sup> que ha aumentado significativamente debido a una compleja gama de factores ambientales y genéticos<sup>2</sup>. La obesidad puede definirse como un desbalance entre las calorías ingeridas y las gastadas, lo que lleva a un depósito excesivo o anormal de grasa corporal<sup>3</sup>. Esta patología lleva asociadas enfermedades cardiovasculares como hipertensión, dislipemia e intolerancia a la glucosa, así como patologías del aparato locomotor que incrementan tanto la morbilidad como la mortalidad<sup>1,2</sup>.

La cirugía bariátrica (CB) se ha convertido en el arma más eficiente y ampliamente empleada contra la explosión pandémica de la obesidad, gracias a su efecto bien demostrado sobre la pérdida de peso y la resolución de la comorbilidad<sup>4</sup>. La CB es efectiva y segura en el tratamiento de la obesidad, sin embargo, se ha demostrado que a mayor peso preoperatorio o mayor sedentarismo postquirúrgico mayor será la morbilidad en los pacientes sometidos a esta operación<sup>1</sup>, y por ello, cada vez es más frecuente la utilización del ejercicio físico en pacientes con obesidad como estrategia para mejorar la condición física antes o después de la cirugía. Se ha demostrado que el ejercicio preoperatorio a CB disminuye los factores de riesgo cardiovasculares<sup>5</sup>, fomentando la pérdida de peso antes de la cirugía, lo que mejora su pronóstico<sup>4</sup>, y promoviendo un estilo de vida saludable que se mantiene después de la cirugía, evitando también problemas musculoesqueléticos<sup>2</sup>. En el periodo postquirúrgico, se ha evidenciado que los individuos sedentarios pierden hasta un 33% de fuerza muscular máxima en extremidades inferiores, provocando atrofia y pérdida de masa magra, especialmente en aquellos con mayor reducción de peso<sup>2</sup>, por lo que el entrenamiento aeróbico y de fuerza parece ser una herramienta útil para evitar esta pérdida y mantener un estilo de vida saludable<sup>4</sup>. Además, el ejercicio ha demostrado ayudar a la pérdida peso post CB en comparación con el sedentarismo<sup>6</sup>, manteniendo unos valores de salud metabólica óptimos como la frecuencia cardíaca<sup>5</sup>, el consumo de oxígeno máximo<sup>6</sup> o el índice de masa corporal<sup>7</sup>. Sin embargo, a pesar de destacar todos estos beneficios, no queda claro que tipo de ejercicio es más adecuado para aplicar a los pacientes antes o después de CB, ni que programas o protocolos deben ser empleados. Por tanto, el objetivo de esta revisión es analizar los efectos del ejercicio en pacientes obesos a la espera de cirugía bariátrica o sometidos a ella.

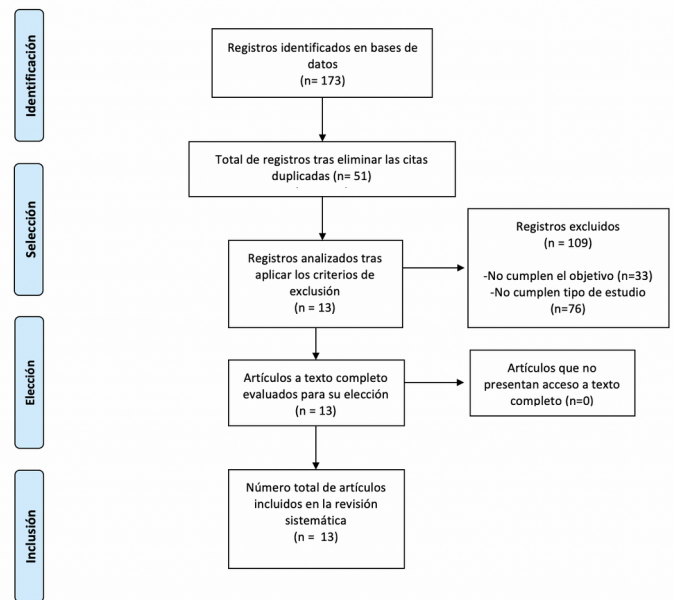
## Método

Para la realización de esta revisión se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica siguiendo la normativa PRISMA durante el mes de enero de 2020 en las bases de datos PubMed, Scopus, Cinhal, Web of Science y SPORTDiscus. Los términos utilizados, basados en el Medical Subject Headings (MeSH)<sup>8</sup> fueron "bariatric surgery" y "exercise therapy" a excepción de las bases de datos SPORTDiscus y Cinhal en las que se utilizaron los términos "bariatric surgery" y "therapeutic exercise". Para filtrar los resultados y seleccionar solo aquellos artículos adecuados a la revisión, se establecieron criterios de inclusión y exclusión. Como criterios de inclusión, se escogieron solo aquellos artículos publicados en los últimos 5 años, con el fin de recabar la literatura científica más actual, y que fueran ensayos clínicos aleatorizados (ECA) ya que su metodología es la más consistente y sus resultados pueden interpretarse con mayor seguridad. Como criterios de exclusión se eliminaron aquellos trabajos no válidos para realizar una revisión, ya sea por el tipo de estudio (trabajos de revisión y metaanálisis o estudios cohortes) o porque no se adecuaban al objetivo del trabajo. Las ecuaciones de búsqueda para cada base de datos se muestran en la [Tabla 1](#), y el proceso de selección de resultados desde la

primera búsqueda hasta la selección final de los trabajos incluidos se detalla en la [Figura 1](#), a través de un diagrama de flujo de acuerdo con las normas PRISMA.

**Tabla 1.** Resumen de ecuaciones y selección de artículos.

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Resultados
PubMed	"Bariatric Surgery"[Mesh] AND "Exercise Therapy"[Mesh]	71
Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("bariatric surgery") AND TITLE-ABS-KEY ("exercise therapy")) AND PUBYEAR > 2014	78
Cinhal	(MH "Bariatric surgery") AND (MH "Therapeutic Exercise")	20
Web of Science	TOPIC: ("bariatric surgery") AND TOPIC ("exercise therapy")	2
SPORTDiscus	DE "EXERCISE therapy" AND "bariatric surgery"	2



**Figura 1.** Diagrama de flujo según las normas PRISMA

Tal y como se menciona en los criterios de inclusión, solo se seleccionaron aquellos estudios que eran ECA, y para analizar su calidad metodológica se empleó la escala Jadad. Esta escala otorga una puntuación a cada artículo en función de unos ítems que miden la aleatorización y el cegamiento de los ECAS, pudiendo obtener una puntuación entre 0 y 5 para cada trabajo, y considerándose una buena calidad metodológica a partir de 3 puntos<sup>9</sup>.

## Resultados

Se han incluido 13 artículos en esta revisión<sup>10-22</sup>, todos ellos con el objetivo de analizar si el ejercicio tiene efectos beneficiosos en la CB, tanto antes como después de la misma. La mayoría de trabajos son muy homogéneos en su metodología, medición e intervenciones, sin embargo, los resultados obtenidos aportan efectos y beneficios diferentes. En la [Tabla 2](#), se detallan las características de los artículos, así como sus intervenciones y resultados. Además, en esta tabla se muestra también la puntuación de cada artículo en la escala Jadad, observando que todos los trabajos incluidos en esta revisión presentan una calidad metodológica alta, mayor o igual a 3, a excepción de un estudio<sup>17</sup> que presenta una puntuación de 2. Por lo tanto, los resultados y conclusiones extraídos de estos artículos se han obtenido en la mayoría de los casos utilizando una metodología correcta, lo que otorga una gran validez y consistencia a sus resultados.



**Tabla 2.** Principales características y resultados

Autor	Jadad	Muestra (edad; sexo)	Variables	Intervención (duración)	Resultados
Marcon et al. <sup>10</sup>	3	n=66 (45.3; 51 ♀)	Peso, IMC, FC, 6MM, VO <sub>2</sub> máx, disnea	GC: no intervención GE1: EA GE2: EA+TG (30 min, 2/sem, 19 sem)	GE1 y GE2 mejoran en todas las variables (p<0.05) respecto a GC. No hay diferencias entre GE1 y GE2 (p>0.05).
Bond et al. (2016) <sup>11</sup>	3	n=80 (46.1; 70 ♀)	Procesos psicológicos y motivación (PACES)	GC: consejos ejercicio GE: EA+TG (6/sem, 6 sem)	GE mejora respecto a GC la motivación al ejercicio (p<0.05)
Baillot et al. <sup>12</sup>	3	n=30 (42.2; 23 ♀)	Peso, IMC, FC, 6MM, FM, disnea y CV	GC: consejos generales GE: EA+EF (70 min, 3/sem, 12 sem)	GE mejora 6MM, FC, disnea y calidad vida con respecto a GC (p<0.05)
Bond et al. (2015) <sup>13</sup>	3	n=80 (46.1; 70 ♀)	Calidad de vida (SF-36)	GC: consejos nutrición GE: EA+TG (6/sem, 12 sem)	La calidad de vida mejora en el GE con respecto a GC (p<0.05)
Noack Segovia et al. <sup>14</sup>	3	n=43 (33; 32 ♀)	Peso, FM, MG, MT	GC: no intervención GE: EA+EF (90 min, 3/sem, 24 sem)	No hubo diferencias entre GC y GE (p>0.05)
Coen et al. (2015a). <sup>15</sup>	4	n=128 (41.6; 113 ♀)	Peso, MG, VO <sub>2</sub> máx, SI	GC: consejos generales GE: EA+consejos (120 min, 5/sem, 24 sem)	GE mejora SI y VO <sub>2</sub> máx con respecto a GC (p<0.05)
Woodlief et al. <sup>16</sup>	3	n=128 (42; 83 ♀)	Peso, MG, VO <sub>2</sub> máx, SI	GC: consejos generales GE1: EA (286 min) GE2: EA (129 min) GE3: EA (54 min) (5/sem, 24 sem)	GE1 mejora peso, MG, VO <sub>2</sub> máx, SI con respecto a GC (p<0.05) GE2 mejora peso, MF y SI con respecto a GC (p<0.05)
Oppert et al. <sup>17</sup>	2	n=76 (42.4; 76 ♀)	Peso, IMC, FM, VO <sub>2</sub> máx, CV	GC: consejos generales GE1: SP GE2: SP+EF (60 min, 3/sem, 24 sem)	GE2 mejora FM, VO <sub>2</sub> máx y SF-36 con respecto a GE1 y GC (p<0.05)
Hassannejad et al. <sup>18</sup>	3	n=60 (35.1; 45 ♀)	Peso, IMC, MG, FM	GC: no intervención GE1: EA GE2: EA+EF (60 min, 3/sem, 12 sem)	GE1 mejora peso con respecto a GC (p<0.05) GE2 mejora peso y MG con respecto a GC (p<0.05) GE2 mejora MG y FM con respecto a GE1 y GC (p<0.05)
Herring et al. <sup>19</sup>	4	n=24 (48.35; 22 ♀)	Peso, MG, FM, PA, FC	GC: no intervención GE: EA+EF (60 min, 3/sem, 12 sem)	GE mejora todo respecto a GC (p<0.05)
Stolberg et al. <sup>20</sup>	3	n=60 (42.9; 42 ♀)	Actividad fibrinolítica	GC: consejos ejercicio GE: EA (40 min, 2/sem, 26 sem)	GE mejora respecto a GC (p<0.05)
Coen et al. (2015b) <sup>21</sup>	3	n=101 (41.85; 87 ♀)	SI, AE, flujo O <sub>2</sub>	GC: consejos generales GE: EA (120 min, 5/sem, 24 sem)	GE mejora SI, flujo y AE con respecto a GC (p<0.05)
Daniels et al. <sup>22</sup>	3	n= 16 (44.9; 16 ♀)	FM, MG	GC: consejos ejercicio GE: EF (3/sem, 12 sem)	GE mejora todo con respecto a GC (p<0.05)

IMC: índice de masa corporal; FC: frecuencia cardíaca; 6MM: test 6 minutos marcha; VO<sub>2</sub>máx: consumo de oxígeno máximo; GC: grupo control; GE: grupo experimental; EA: entrenamiento aeróbico; TG: terapia grupal; min: minuto; sem: semana; PACES: Physical Activity Enjoyment Scale; FM: fuerza muscular; EF: entrenamiento de fuerza; CV: calidad de vida; SF-36: Short Form from Health Survey 36; MG: masa grasa; MT: metabolismo; SI: sensibilidad a la insulina; AE: actividad enzimática.

## Discusión

El objetivo de esta revisión es analizar los efectos de diferentes protocolos de ejercicio en cirugías bariátricas. Para ello, se ha realizado una búsqueda bibliográfica de la que se desprende que el ejercicio resulta beneficioso en pacientes obesos, tanto antes de someterse a cirugía bariátrica como tras ella. Los cambios en el estilo de vida, el índice de masa corporal, el porcentaje graso o la masa muscular evidencian que el ejercicio físico aeróbico o de fuerza son estrategias útiles a la hora de mejorar la capacidad física y las condiciones de salud de los pacientes obesos.

En esta revisión, se han incluido solo estudios tipo ECA. La razón es que los ECA son los estudios que representan el diseño con el nivel más alto de causalidad, pudiendo establecer relaciones de causa-efecto si poseen una buena adecuación metodológica<sup>23</sup>. En cuanto a la calidad de los estudios incluidos, según la escala Jadad, esta revisión cuenta con un artículo con una puntuación de 2<sup>17</sup>, dos artículos con una puntuación de 4<sup>15,19</sup> y diez artículos con una puntuación de 3<sup>10-14,16,18,20-22</sup>. Los estudios con una puntuación de 3 o superior se consideran de calidad alta, y por ello sus resultados y conclusiones presentan una gran consistencia a la hora de ser analizados.

Las intervenciones de los estudios se han realizado previo a la cirugía bariátrica en el 30% de los casos y después de la cirugía en el 70%. Este dato parece evidenciar que existe una mayor tendencia a la aplicación de protocolos de ejercicio post quirúrgicos que como preparación a la CB, lo que se traduce en

una mayor evidencia de los beneficios en este periodo, pero una falta de conocimiento de sus efectos antes de la CB.

Entre los estudios con intervenciones precirugía<sup>10-13</sup>, se aplicaron programas de ejercicio aeróbico, tres combinándolo con terapia grupal<sup>11-13</sup>, y solamente uno combinando el ejercicio aeróbico con entrenamiento de la fuerza<sup>10</sup>. La intervención precirugía más frecuente es el ejercicio aeróbico combinado con la terapia grupal, seguramente debido a que estos tratamientos están enfocados a la mejora de parámetros psicosociales y hábitos de vida saludables, que se mantengan tras la cirugía.

La composición corporal y la capacidad aeróbica fue analizada en las investigaciones de Marcon et al.<sup>10</sup> y Baillot et al.<sup>12</sup>, obteniendo en ambos una mejora de la frecuencia cardíaca en los grupos experimentales. Marcon et al.<sup>10</sup>, además, obtuvieron diferencias significativas en las variables peso e IMC a diferencia de Baillot et al.<sup>12</sup>. Estas discrepancias pudieron ser debidas a la diferencia en el tipo de intervención, ya que Marcon et al.<sup>10</sup> combinaron ejercicio aeróbico y terapia grupal durante 19 semanas mientras que Baillot et al.<sup>12</sup> combinan ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza en un programa de 12 semanas. Los mejores resultados de Marcon et al.<sup>10</sup> también pudieron deberse a que contó con un tamaño de muestra mayor, lo que podría haber facilitado la obtención de resultados estadísticamente significativos.

La calidad de vida fue estudiada en los artículos de Bond et al.<sup>11,13</sup> y Baillot et al.<sup>12</sup> y midieron aspectos como la motivación, la salud mental y barreras frente a la práctica de ejercicio. Los

estudios de Bond et al.<sup>11,13</sup> obtuvieron diferencias significativas en toda la esfera psicosocial mientras que Baillot et al.<sup>12</sup> obtuvieron diferencias sólo en aspectos individuales como la energía y la vergüenza a la hora de realizar ejercicio. Quizás el tipo de intervención propuesto por Bond et al.<sup>11,13</sup>, en el que utilizaron además de ejercicio aeróbico una terapia grupal psicoconductual enfocada a la resolución de problemas y aprendizaje de estrategias para afrontar un estilo de vida saludable y activo pudo influir en contraposición con la estrategia de Baillot et al.<sup>12</sup> que enfocaron la intervención a la mejora de parámetros físicos realizando ejercicio aeróbico combinado con entrenamiento de fuerza. En ese sentido, el estudio de García-Cedillo et al.<sup>24</sup> sobre la terapia grupal en mujeres obesas afirma que hay un efecto mayor en los aspectos psicosociales de estos pacientes con respecto a las terapias individualizadas. Sus hallazgos justificarían por qué Bond et al.<sup>11,13</sup> obtuvieron mejores resultados con respecto al estudio de Baillot et al.<sup>12</sup>.

La intervención más larga se hizo en el estudio de Marcon et al.<sup>10</sup> con un total de 19 semanas seguido de 12 semanas en los estudios de Bond et al.<sup>13</sup> y Baillot et al.<sup>12</sup> y, por último, la más corta fueron 6 semanas de Bond et al.<sup>11</sup>. Hubiera sido interesante que se realizase un seguimiento después de la cirugía para comprobar si los beneficios conseguidos se mantenían en el tiempo o incluso haber seguido con las intervenciones una vez realizada la cirugía para potenciar los efectos positivos obtenidos, siempre teniendo en cuenta como factor limitante el momento de la cirugía.

En cuanto a los estudios que intervinieron después de la cirugía, analizaron las mismas variables que los estudios que intervinieron antes de la cirugía: la composición corporal, la capacidad aeróbica y la calidad de vida. Con respecto a las intervenciones, mientras que los estudios precirugía combinaron intervenciones como ejercicio aeróbico con terapia grupal o ejercicio aeróbico combinado con entrenamiento de fuerza, en los estudios postcirugía se realizaron tratamientos mediante ejercicio aeróbico<sup>15,16,20,21</sup>, entrenamiento de fuerza<sup>17,22</sup> y su combinación<sup>14,18,19</sup>. Mientras que los pacientes precirugía tienen varios objetivos terapéuticos principales como son mejorar la capacidad aeróbica junto con el componente muscular y la calidad de vida, los postcirugía marcaron como objetivo principal la mejora de la capacidad aeróbica y/o el componente muscular. Por ello, se deduce que el tipo de ejercicio más común en este tipo de pacientes es el ejercicio aeróbico seguido del ejercicio aeróbico combinado con entrenamiento de fuerza.

El peso como variable fue estudiado en seis artículos<sup>14-19</sup> de los cuales dos intervinieron con ejercicio aeróbico<sup>15,16</sup>, tres con ejercicio aeróbico combinado con entrenamiento de fuerza<sup>14,18,19</sup> y sólo 1, Oppert et al.<sup>17</sup>, con entrenamiento de fuerza aislado, no obteniendo diferencias significativas en el peso. Expertos en el tema como Gálvez<sup>25</sup> indican que el ejercicio aeróbico tiene mayores efectos sobre la pérdida de peso si se realiza combinado con entrenamiento de fuerza o solo entrenamiento de fuerza con cargas al 70-80% del 1 RM y entre 8-12 repeticiones. En el caso de Oppert et al.<sup>17</sup>, el no haberse encontrado resultados significativos en el peso puede deberse a la dosis en el entrenamiento de fuerza, ya que se realizaron pocas repeticiones y el % de RM fue muy bajo durante la primera mitad del estudio.

La masa grasa fue estudiada por cinco artículos<sup>14-16,18,19</sup> de los cuales tres intervinieron con ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza<sup>14,18,19</sup> y dos solo con ejercicio aeróbico<sup>15,16</sup>. Obtuvieron resultados significativos aquellos estudios basados en programas de ejercicio aeróbico combinado con entrenamiento de fuerza<sup>18,19</sup> y uno con ejercicio aeróbico<sup>16</sup>. En el trabajo de de Woodlief et al.<sup>16</sup> se obtuvieron resultados significativos en los grupos experimentales del estudio que realizaron más de 129 minutos de ejercicio semanal mientras que en el estudio de Coen et al.<sup>15</sup> realizaron 120 minutos de ejercicio semanal sin obtener resultados significativos. Respecto a los estudios que combinan ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza, Noack-Segovia et al.<sup>14</sup> no obtuvieron resultados en la masa grasa y es el único que no

especifica qué tipo de entrenamiento de fuerza realiza, ni la dosis que se aplicó, además, es la intervención que menos duración tuvo con seis semanas respecto a las 12 de Hassannejad et al.<sup>18</sup> y las 24 de Herring et al.<sup>19</sup>.

En cuanto a la masa magra y la fuerza muscular, solo fue analizada en dos estudios<sup>17,22</sup>. Ambos intervienen con entrenamiento de fuerza y se obtienen mejoras en este parámetro, pero ninguno de los estudios obtiene mejoras en la masa magra. Según Baudrand et al.<sup>26</sup>, la obesidad produce ciertos cambios hormonales que provocan alteraciones en la composición corporal y provocan disminución de masa magra, por lo que, esto podría explicar que ningún estudio tuviera evidencia de esa mejora que cabría esperar.

La insulina fue estudiada en tres artículos<sup>15,16,21</sup> que intervinieron con ejercicio aeróbico solamente y en los tres se obtuvieron mejoras significativas. Las tres intervenciones tuvieron la misma duración de seis meses y la dosis de ejercicio fue la misma, caminar al 60-70% de la frecuencia cardíaca máxima durante cinco días a la semana. Esto es indicativo de que ese tipo de ejercicio realizado con esa carga y esa dosis mejora la insulina en sangre y lo hace más reproducible para realizar futuros estudios. Además, según un estudio de Nieto-Martínez<sup>27</sup>, la práctica de ejercicio de forma regular puede prevenir la aparición de diabetes y, en caso de pacientes con la enfermedad diagnosticada, ayuda a mejorar los parámetros de insulina y glucosa en sangre.

La capacidad física fue analizada en tres artículos<sup>15-17</sup> que coincidieron en la duración de la intervención que fue de seis meses. Utilizaron ejercicio aeróbico dos de ellos<sup>15,16</sup> y uno intervino con entrenamiento de fuerza combinado con proteínas<sup>17</sup> obteniéndose en los tres mejoras respecto al consumo de oxígeno máximo. Un estudio publicado en 2017, afirma que el consumo de oxígeno máximo es un indicador de salud relacionado con el riesgo cardiovascular en pacientes obesos, por lo que, mejorar este parámetro provoca una disminución de los factores de riesgo cardiometabólicos asociados a esta enfermedad<sup>28</sup>.

Stolberg et al.<sup>20</sup> y Coen et al.<sup>21</sup> realizaron ensayos clínicos enfocados a factores metabólicos más específicos. Los dos estudios intervinieron con ejercicio aeróbico a la misma intensidad 60-70% de la frecuencia cardíaca máxima. Stolberg et al.<sup>20</sup> obtuvieron resultados positivos en la actividad fibrinolítica y en la fibrina con el ejercicio y Coen et al.<sup>21</sup> obtuvieron mejoras a nivel de respiración celular muscular. Estos parámetros según Campello et al.<sup>29</sup> están relacionados con los problemas cardiovasculares en los pacientes obesos. En su estudio concluyó que los pacientes obesos tienen mayores concentraciones de trombina favoreciendo la aparición de trombos que pueden provocar accidentes cerebrovasculares. Con los resultados del estudio de Stolberg et al.<sup>20</sup>, el ejercicio podría ser un tratamiento efectivo para disminuir el riesgo de sufrir un infarto o un ictus en esta población.

La calidad de vida fue evaluada en un solo estudio<sup>17</sup> que obtuvo resultados positivos en el grupo experimental. El hecho de que sólo la evalúe un estudio puede indicar que es un aspecto que no se tiene muy en cuenta a la hora de realizar una intervención con ejercicio en este tipo de pacientes después de la cirugía.

En los estudios que intervienen después de la cirugía sólo se realizó un seguimiento de 24 meses en los ensayos de Stolberg et al.<sup>20</sup> y Herring et al.<sup>19</sup>. En el estudio de Herring et al.<sup>19</sup> las mediciones realizadas en el seguimiento muestran que todos los resultados significativos para masa grasa, fuerza muscular, presión arterial y frecuencia cardíaca obtenidos después de la intervención se mantienen. En cambio, en el estudio de Stolberg et al.<sup>20</sup> empeora la actividad fibrinolítica pero se observa una mejora de la cantidad de fibrina en sangre. Estos resultados pueden deberse al tipo de intervención. Stolberg et al.<sup>20</sup> intervinieron con ejercicio aeróbico mientras que Herring et al.<sup>19</sup> intervinieron con ejercicio aeróbico combinado con entrenamiento de fuerza con mayor duración y frecuencia de las sesiones que Stolberg et al.<sup>20</sup>.

En cuanto a las herramientas de medida empleadas en los trabajos objeto de esta revisión, para las mediciones antropométricas se han utilizados diversos instrumentos. Se utilizó una báscula Urano<sup>10</sup>, una báscula Tanita<sup>12,14,19</sup> y absorciometría por rayos X<sup>15,16,17,21</sup> siendo más recomendada esta última según Alvero-Cruz et al.<sup>30</sup>. Para medir la capacidad aeróbica se utilizaron calorimetrías indirectas en todos los estudios<sup>10,15-17,21</sup> y según el estudio de Parra-Carriedo et al.<sup>31</sup> es preferible utilizar ecuaciones predictivas para analizar este tipo de valores. Para medir la disnea se utilizó la escala Borg para medir el esfuerzo percibido durante el ejercicio y la prueba de 6 minutos marcha. Según el estudio de Johnson et al.<sup>32</sup> que compara la escala Borg y la escala numérica (NRS), afirma que es preferible utilizar la escala NRS en pacientes sin patología respiratoria de base que provoque una disnea severa. En el caso de esta revisión, ningún participante tenía patologías respiratorias por lo que hubiera sido preferible utilizar la escala NRS. La prueba 6 minutos marcha es una prueba fácil y reproducible que, además, nos ayuda a evaluar la respuesta a diferentes tratamientos y establecer pronósticos, por lo que es una prueba muy útil<sup>33</sup>. Para medir la fuerza muscular se utilizó la prueba Sit-to-stand<sup>12</sup> para valorar la fuerza de miembros inferiores, la prueba 1RM<sup>17,18,22</sup> y dinamómetro<sup>14,19</sup> para medir la fuerza de agarre. Los estudios que midieron la calidad de vida utilizaron varias escalas para valorar diferentes aspectos como son PACES, IPAQ y SF-36. La escala PACES mide el disfrute de la actividad física siendo más fiable la forma reducida de esta escala<sup>34</sup>, el cuestionario IPAQ se utiliza para investigación y obtener datos sobre actividad física relacionada con la salud<sup>35</sup> y, finalmente, el SF-36 se utiliza para informar sobre el estado de salud de la población muy útil en investigación<sup>36</sup>. Hubiera sido interesante realizar escalas como la PACES en todos los estudios, antes y después de las intervenciones, para analizar con más detalle el efecto del ejercicio sobre la motivación y el disfrute del ejercicio.

En todos los estudios analizados, la mayor parte de la muestra son mujeres siendo la muestra total 844 participantes de los cuales el 86.5% fueron mujeres y 13.5% hombres. No hay ningún estudio que analice la influencia del sexo o que lo utilice como criterio de selección de la muestra, sin embargo, según el estudio de Nuñez et al.<sup>37</sup>, hay una mayor prevalencia de la obesidad en mujeres respecto a los hombres en numerosos países del mundo, lo que puede justificar que la muestra de esta revisión esté formada en su mayor parte por mujeres. Además, la Organización Mundial de la Salud, respalda estos datos informando que en 2016 el 15% de la población mundial femenina padecía obesidad respecto al 11% masculino<sup>38</sup>. Expertos en el tema como Camacho-Laraña et al.<sup>39</sup>, publicaron en 2016 un estudio en el que afirma que las mujeres solicitan hasta dos veces más este tipo de cirugías frente a los hombres. Los hallazgos obtenidos en ese estudio mostraron que el grupo de mujeres tenían valores más altos en cuanto a distorsión e insatisfacción de su imagen corporal frente al grupo de hombres, lo que justificaría que sean las mujeres quienes requieren este tipo de cirugías.

En general, la CB parece ser un método eficaz para revertir la obesidad y, su combinación con el ejercicio y las terapias grupales, se muestra como una buena estrategia a la hora de mejorar las condiciones de los pacientes y mantener hábitos de vida saludables. Estudios con un mayor seguimiento postintervención y muestras más grandes podrían ayudar a aumentar el conocimiento acerca de este asunto, contribuyendo así a reducir la mortalidad y morbilidad de este proceso.

## Conclusiones

El ejercicio ha demostrado ser una herramienta efectiva en el tratamiento de pacientes con obesidad tanto antes como después de la cirugía bariátrica.

Tanto el ejercicio aeróbico como los entrenamientos de fuerza obtienen beneficios significativos en la condición física, ya sea

solos, en combinación entre ellos o con otras terapias como la psicológica.

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores declaran no haber recibido financiación. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

1. [Delgado Floody P, Caamaño Navarrete F, Jerez Mayorga D, Campos Jara C, Ramírez Campillo R, Osorio Poblete A, et al. Efectos de un programa de tratamiento multidisciplinar en obesos mórbidos y obesos con comorbilidades candidatas a cirugía bariátrica. Nutr Hosp. 2015;\(5\):2011-6.](#)
2. [Delgado Floody P, Jerez Mayorga D, Caamaño Navarrete F, Concha Díaz M, Ovalle Elgueta H, Osorio Poblete A. Efectividad del tratamiento integral sobre las condiciones preoperatorias de mujeres obesas candidatas a cirugía bariátrica. Nutr Hosp. 2015;\(6\):257](#)
3. [Campanha-Versiani L, Pereira DAG, Ribeiro-Samora GA, Ramos AV, de Sander Diniz MFH, De Marco LA, et al. The Effect of a Muscle Weight-Bearing and Aerobic Exercise Program on the Body Composition, Muscular Strength, Biochemical Markers, and Bone Mass of Obese Patients.](#)
4. [Delgado Floody P, Caamaño Navarrete F, Osorio Poblete A, Jerez Mayorga D. Variaciones en el estado nutricional, presión arterial y capacidad cardiorrespiratoria de obesos candidatos a cirugía bariátrica: beneficios del ejercicio físico con apoyo multidisciplinar. Nutr Hosp. 2016;33\(1\):231-409.](#)
5. [Marchesi F, De Sario G, Reggiani V, Tartamella F, Giammaresi A, Cecchini S, et al. Road Running After Gastric Bypass for Morbid Obesity: Rationale and Results of a New Protocol. Obes Surg. 2015;25\(7\):1162-70.](#)
6. [Onofre T, Carlos R, Oliver N, Felismino A, Fialho D, Corte R, et al. Effects of a Physical Activity Program on Cardiorespiratory Fitness and Pulmonary Function in Obese Women after Bariatric Surgery: a Pilot Study. Obes Surg. 2017;27\(8\):2026-33.](#)
7. [Delgado Floody P, Jerez Mayorga D, Caamaño Navarrete F, Osorio Poblete A, Thuilleir Lepeleir N, Alarcón Hormazábal M. Doce semanas de ejercicio físico intervalado con sobrecarga mejora las variables antropométricas de obesos mórbidos y obesos con comorbilidades postulantes a cirugía bariátrica. Nutr Hosp. 2015;\(5\):2007-11.](#)
8. [Camps D, Recuero Y, Ávila RE, Samar ME. Herramientas para la recuperación de la información: Los términos MeSH \(Medical Subject Headings\). MedUNAB. 2006;9\(1\):58-62.](#)
9. [Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJM, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: Is blinding necessary? Control Clin Trials. 1996;17\(1\):1-12.](#)
10. [Marcon ER, Baglioni S, Bittencourt L, Lopes CLN, Neumann CR, Trindade MRM. What Is the Best Treatment before Bariatric Surgery? Exercise, Exercise and Group Therapy, or Conventional Waiting: a Randomized Controlled Trial. Obes Surg. 2017;27\(3\):763-73.](#)

11. [Bond DS, Graham Thomas J, Vithiananthan S, Webster J, Unick J, Ryder BA, et al. Changes in enjoyment, self-efficacy, and motivation during a randomized trial to promote habitual physical activity adoption in bariatric surgery patients. \*Surg Obes Relat Dis.\* 2016;12\(5\):1072-9](#)
12. [Baillot A, Mampuya WM, Dionne IJ, Comeau E, Méziat-Burdin A, Langlois M-F. Impacts of Supervised Exercise Training in Addition to Interdisciplinary Lifestyle Management in Subjects Awaiting Bariatric Surgery: a Randomized Controlled Study. \*Obes Surg.\* 2016;26\(11\):2602-10](#)
13. [Bond DS, Thomas JG, King WC, Vithiananthan S, Trautvetter J, Unick JL, et al. Exercise improves quality of life in bariatric surgery candidates: Results from the B ari- A ctive trial: Exercise Improves Quality of Life in Bariatric Surgery Candidates. \*Obesity.\* 2015;23\(3\):536-42](#)
14. [Noack Segovia JP, Sánchez López A, García-García I, Rodríguez-Blanque R, León Ríos XA, Aguilar Cordero MJ. Physical Exercise and Grip Strength in Patients Intervened through Bariatric Surgery. \*Aquichan.\* 2019;19\(3\):1-10.](#)
15. [Coen PM, Tanner CJ, Helbling NL, Dubis GS, Hames KC, Xie H, et al. Clinical trial demonstrates exercise following bariatric surgery improves insulin sensitivity. \*J Clin Invest.\* 2015;125\(1\):248-57.](#)
16. [Woodlief TL, Carnero EA, Standley RA, Distefano G, Anthony SJ, Dubis GS, et al. Dose response of exercise training following roux-en-Y gastric bypass surgery: A randomized trial: Exercise Following Gastric Bypass Surgery. \*Obesity.\* 2015;23\(12\):2454-61.](#)
17. [Oppert J, Bellicha A, Roda C, Bouillot J, Torcivia A, Clement K, et al. Resistance Training and Protein Supplementation Increase Strength After Bariatric Surgery: A Randomized Controlled Trial. \*Obesity.\* 2018;26\(11\):1709-20.](#)
18. [Hassannejad A, Khalaj A, Mansournia MA, Rajabian Tabesh M, Alizadeh Z. The Effect of Aerobic or Aerobic-Strength Exercise on Body Composition and Functional Capacity in Patients with BMI  \$\geq 35\$  after Bariatric Surgery: a Randomized Control Trial. \*Obes Surg.\* 2017;27\(11\):2792-801.](#)
19. [Herring LY, Stevinson C, Carter P, Biddle SJH, Bowrey D, Sutton C, et al. The effects of supervised exercise training 12–24 months after bariatric surgery on physical function and body composition: a randomised controlled trial. \*Int J Obes.\* 2017;41\(6\):909](#)
20. [Stolberg CR, Mundbjerg LH, Funch-Jensen P, Gram B, Juhl CB, Bladbjerg E-M. Effects of gastric bypass followed by a randomized study of physical training on markers of coagulation activation, fibrin clot properties, and fibrinolysis. \*Surg Obes Relat Dis.\* 2018;14\(7\):918-26.](#)
21. [Coen PM, Menshikova EV, Distefano G, Zheng D, Tanner CJ, Standley RA, et al. Exercise and Weight Loss Improve Muscle Mitochondrial Respiration, Lipid Partitioning, and Insulin Sensitivity After Gastric Bypass Surgery. \*Diabetes.\* 2015;64\(11\):3737-50.](#)
22. [Daniels P, Burns RD, Brusseau TA, Hall MS, Davidson L, Adams TD, et al. Effect of a randomised 12-week resistance training programme on muscular strength, cross-sectional area and muscle quality in women having undergone Roux-en-Y gastric bypass. \*J Sports Sci.\* 2018;36\(5\):529-35.](#)
23. [Lazcano-Ponce E, Salazar-Martínez E, Gutiérrez-Castrellón P, Angeles-Llerenas A, Hernández-Garduño A, Viramontes JL. Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. \*Salud Pública México.\* 2004;46\(6\):559-84.](#)
24. [García Cedillo I, Cruz Guillén Y, Martínez Ramírez A, Sánchez-Armás Cappello O. Promoción de la adherencia terapéutica de mujeres con obesidad mediante psicoeducación. \*Psicología.\* 2017;11\(1\):13-23.](#)
25. [Fernández IG. Pérdida de peso y masa grasa con auto-cargas en mujeres. \*RICCAFD.\* 2017;6\(2\):30-7.](#)
26. [Baudrand BR, Arteaga UE, Moreno GM. El tejido graso como modulador endocrino: Cambios hormonales asociados a la obesidad. \*Rev Med Chile.\* 2010;138\(10\):1294-301.](#)
27. [Nieto-Martínez Ramfis. Actividad física en la prevención y tratamiento de la diabetes. \*Rev. Venez. Endocrinol. Metab.\* \[Internet\]. 2010 Jun \[citado 2021 Mayo 19\]; 8\(2\): 40-45. Disponible en: \[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\\_arttext&pid=S1690-31102010000200003&lng=es\]\(http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S1690-31102010000200003&lng=es\)](#)
28. [Lamana Z. Capacidad Cardiorrespiratoria, Variables Antropométricas y de Composición Corporal en Mujeres Jóvenes Universitarias con Sobrepeso y Obesidad. \*Kronos.\* 2017; 16\(1\):16.](#)
29. [Campello E, Zabeo E, Radu CM, Spiezia L, Gavasso S, Fadin M, et al. Hypercoagulability in overweight and obese subjects who are asymptomatic for thrombotic events. \*Thromb Haemost.\* 2015;113\(1\):85-96.](#)
30. [Alvero-Cruz JR, Gómez LC, Ronconi M, Vázquez RF. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. \*Rev Andal Med Deporte.\* 2011;4\(4\):167-74.](#)
31. [Parra-Carriedo A, Cherem-Cherem L, Galindo-De Noriega D, Díaz-Gutiérrez MC, Pérez-Lizaur AB, Hernández-Guerrero C. Comparación del gasto energético en reposo determinado mediante calorimetría indirecta y estimado mediante fórmulas predictivas en mujeres con grados de obesidad I a III. \*Nutr Hosp.\* 2013;28\(2\):357-64.](#)
32. [Johnson MJ, Close L, Gillon SC, Molassiotis A, Lee PH, Farquhar MC. Use of the modified Borg scale and numerical rating scale to measure chronic breathlessness: a pooled data analysis. \*Eur Respir J.\* 2016;47\(6\):1861-4.](#)
33. [Mangado NG, Nieto MJR. Prueba de la marcha de los 6 minutos. \*Med Resp.\* 2016;9\(1\):15-22.](#)
34. [García EF, Bañuelos FS. Validación y adaptación de la escala PACES de disfrute con la práctica de la actividad física para adolescentes españolas. \*Psicothema.\* 2008;20\(4\):890-5.](#)
35. [Mantilla Toloza SC, Gómez-Conesa A. El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. \*Rev Iberoam Fisioter Kinesiol.\* 2007;10\(1\):48-52.](#)
36. [Vilagut G, Ferrer M, Rajmil L, Rebollo P, Permanyer-Miralda G, Quintana JM, et al. El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. \*Gac Sanit.\* 2005;19\(2\):135-50.](#)
37. [Núñez R, Peña A, Pacheco B, Sánchez M, Rivera M. Obesidad en pacientes adultos del Municipio Sucre del Estado Miranda. \*Arch Venez Farmacol Ter.\* 2006;25\(2\):64-6.](#)
38. [Chávez V. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el Perú. \*Rev Peru Ginecol Obstet.\* 2017;63\(4\):593-8.](#)
39. [Camacho-Laraña M, Alcalá-Pérez V, Nieves-Alcalá S. Diferencias de género en pacientes con obesidad mórbida tributarios de cirugía bariátrica. \*Rev Psicopatol Psicol Clin.\* 2015;20\(3\):189-98.](#)



**Junta de Andalucía**

Consejería de Educación y Deporte

CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE

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

Teléfono  
955 540 186

Fax  
955 540 623

e-mail  
[camd.ced@juntadeandalucia.es](mailto:camd.ced@juntadeandalucia.es)