

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 9 Número. 3

Septiembre 2016



RAMD

## Originales

Consumo, características y perfil del consumidor de suplementos nutricionales en gimnasios de Santiago de Chile

Análisis de las lesiones deportivas en jóvenes practicantes de gimnasia rítmica de competición en categoría infantil

Ejercicios resistidos, parámetros hematológicos, virológicos y perfil antropométrico en personas que viven con VIH/SIDA

Motor and morphological profile of tennis players from 11 to 15 years old

Anthropometric measurements usage to control the exercise intensity during the performance of suspension rowing and back squats

Efeito do destreinamento na composição corporal e nas capacidades de salto vertical e velocidade de jovens jogadores da elite do futebol brasileiro

## Revisión

Efectos de la suplementación con testosterona sobre el rendimiento en resistencia

## Caso clínico

Mutación en el gen KCNH2 y el síndrome de QT largo: a propósito de un caso

ISSN: 1888-7546

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte\*

## Editor

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

## Coeditor

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

## Coordinación Editorial

Covadonga López López

## Comité Editorial

José Ramón Alvero Cruz  
(Universidad de Málaga, España)

Eloy Cárdenas Estrada  
(Universidad de Monterrey, México)

José Alberto Duate  
(Universidade do Porto, Portugal)

Russell Foulk  
(University of Washington, USA)

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

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

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

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

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

José Naranjo Orellana  
(Universidad Pablo Olavide, España)

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

Fátima Olea Serrano  
(Universidad de Granada, España)

Juan Ribas Serna  
(Universidad de Sevilla, España)

Jesús Rodríguez Huertas  
(Universidad de Granada, España)

Nick Stergiou  
(University of Nebraska, USA)

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

Carlos Ugrinowitsch  
(Universidade de São Paulo, Brasil)

## Comité Científico

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

Guillermo Álvarez-Rey  
(Universidad de Málaga, España)

Natàlia Balagué  
(Universidad de Barcelona, España)

Benno Becker Junior  
(Universidade Luterana do Brasil, Brasil)

Ciro Brito  
(Universidade Católica de Brasília, Brasil)

João Carlos Bouzas  
(Universidade Federal de Viçosa, Brasil)

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

Luis Carrasco Páez  
(Universidad de Sevilla, España)

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

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

Madalena Costa  
(Harvard Medical School, Boston, USA)

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

Moisés de Hoyo Lora  
(Universidad de Sevilla, España)

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

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

Miguel del Valle Soto  
(Universidad de Oviedo, España)

Benedito Denadai  
(Universidade Estadual de Campinas, Brasil)

Elsa Esteban Fernández  
(Universidad de Granada, España)

Juan Marcelo Fernández  
(Hospital Reina Sofía, España)

Guadalupe Garrido Pastor  
(Universidad Politécnica de Madrid, España)

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

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

Mikel Izquierdo  
(CEIMD, Gobierno de Navarra, España)

José Carlos Jaenes  
(Universidad Pablo Olavide, España)

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

David Jiménez Pavón  
(Universidad de Zaragoza, España)

Carlos Lago Peñas  
(Universidad de Vigo, España)

Fernando Martín  
(Universidad de Valencia, España)

Italo Monetti  
(Club Atlético Peñarol, Uruguay)

Alexandre Moreira  
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Elisa Muñoz Gomariz  
(Hospital Universitario Reina Sofía, España)

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

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

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

Manuel Rosety Plaza  
(Universidad de Cádiz, España)

Carlos Ruiz Cosano  
(Universidad Pablo Olavide, España)

Jonatan Ruiz Ruiz  
(Universidad de Granada, España)

Borja Sañudo Corrales  
(Universidad de Sevilla, España)

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

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

Diana Vaamonde Martín  
(Universidad de Córdoba, España)

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

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



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

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

ELSEVIER

Publicación trimestral (4 números al año).

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Disponible en internet: [www.elsevier.es/RAMD](http://www.elsevier.es/RAMD)

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

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

Correo electrónico:  
ramd.ccd@juntadeandalucia.es

Impreso en España

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



## Dirección

Leocricia Jiménez López

## Coordinación

Salvador Espinosa Soler

## Asesoría de Documentación

Clemente Rodríguez Sorroche

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 9 Número 3

Septiembre 2016

Sumario

## Originales

- 99 Consumo, características y perfil del consumidor de suplementos nutricionales en gimnasios de Santiago de Chile  
*C. Jorquera Aguilera, F. Rodríguez-Rodríguez, M.I. Torrealba Vieira, J. Campos Serrano y N. Gracia Leiva*
- 105 Análisis de las lesiones deportivas en jóvenes practicantes de gimnasia rítmica de competición en categoría infantil  
*M. Vernetta, I. Montosa y J. López-Bedoya*
- 110 Ejercicios resistidos, parámetros hematológicos, virológicos y perfil antropométrico en personas que viven con VIH/SIDA  
*I.K. dos Santos, K.P.M. de Azevedo, F.C.M. Melo, U.M.C. Maia, H.J. de Medeiros y M.I. Knackfuss*
- 114 Motor and morphological profile of tennis players from 11 to 15 years old  
*J.L. Schluga Filho, M. Romanovitch Ribas, L. de Oliveira Nogueira, C. de Andrade Jr., P. Fernandes y J.C. Bassan*
- 119 Anthropometric measurements usage to control the exercise intensity during the performance of suspension rowing and back squats  
*V.S. Coswig, C. Dall'Agnol y F.B. Del Vecchio*
- 124 Efeito do destreinamento na composição corporal e nas capacidades de salto vertical e velocidade de jovens jogadores da elite do futebol brasileiro  
*C. Abad, R. Cuniyochi, R. Kopal, S. Gil, K. Pascoto, F. Nakamura e I. Loturco*

## Revisión

- 131 Efectos de la suplementación con testosterona sobre el rendimiento en resistencia  
*P. Fernández-Díaz y R. Domínguez*

## Caso clínico

- 138 Mutación en el gen KCNH2 y el síndrome de QT largo: a propósito de un caso  
*B. de Pablo Márquez, T. Oliveras Vilà, F. Bisbal van Byley e I.P. Grange Sobe*

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 9 Number 3

September 2016

Contents

## Original Articles

- 99 Consumption, characteristics, and profile: Consumers of nutritional supplements in gymnasiums in Santiago, Chile  
*C. Jorquera Aguilera, F. Rodríguez-Rodríguez, M.I. Torrealba Vieira, J. Campos Serrano and N. Gracia Leiva*
- 105 Analysis of sports injuries in young athletes of competitive rhythmic gymnastics in the infantile category  
*M. Vernetta, I. Montosa and J. López-Bedoya*
- 110 Resisted exercises, hematological and virological parameters, and anthropometric profiles in people living with HIV/AIDS  
*I.K. dos Santos, K.P.M. de Azevedo, F.C.M. Melo, U.M.C. Maia, H.J. de Medeiros and M.I. Knackfuss*
- 114 Motor and morphological profile of tennis players from 11 to 15 years old  
*J.L. Schluga Filho, M. Romanovitch Ribas, L. de Oliveira Nogueira, C. de Andrade Jr., P. Fernandes and J.C. Bassan*
- 119 Anthropometric measurements usage to control the exercise intensity during the performance of suspension rowing and back squats  
*V.S. Coswig, C. Dall'Agnol and F.B. Del Vecchio*
- 124 Effect of detraining on body composition, vertical jumping ability and sprint performance in young elite soccer players  
*C. Abad, R. Cuniyochi, R. Kopal, S. Gil, K. Pascoto, F. Nakamura and I. Loturco*

## Review Article

- 131 Effects of doping with testosterone on endurance performance  
*P. Fernández-Díaz and R. Domínguez*

## Clinical Case

- 138 KCNH2 gene mutation and long QT syndrome: A case report  
*B. de Pablo Márquez, T. Oliveras Vilà, F. Bisbal van Byley and I.P. Grange Sobe*



Original

## Consumo, características y perfil del consumidor de suplementos nutricionales en gimnasios de Santiago de Chile



C. Jorquera Aguilera<sup>a</sup>, F. Rodríguez-Rodríguez<sup>b,\*</sup>, M.I. Torrealba Vieira<sup>a</sup>,  
J. Campos Serrano<sup>a</sup> y N. Gracia Leiva<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad Mayor, Santiago, Chile

<sup>b</sup> Escuela de Educación Física, Laboratorio de Motricidad Humana, Facultad de Filosofía y Educación, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Viña del Mar, Chile

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 2 de junio de 2014

Aceptado el 27 de abril de 2015

#### Palabras clave:

Suplementos nutricionales  
Composición corporal  
Ejercicio físico

### R E S U M E N

**Introducción:** Los deportistas son los principales consumidores de suplementos nutricionales; presentan en general la utilización más alta. En Chile existe un creciente interés por consumir estos suplementos, sin tener mucho conocimiento de sus efectos.

**Objetivos:** Determinar el perfil del consumidor, quiénes lo recomiendan, los productos más usados y distinguir posibles diferencias de acuerdo al sexo, la finalidad de su uso y otras variables.

**Métodos:** Se aplica un cuestionario de 19 preguntas abiertas y cerradas a 446 voluntarios hombres y mujeres, asistentes a 6 gimnasios de la ciudad de Santiago de Chile durante el año 2013, pertenecientes a un grupo etario de entre 17 y 49 años de edad.

**Resultados:** Los hombres son los mayores consumidores de suplementos, lo cual aumenta de acuerdo al tiempo de entrenamiento semanal que realizan. Ellos prefieren batidos proteicos con el objetivo de aumentar su masa muscular. Las mujeres consumen principalmente vitaminas y agentes lipolíticos con el objetivo de disminuir la masa grasa. Un alto porcentaje cree que el consumo de suplementos les ayuda a cumplir sus objetivos.

**Conclusión:** Un número considerable de personas que asiste regularmente a los gimnasios consume suplementos sin la orientación especializada y posiblemente sin tener que utilizarlos realmente, pero es necesario regular el uso irracional y potencialmente inseguro de los suplementos nutricionales en mejora del rendimiento físico.

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

## Consumption, characteristics, and profile: Consumers of nutritional supplements in gymnasiums in Santiago, Chile

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Dietary supplements  
Body composition  
Physical exercise

**Introduction:** Athletes are the principle consumers of nutritional supplements, and generally present the highest rate of usage. In Chile, there is a growing interest in consuming these supplements, although there is little knowledge of their effects.

**Objectives:** To determine the consumer profile, who recommends the usage of these nutritional supplements, what the most used products are, and to distinguish possible differences in variables like sex, the purpose of their use, and others.

**Methods:** A survey with 19 open and closed questions was given to 446 men and women volunteers, from between the ages of 17 and 49, who were participants from six gymnasiums in Santiago, Chile, in 2013.

**Results:** Men are the greatest consumers of supplements, and usage increases according to the amount of time spent training every week. This group prefers protein shakes with the aim of increasing muscle mass. Women principally consume vitamins and lipolytic agents with the aim of reducing fatty mass. A high percentage believes that consuming supplements aids in meeting their goals.

\* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: [rodriguez.investigacion@gmail.com](mailto:rodriguez.investigacion@gmail.com), [fernando.rodriguez@ucv.cl](mailto:fernando.rodriguez@ucv.cl) (F. Rodríguez-Rodríguez).

*Conclusion:* A considerable number of those who regularly attend a gymnasium consume supplements without specialized orientation and (possibly) without the real need of doing so. It is necessary to regulate irrational and potentially unsafe use of nutritional supplements in bettering physical output.

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

## Consumo, características e perfil do consumidor de suplementos nutricionais em academias de Santiago do Chile

### R E S U M O

*Palavras-chave:*  
Suplementos nutricionais  
Composição corporal  
Exercício físico

*Introdução:* Os atletas são os principais consumidores de suplementos nutricionais, e geralmente apresentam a maior taxa de uso. No Chile, há um crescente interesse em consumir estes suplementos, embora haja pouco conhecimento de seus efeitos.

*Objetivos:* Determinar o perfil do consumidor, quem recomenda, os produtos mais utilizados e distinguir possíveis diferenças de acordo com sexo, a finalidade do seu uso e outras variáveis.

*Métodos:* Foi aplicado um questionário com 19 perguntas abertas e fechadas a 446 voluntários homens e mulheres pertencentes a faixa etária de 17 a 49 anos de idade, participantes de 6 academias na cidade de Santiago do Chile, durante o ano de 2013.

*Resultados:* Os homens são os maiores consumidores de suplementos, o qual aumenta de acordo com o tempo de treinamento semanal que realizam. Eles preferem shakes de proteína, a fim de aumentar a sua massa muscular. Principalmente as mulheres consomem vitaminas e agentes lipolíticos, a fim de reduzir a massa gorda. Uma percentagem alta acredita que o consumo de suplementos irá ajudá-lo a cumprir seus objetivos.

*Conclusão:* Um número considerável de pessoas que frequentam regularmente academias, consomem suplementos sem orientação especializada e, possivelmente, nenhuma necessidade real para isso, portanto é necessário regulamentar o uso irracional e potencialmente inseguro de suplementos nutricionais para melhorar o desempenho.

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

## Introducción

Los suplementos nutricionales (SN) se han convertido en una industria que mueve anualmente billones de dólares. Solo en EE. UU. se venden cerca de 25 billones de dólares<sup>1</sup>. Hasta hace unos años los atletas eran los mayores consumidores de estos productos, encontrándose estos solo en tiendas especializadas de nutrición, actividad física y deporte. Hoy esto ha cambiado, de acuerdo a la mayor incorporación de personas a los gimnasios y a la actividad física regular, provocando un aumento explosivo en el consumo de SN, siendo hoy uno de los principales grupos objetivos de estas empresas transnacionales<sup>2</sup>. Este crecimiento exponencial ha trasladado la presencia de SN de tiendas especializadas a encontrarlos libremente hasta en supermercados, tiendas de alimentos, tiendas deportivas, tiendas virtuales y por Internet.

Los deportistas son los principales consumidores de SN, que presentan en general un alto uso, encontrando diferentes tipos, formatos y presentaciones. Estas observaciones fueron ilustradas en un estudio desarrollado por Baylis et al. en 2001<sup>3</sup>, quienes estudiaron a 77 nadadores de élite australianos, en quienes encontraron un 94% de consumo de SN en forma de píldoras o en polvo, porcentaje que aumentaba a un 99% si a esto se le sumaba el consumo de bebidas deportivas. Hasta ese momento los expertos indicaban que no era importante el aporte del estudio, pero lo novedoso finalmente fue que se pudo encontrar un consumo de 207 productos distintos en estos deportistas.

Un reciente estudio, realizado en soldados ingleses en entrenamiento<sup>4</sup>, muestra que el consumo mayoritario ocurre en los hombres, en quienes prevalece el consumo de productos proteicos (batidos y barras).

La utilización de estos suplementos se justifica por las funciones que se les atribuyen; suelen estar acompañados de una publicidad que los presenta como un medio factible para mejorar la salud, disminuir el peso corporal o evitar el envejecimiento, mostrándolos ante los posibles consumidores, como productos «milagrosos»<sup>5</sup>. Estos suplementos son utilizados con la intención de incrementar el rendimiento, pero pueden ser potencialmente peligrosos para la salud, ya que su uso se basa, muchas veces, en supuestos beneficios con un escaso o nulo apoyo científico<sup>6</sup>.

El consumo de SN puede favorecer el riesgo de controles de dopaje positivos<sup>7</sup> debido a que pueden estar contaminados con esteroides; la evidencia muestra que hasta casi el 15% de los casos podría tener sustancias prohibidas<sup>8</sup>.

Carlsohn et al., en 2011, señalan que el uso de SN produciría molestias gastrointestinales y que pueden incluir calambres musculares y efectos adversos sobre la función hepática y renal, como se ha informado anecdóticamente con la suplementación con creatina<sup>9</sup>.

Una parte importante de la población que utiliza estos productos corresponde a estudiantes adolescentes, que pertenecen al segmento más joven y más influenciado de la población<sup>7</sup> y que presenta menores niveles de instrucción educacional al respecto. Otro estudio define además que a mayor edad existe menor consumo de estos productos<sup>10,11</sup> y que las diferencias en los tipos de SN consumidos son evidentes según el sexo del usuario, siendo contradictorio si el sexo masculino o femenino evidencia mayor consumo<sup>10-13</sup>.

Por el contrario, en gimnasios existe un mayor consumo de SN por quienes llevan mayor tiempo realizando actividad física y que acuden varias horas a la semana, realizando además modificaciones en la dieta habitual<sup>9</sup>.



Sin embargo, en una revisión retrospectiva de suplementación<sup>14</sup>, quedan evidenciadas las múltiples y frecuentes incongruencias en el uso de SN, respecto de las razones que justifican su utilización.

Existe un creciente interés de la población por consumir estos suplementos, pero poco se sabe de quienes los recomiendan, sus motivaciones para hacerlo, los productos más utilizados y las posibles diferencias por sexo, entre otras variables que permitan reconocer el perfil del consumidor, que es el objetivo de esta investigación.

## Método

La muestra está compuesta por un grupo no aleatorizado de sujetos asistentes a 6 gimnasios de la ciudad de Santiago de Chile, pertenecientes a una conocida cadena de gimnasios. Los sujetos considerados son aquellos que, al momento de realizar el estudio, llevan asistiendo sin interrupción por lo menos las últimas 4 semanas al gimnasio y que voluntariamente aceptan participar. De los 1555 sujetos consultados, son incluidos 446 sujetos (315 hombres y 131 mujeres) quienes consumían algún tipo de SN.

El instrumento usado es un cuestionario estructurado de 17 preguntas cerradas de alternativas y 2 preguntas abiertas, adaptado y validado por expertos y por un piloto a partir del instrumento de consumo de SN de Rodríguez et al.<sup>15</sup>. Las preguntas apuntaban a obtener información sobre las características de los sujetos, como edad, años de entrenamiento, ocupación, nivel educacional, y otras específicas relacionadas con el consumo de SN, objetivos de consumo y frecuencia, entre otras preguntas (tabla 1).

El instrumento se aplica por profesionales de la nutrición de la Universidad Mayor de Chile a modo de entrevista (pregunta-respuesta), tras la aprobación de un consentimiento informado, de acuerdo a declaración de Helsinki del año 2008. Se aplica de manera presencial dentro de cada gimnasio y en una sala adecuada para ello. Se realiza en formato «autocompletado» y en presencia de los nutricionistas estudiantes de último año de la carrera de Nutrición de la Universidad Mayor del Chile, quienes fueron previamente sometidos a un proceso de instrucción que les permitiera familiarizarse con el instrumento y que evitara errores en la aplicación.

Para la elaboración del perfil del consumidor de SN se consideraron las siguientes variables: sexo del consumidor, edad, tipo de ocupación, nivel de instrucción, seguimiento de un tipo especial de dieta, y los años, días y horas de práctica.

**Tabla 1**  
Preguntas, consumo de SN en gimnasios

¿Qué tipo de ocupación realiza actualmente?
¿Qué nivel de instrucción educacional tiene usted?
¿Cuánto tiempo lleva de práctica en gimnasios?
¿Cuál es el objetivo por el cual usted asiste al gimnasio?
¿Cuántos días a la semana asiste al gimnasio?
¿Cuándo asiste al gimnasio, ¿cuánto tiempo entrena?
¿Sigue actualmente algún plan de alimentación especial, fuera de dieta normal?
¿Quién le prescribió este plan de alimentación?
¿Consume actualmente algún suplemento nutricional?
¿Qué tipo de suplemento(s) consume?
¿Con qué objetivo lo(s) consume?
¿Cuál es la frecuencia de consumo del suplemento(s) nutricional(es)?
¿Cuál es el número de veces que consume este(os) suplemento(s) al día?
¿Quién le recomendó el suplemento?
¿Prefiere alguna marca específica?
¿Qué o quién le hizo preferir esta marca?
¿Ha logrado los efectos esperados desde que lo(s) consume?
¿Considera necesario consumir suplementos nutricionales para el logro de sus objetivos?
¿Considera que un plan alimentario individualizado puede ayudarlo a cumplir sus objetivos, siendo tal vez una mejor alternativa que los suplementos nutricionales?

De acuerdo a los objetivos de investigación determinados y la características de «estudio descriptivo», los resultados obtenidos se ordenan en planillas de Microsoft Excel 2010® y se obtiene la media aritmética, porcentaje de frecuencia y la prueba estadística T-Student para establecer el nivel de significación por sexo en el tipo de suplementos consumido, considerando un nivel significativo de  $p < 0.05$ .

## Resultados

De los 1555 sujetos asistentes a gimnasios considerados, un 28.6% (446 personas) declaran consumir suplementos, mientras que un 71.4% dice no utilizarlos. En relación con el sexo, el 34.9% de los hombres consume a diferencia de un 20% de consumo en las mujeres. El análisis del consumo de SN y el perfil del consumidor se hace por lo tanto a partir de las 446 personas que declaran hacerlo.

### Perfil del consumidor

El rango de sujetos se encuentra entre los 17 y 49 años, pero la mayoría de los encuestados pertenece al rango de edad que va desde los 20 a los 39 años (64.1%), seguido por el grupo de 40 a 49 años con un 16.6% y finalmente la menor parte de los encuestados pertenece al rango de menos de 17 a 19 años con un 11.4%. En cuanto a la ocupación de la muestra, la mayoría de los encuestados señala trabajar (64.1%), seguido por estudiantes (22.6%) y solo un pequeño porcentaje de los encuestados declaró estar inactivo (1.3%), dueña(o) de casa (5.2%) o jubilado (0.5%). Solo un 6.4% declara ser deportista.

El 33.2% de los sujetos tiene una instrucción educacional universitaria completa, los siguen aquellos que cursan estudios universitarios con un 21.7% y técnicos con un 13.1%. De los grupos con menores participantes destacan los individuos que cursan posgrado con un 9.7%, seguidos de quienes cuentan con enseñanza media completa con un 12.3%.

El 32.2% de la muestra lleva más de 3 meses de asistencia al gimnasio, la segunda mayoría refirió tener una antigüedad de asistencia al gimnasio de 1-3 años (19.3%) siendo el menor porcentaje (8.9%) aquellos que asisten hace más de 3 y menos de 5 años de entrenamiento en el gimnasio.

En lo que respecta al número de días semanales que asisten al gimnasio, el 38.8% está representado por aquellos que entrenan regularmente 3 veces a la semana, los porcentajes de asistencia que los siguen son aquellos que asisten 4 y 5 veces por semana, con un 22.7 y 21.4% respectivamente, y quienes asisten 6 veces por semana o todos los días corresponde a 15.9%. De esta muestra total, el menor porcentaje de asistencia (1.2%) está dado por quienes asisten a entrenar una vez por semana.

Del total de horas destinadas al entrenamiento, el grupo que presenta un mayor porcentaje es aquel donde los sujetos entrenan 2 h diarias (58.6%), seguidos por 1 h diaria (27.7%), 3 h diarias (10.4%) y más de 3 h diarias (3.3%).

### Características del consumo de suplementos

Los consumidores declaran un total de 575 productos diferentes, de los cuales podemos encontrar 38 categorías, donde existe una marcada preferencia por los batidos proteicos en polvo (39.7%), polivitamínicos (16.5%) y agentes lipolíticos (13.4%). El 30.4% restante se divide en pequeños grupos que forman el resto de las categorías (tabla 2).

En cuanto a los suplementos más consumidos de acuerdo al Programa de Suplementación de la Comisión Australiana del Deporte del año 2015<sup>16</sup> que se categorizan en 4 grupos, encontramos que 14 tipos de suplementos (36.8%) corresponden a la categoría A del programa (Admitido para su uso en situaciones deportivas específicas), 2 tipos de SN (5.3%) corresponden a la categoría B (Se

**Tabla 2**  
Distribución del consumo de suplementos nutricionales de la muestra, por tipo de suplemento

Suplementos	Hombre		Mujer		Total	
	N	%	N	%	N	%
Batidos proteicos	205	49.2	23	14.6	228	39.7
Vitaminas	44	10.6	51	32.3	95	16.5
Termogénicos	43	10.3	34	21.5	77	13.4
Creatina	29	7.0	1	0.6	30	5.2
Aminoácidos	22	5.3	2	1.3	24	4.2
Glutamina	13	3.1	0	0.0	13	2.3
Weight Gainer	12	2.9	2	1.3	14	2.4
Ripped	10	2.4	9	5.7	19	3.3
Óxido nítrico	10	2.4	0	0.0	10	1.7
Ginseng	4	1.0	0	0.0	4	0.7
Tribulus terrestris	3	0.7	0	0.0	3	0.5
Complejo B	2	0.5	3	1.9	5	0.9
Dehidroepiandrosterona	2	0.5	0	0.0	2	0.3
Ácido linoleico conjugado	2	0.5	0	0.0	2	0.3
Cinc	2	0.5	0	0.0	2	0.3
Maltodextrina	3	0.7	0	0.0	3	0.5
Calcio	1	0.2	10	6.3	11	1.9
Levadura de cerveza	1	0.2	1	0.6	2	0.3
Garden house	1	0.2	0	0.0	1	0.2
Guarana	1	0.2	3	1.9	4	0.7
Spirulina	1	0.2	3	1.9	4	0.7
Aloe vera	1	0.2	0	0.0	1	0.2
Anticatabólicos	1	0.2	0	0.0	2	0.2
Gamalate	1	0.2	0	0.0	1	0.2
Picolinato de cromo	1	0.2	2	1.3	3	0.5
Imeden	1	0.2	0	0.0	1	0.2
Glucosamina	1	0.2	0	0.0	1	0.2
Antioxidantes	0	0.0	2	1.3	2	0.3
Hierro	0	0.0	2	1.3	2	0.3
Magnesio	0	0.0	1	0.6	1	0.2
Bloqueador de hidratos de carbono	0	0.0	1	0.6	1	0.2
Omega 3	0	0.0	1	0.6	1	0.2
Ginseng	0	0.0	1	0.6	1	0.2
Té verde	0	0.0	1	0.6	1	0.2
Té rojo	0	0.0	1	0.6	1	0.2
Jalea real	0	0.0	1	0.6	1	0.2
Calostro	0	0.0	1	0.6	1	0.2
Betacaroteno	0	0.0	1	0.6	1	0.2

requiere mayor investigación), 22 (57.9%) pertenecen a la categoría C (No existe evidencia significativa de efectos beneficiosos), y ningún suplemento pertenece a la categoría D (Prohibidos o con alto riesgo de contaminación por dopaje).

También podemos encontrar diferencias de consumo de SN entre hombres (n=315) y mujeres (n=131) que es estadísticamente significativa en una prueba T-Student con un nivel de significación de  $p=0.012$  a favor de los hombres.

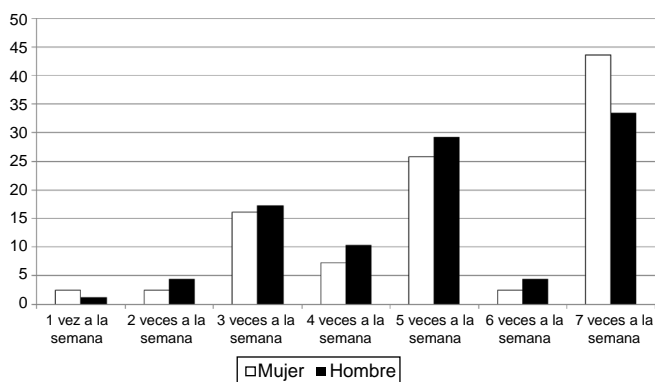
Es importante destacar que las mujeres eligen preferentemente el consumo de suplementos vitamínicos (32.3%); el 43.5% lo hace los 7 días de la semana, coherentemente con la recomendación de

uso diario. En cambio, el grupo de hombres prefiere los batidos proteicos (49.2%); el consumo es variable en el número de días, ya que en ellos el consumo de estos productos se realiza en torno al entrenamiento, antes, durante o después (fig. 1).

Existe además una marcada tendencia de «a mayor tiempo de entrenamiento en el gimnasio, mayor es el consumo de suplementos», como se aprecia en la tabla 3, donde el valor más alto es que el 26.9% de los consumidores lleva más de 5 años de entrenamiento, lo que resulta relevante respecto de la posible relación entre el nivel de rendimiento y el consumo.

Al igual que los años de práctica y entrenamiento, los días de entrenamiento a la semana, de los usuarios de gimnasios, es una variable que teóricamente se asocia con el consumo de SN (fig. 2).

Los hombres encuestados señalan que principalmente consumen suplementos con el objetivo de aumentar su masa muscular, en cambio las mujeres manifiestan que lo hacen preferentemente



**Figura 1.** Frecuencia semanal de consumo de suplementos de hombres y mujeres.

**Tabla 3**  
Consumo de suplementos según el tiempo de asistencia al gimnasio

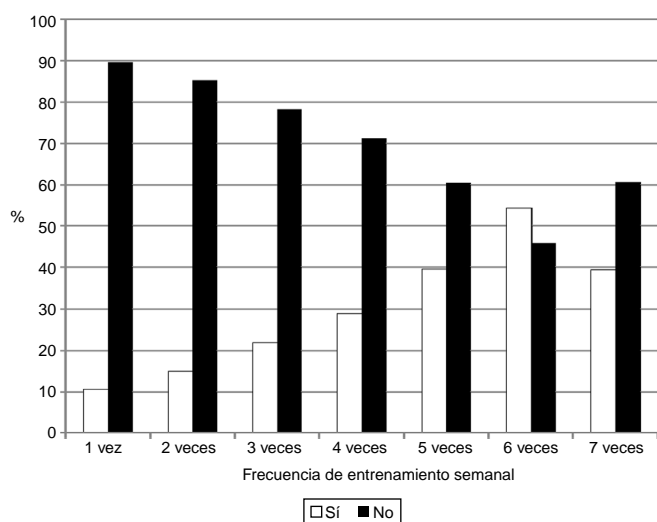
Tiempo de asistencia	Sí		No	
	N	%	N	%
Menos de 3 meses	71	15.9	429	38.7
Entre 3 y 6 meses	33	7.4	142	12.8
Entre 6 meses y un año	65	14.6	133	12.0
De 1 a 3 años	96	21.5	204	18.4
Tres a 5 años	61	13.7	78	7.0
Más de 5 años	120	26.9	123	11.1



**Tabla 4**  
Comparación por sexo, según los objetivos para el consumo de suplementos nutricionales

	Rendimiento deportivo		Desarrollo muscular		Obtener energía		Disminuir masa grasa		Mejor recuperación		Mejorar salud	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Masculino (n = 315)	37	12	107	34	50	16	38	12	45	14	38	12.1
Femenino (n = 131)	6	4.6	18	14	22	17	37	28	38	29	10	7.6
p valor por %	0.040		0.014		0.079		0.038		0.020		0.325	

Significación en una prueba T, con un valor de  $p < 0.05$ .



**Figura 2.** Consumo y no consumo de suplementos de acuerdo a los días de entrenamiento.

para una mejor recuperación y para disminuir la masa grasa (tabla 4). También se obtienen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) por sexo, de acuerdo a consumir suplementos con el objetivo de «rendimiento deportivo», «desarrollo muscular», «disminución de masa grasa» y «mejorar salud».

Del grupo de hombres, declaran que los suplementos fueron recomendados principalmente por «entrenadores y *personal trainer*» con un 29.2 y 18.4% respectivamente. Un 15.9% de las sugerencias están determinada por «otros», dentro de los cuales, se encuentra la información a través de revistas, seguido de la recomendación de un amigo con un 14.9%. Un 5.1 y 6% fueron profesionales de la nutrición y médicos respectivamente.

Del grupo de mujeres, el porcentaje más alto de recomendación de SN recae en los médicos, con un 25.2%, seguidos por los entrenadores con un 18.3% y amigos con un 11.5%.

Respecto de los objetivos alcanzados, un 88.9% del grupo de hombres y un 86.3% de las mujeres declara haber logrado sus objetivos a través de los suplementos.

El 79.7% de los hombres y el 64.1% de las mujeres considera necesario consumir SN para el logro de sus objetivos. Pese a esto, el 84.8 de los consumidores declara que un «plan alimentario» es una mejor alternativa al consumo de SN, valor más alto en hombres (82.9%), que en mujeres (64.1%).

## Discusión

A través de esta investigación se pueden conocer las principales características que determinan el consumo de SN en los usuarios de 6 gimnasios de la Región Metropolitana de Chile, permitiendo conocer ciertas características del perfil del consumidor que nos ayudan, junto con otras variables, a evaluar la adecuada o inadecuada

utilización de estos productos por parte de la población beneficiaria de los gimnasios.

Existe hoy una cantidad importante de publicaciones de SN específicos<sup>17–23</sup>, que claramente son un gran aporte, pero también es importante conocer las tendencias de consumo en las personas ligadas a la actividad física y el deporte. Al respecto, Maughan et al.<sup>24</sup> ejecutaron durante 2 años una encuesta en deportistas de élite en torneos internacionales y campeonatos mundiales de atletismo. Encuestaron a 310 deportistas con un promedio de edad de 26 años. Las tendencias de consumo denotan un alto nivel de suplementación en los deportistas, un 83% para hombres y un 85% para mujeres, porcentajes que se mantuvieron bastante estables para los deportistas de diferentes etnias y nacionalidades.

En otro estudio hecho en Singapur, a 82 atletas de 16 diferentes disciplinas, se evidencia un 76.8% de consumo de SN<sup>25</sup>. Este es un interesante dato que puede ayudar a entender ciertas tendencias de consumo en la población normal, considerando que los deportistas suelen ser referentes de la gente que practica deporte o simplemente se ejercita, y esto en alguna medida puede ayudar a aumentar las prácticas de suplementación, que si no son adecuadamente prescritas, difícilmente cumplirán con el objetivo anteriormente planteado. Esto se ve representado en la tabla 2, donde el 32.3% de las mujeres consumen principalmente vitaminas, que nada tiene que ver con los objetivos de mayor recuperación y disminución de la masa grasa (tabla 4), que están determinados por el consumo de macronutrientes y de agentes lipolíticos respectivamente, sin descartar que algunos de estos últimos podrían ser sustancias dopantes, como por ejemplo la efedrina<sup>26–28</sup>.

Los resultados de este estudio coinciden con los hallazgos de Maughan et al.<sup>24</sup>, donde los SN de mayor consumo fueron los ricos en proteínas (39.7%), multivitamínicos (16.5%), termogénicos (13.4%), creatina (5.2%) y aminoácidos (4.2%). En estudios similares en sujetos de gimnasios y deportistas, muchos de estos SN se encontraban dentro de los más consumidos, pero en distintos porcentajes y orden de prevalencia<sup>28</sup>.

En ambos sexos la principal motivación para el consumo es ayudar a producir cambios en la composición corporal, aumentar la masa muscular en hombres y bajar la masa grasa en mujeres, objetivo que parece motivar aún más el consumo de SN. Este perfil del consumidor puede estar determinado por el tipo de actividad física que se realiza y su objetivo, donde no se representa a una muestra de deportistas de élite donde su consumo es más alto, sino que en este caso los usuarios son asistentes a gimnasios, que buscan objetivos asociados al *fitness*, salud y estética.

Es importante mencionar que el sexo es una variable que determina el tipo de SN consumido, el cual es una de las principales características del perfil del consumidor, donde los hombres son principales consumidores, paradójicamente son quienes señalan que la dieta puede reemplazar el consumo de SN, en mayor porcentaje que las mujeres, quienes a su vez, consumen menos suplementos.

Respecto a la edad, se ha documentado que a mayor edad existe un menor consumo de SN<sup>10</sup>. Algunos estudios han mostrado que el rango etario que mayoritariamente consume, varía entre los 15

y 25 años de edad (66.5%)<sup>11</sup>; el estudio de Maughan et al.<sup>24</sup> muestra que el promedio de edad de los atletas consumidores de SN era de 26 años. En el presente estudio, los hallazgos fueron similares; el grupo etario de mayor consumo fue el de 20-39 años (79.1%), disminuyendo considerablemente la prevalencia de consumidores a medida que se incrementaba la edad. Una de las razones presentadas por algunas investigaciones es que los SN muchas veces presentan un costo económico importante, el cual es posible solventar principalmente por la población más activa laboralmente.

Además, de acuerdo a estos resultados, se muestra que aquellos individuos que llevan mayor tiempo de práctica en el gimnasio tienden a consumir más SN<sup>10</sup>; esto podría estar definido por el nivel de rendimiento alcanzado con los años de entrenamiento, que podría inducir a un mayor consumo. Esto está en concordancia con la evidencia descrita en deportistas de élite, donde muchos atletas creen que una dieta normal no es suficiente para optimizar el rendimiento físico<sup>24</sup>, tratando de buscar alternativas que les puedan «asegurar» una mejora deportiva, cayendo en la utilización masiva de SN en la búsqueda de mejorar su dieta y llevar su competitividad al límite. Por el contrario, este grupo estudiado señala mayoritariamente que un plan alimentario puede ser una buena alternativa al uso de SN, siendo esto un dato más que nos hace pensar que existe falta de información específica al respecto de los beneficios y utilidad real de los suplementos.

En este grupo estudiado existe un preocupante consumo de suplementos, que según el Instituto Australiano del Deporte no poseen evidencia científica (57.9% de los consumidores), que se correlaciona con el bajo porcentaje de profesionales de la salud y la nutrición que las han recomendado, por lo que la mala elección de los suplementos puede estar determinada por la falta de conocimientos del tema. Esto podría provocar una opinión subjetiva de su uso, probablemente por un «efecto placebo», favoreciendo un alto porcentaje de consumidores de suplementos que piensan que «sí» les ayuda a cumplir sus objetivos. Por lo tanto es importante considerar que los profesionales adecuados tomen protagonismo en la comunicación y divulgación de los efectos positivos y negativos, en base a la evidencia, que tienen los suplementos que habitualmente se consumen, pero sin dejar libre de responsabilidad al propio consumidor.

No podemos olvidar que algunos suplementos pueden tener algo que ofrecer en términos de protección de la salud o en mejora del rendimiento, pero tampoco son capaces de compensar una dieta inadecuada, además el riesgo de un resultado adverso en un control antidopaje positivo sigue siendo real y el uso de suplementos debe ser equilibrado contra los potenciales beneficios<sup>29,30</sup>.

En conclusión, casi un tercio de estos asistentes a gimnasios consume suplementos, siendo el perfil del consumidor de SN mayoritariamente de hombres, profesionales jóvenes, que consumen suplementos proteicos, con el objetivo de aumentar su masa muscular y que en general pertenecen a la categoría C de suplementos (No existe evidencia significativa de sus efectos beneficiosos). Este perfil también se caracteriza por un aumento del consumo de acuerdo a los años de entrenamiento, por ser recomendado principalmente por médicos y porque reconoce que alternativamente un plan alimentario reemplazaría el consumo de SN.

Finalmente se destaca que existe un número considerable de personas que asiste regularmente a los gimnasios que consume suplementos sin la orientación especializada y posiblemente sin tener que utilizarlos realmente<sup>31</sup>, pero que requiere regular el uso irracional y potencialmente inseguro de los SN en mejora del rendimiento físico y de la salud<sup>32</sup>.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

- Greenwood M, Kalman DS, Antonio J, editores. *Nutritional supplements in sports and exercise*. Totowa, USA: Humana Press; 2008.
- Burke L. *Sport foods and supplements*. En: Burke L, editor. *Practical sports nutrition*. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 2007. p. 41-70.
- Baylis A, Cameron-Smith D, Burke LM. Inadvertent doping through supplement use by athletes: Assessment and management of the risk in Australia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2001;11:365-83.
- Casey A, Hughes J, Izard RM, Greeves JP. Supplement use by UK-based British Army soldiers in training. *Br J Nutr*. 2014;112:1175-84.
- Williams MH. *Nutrición para la salud, condición física y el deporte*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo; 2002.
- Moliner O, Márquez S. Use of nutritional supplements in sports: Risks, knowledge, and behavioural-related factors. *Nutr Hosp*. 2009;24:128-34.
- Tscholl P, Alonso JM, Dollé G, Junge A, Dvorak J. The use of drugs and nutritional supplements in top-level track and field athletes. *Am J Sports Med*. 2010;38:133-40.
- Geyer H, Parr MK, Mareck U, Reinhart U, Schrader Y, Schänzer W. Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic androgenic steroids: Results of the International IOC study. *Int J Sports Med*. 2004;25:124-9.
- Carlssohn A, Cassel M, Linné K, Mayer F. How much is too much? A case report of nutritional supplement use of a high-performance athlete. *Br J Nutr*. 2011;105:1724-8.
- Sánchez AJ, Miranda MT, Guerra-Hernández E. Estudio estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios. *Arch Latinoam Nutr*. 2008;58:221-7.
- Dominguez SF, Marins JCB. Ergogenic aids and nutritional supplement use among resistance training practitioner in Belo Horizonte. *Fit Perf J*. 2007;6:218-26.
- Stewart ML, McDonald JT, Levy AS, Schucker RE, Henderson DP. Vitamin/mineral supplement use: A telephone survey of adults in the United States. *J Am Diet Assoc*. 1985;85:1585-90.
- Sundgot-Borgen J, Berglund B, Torstveit MK. Nutritional supplements in Norwegian elite athlete—impact of international ranking and advisors. *Scand J Med Sci Sports*. 2003;13:138-44.
- Petróczi A, Naughton DP, Mazanov J, Holloway A, Bingham J. Limited agreement exists between rationale and practice in athletes' supplement use for maintenance of health: A retrospective study. *Nutr J*. 2007;6:34.
- Rodríguez F, Crovetto M, González A, Morant N, Santibáñez F. Consumo de suplementos nutricionales en gimnasios, perfil del consumidor y características de su uso. *Rev Chil Nutr*. 2011;38:157-66.
- AIS. ABCD classification system. Australian Sports Commission. 2015 [consultado 22 Ene 2015]. Disponible en: <http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/classification>
- Baguet A, Koppo K, Pottier A, Derave W. Beta-alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108:495-503.
- Bolster DR, Pikosky MA, Gaine PC, Martin W, Wolfe RR, Tipton KD, et al. Dietary protein intake impacts human skeletal muscle protein fractional synthetic rates after endurance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2005;289:678-83.
- Garlick PJ. The role of leucine in the regulation of protein metabolism. *J Nutr*. 2005;135 6 Suppl:1553S-6S.
- Cornelissen VA, Defoor JG, Stevens A, Schepers D, Hespel P, Decramer M, et al. Effect of creatine supplementation as a potential adjuvant therapy to exercise training in cardiac patients: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2010;24:988-99.
- Kim HJ, Kim CK, Carpentier A, Poortmans JR. Studies on the safety of creatine supplementation. *Amino Acids*. 2011;40:1409-18.
- Walsh AL, Gonzalez AM, Ratamess NA, Kang J, Hoffman JR. Improved time to exhaustion following ingestion of the energy drink Amino Impact. *J Int Soc Sports Nutr*. 2010;7:14.
- Camic CL, Hendrix CR, Housh TJ, Zuniga JM, Mielke M, Johnson GO, et al. The effects of polyethylene glycosylated creatine supplementation on muscular strength and power. *J Strength Cond Res*. 2010;24:3343-51.
- Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H. The use of dietary supplements by athletes. *J Sports Sci*. 2007;25 Suppl 1:S103-13.
- Tian HH, Ong WS, Tan CL. Nutritional supplement use among University Athletes in Singapore. *Singapore Med J*. 2009;50:165-72.
- Shekelle PG, Hardy ML, Morton SC, Maglione M, Mojica WA, Suttorp MJ, et al. Efficacy and safety of ephedra and ephedrine for weight loss and athletic performance: A meta-analysis. *JAMA*. 2003;289:1537-45.
- Ros JJ, Pelders MG, de Smet PA. A case of positive doping associated with a botanical food supplement. *Pharm World Sci*. 1999;21:44-6.
- Docherty JR. Pharmacology of stimulants prohibited by the World Anti-Doping Agency (WADA). *Br J Pharmacol*. 2008;154:606-22.
- Alves dos Santos MA, Pereira dos Santos R. Uso de suplementos alimentares como forma de melhorar a performance nos programas de atividade física em academias de ginástica. *Rev Paul Educ Fis (São Paulo)*. 2002;16:174-85.
- Maughan RJ, Greenhaff PL, Hespel P. Dietary supplements for athletes: Emerging trends and recurring themes. *J Sports Sci*. 2011;29 Suppl 1:S57-66.
- Goston JL, Correia MI. Intake of nutritional supplements among people exercising in gyms and influencing factors. *Nutrition*. 2010;26:604-11.
- Heikinen A, Alaranta A, Helenius I, Vasankari T. Use of dietary supplements in Olympic athletes is decreasing: A follow-up study between 2002 and 2009. *J Int Soc Sports Nutr*. 2011;8:1-8.

Original

## Análisis de las lesiones deportivas en jóvenes practicantes de gimnasia rítmica de competición en categoría infantil

M. Vernetta<sup>a</sup>, I. Montosa<sup>b,\*</sup> y J. López-Bedoya<sup>a</sup><sup>a</sup> Facultad de Ciencias del Deporte, Departamento E.F. y Deportiva, Universidad de Granada, Granada, España<sup>b</sup> Grupo de Investigación CTS 171, Granada, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 23 de julio de 2015

Aceptado el 24 de noviembre de 2015

#### Palabras clave:

Gimnasia rítmica  
Lesión  
Entrenamiento  
Competición  
Prevención

### R E S U M E N

**Objetivo:** El propósito de este estudio ha sido identificar y analizar las lesiones más comunes en gimnasia rítmica de competición en base a las características del entrenamiento, así como las áreas potenciales sobre las que se podrían aplicar medidas de prevención.

**Método:** Se ha llevado a cabo un estudio descriptivo transversal retrospectivo mediante un cuestionario-entrevista a 64 gimnastas (edad:  $11.84 \pm 1.81$  años; peso:  $38.43 \pm 7.86$  kg; talla:  $1.47 \pm 0.11$  m). Las variables objeto de estudio fueron el tiempo de práctica y las lesiones sufridas por los gimnastas (localización, tipología, severidad, mecanismo de producción y el momento en el que se producen).

**Resultados:** Se registraron un total de 50 lesiones, 19 leves (38%), 23 moderadas (46%) y 8 graves (16%). La región corporal más afectada fue la espalda con un (42%) seguida del tobillo con un 16%. Las lesiones más frecuentes fueron las contracturas musculares (48%), esguinces (20%), tendinopatías (16%) y roturas/microrroturas fibrilares (6%). Respecto a los mecanismos lesionales, se deben destacar la sobrecarga (44%) y el mal apoyo (30%). La fase con mayor incidencia lesional fue el calentamiento (50%).

**Conclusiones:** Predominan las lesiones de tipo muscular y tendinoso, siendo la espalda la zona más afectada. Estos resultados deben tenerse en cuenta para optimizar programas de prevención.

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

### Analysis of sports injuries in young athletes of competitive rhythmic gymnastics in the infantile category

#### A B S T R A C T

**Objective:** The purpose of this study has been to identify and analyze the most common injuries in rhythmic gymnastic based on the characteristics of training, as well as the potential areas in which prevention measures could be applied.

**Method:** This is a descriptive retrospective longitudinal study using a questionnaire-interview given to 64 gymnasts (age:  $11.84 \pm 1.81$  years; body mass:  $38.43 \pm 7.86$  kg; height:  $1.47 \pm 0.11$  m). The variables studied were the practice time and the injuries suffered by the gymnasts (location, typology, severity, production mechanism and the moment in which they occurred).

**Results:** A total of 50 injuries was registered; 19 mild (38%), 23 moderate (46%) and 8 severe (16%). The most affected body region was the back (42%) followed by ankle with a 16%. The most frequent injuries were muscle contractures (48%), sprains (20%), tendinopathy (16%) and muscle micro-tears/tears (6%). Regarding the injury mechanisms, we would highlight the overtraining (44%) and bad support (30%). The phase with the highest injury incidence was the warm-up (50%).

#### Keywords:

Rhythmic gymnastic  
Injury  
Training  
Competition  
Prevention

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [isabelmontosa@gmail.com](mailto:isabelmontosa@gmail.com) (I. Montosa).

**Conclusions:** The most common injuries were muscular and tendon type, back was the most affected area. Results indicate the need for preventive measures, overall to the lower body joints, ankle and knee.

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

## Análise das lesões desportivas em jovens praticantes de ginástica rítmica de competição na categoria infantil

### R E S U M O

**Palavras-chave:**  
Ginástica rítmica  
Lesões  
Treinamento  
Competição  
Prevenção

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi identificar e analisar as lesões mais comuns em ginástica rítmica de competição com base nas características do treinamento, assim com as áreas potenciais sobre quais se podem aplicar medidas de prevenção.

**Método:** Foi realizado um estudo descritivo transversal retrospectivo mediante um questionário de entrevista para 64 ginastas (idade =  $11,8 \pm 1,81$  anos, peso =  $38,43 \pm 7,86$  kg, altura =  $1,47 \pm 0,11$  m). As variáveis estudadas foram o tempo de prática e as lesões sofridas pelas ginastas (localização, tipo, severidade, mecanismo de produção e o momento em que ocorrem).

**Resultados:** Foram registradas um total de 50 lesões, 19 leves (38%), 23 moderadas (46%) e 8 graves (16%). A região do corpo mais afetada foi as costas (42%), seguida do tornozelo com 16%. As lesões mais frequentes foram espasmos musculares (48%), entorses (20%), tendinopatias (16%), rupturas/micro-rupturas fibrilares (6%). Em relação aos mecanismos de lesão se destaca a sobrecarga (44%) e mal apoio (30%). A fase de maior incidência de lesão foi o aquecimento (50%).

**Conclusões:** Predominam as lesões musculares e do tendão, sendo as costas a área mais afetada. Estes resultados devem ser levados em conta para otimizar os programas de prevenção.

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

## Introducción

La gimnasia rítmica (GR), desde su inclusión en los Juegos Olímpicos de Los Ángeles en 1984, se ha convertido en un deporte gimnástico de gran aceptación en su vertiente recreativa y competitiva ganando popularidad mundial<sup>1</sup>. A nivel competitivo es un deporte que requiere fuerza, resistencia, coordinación, agilidad, ritmo y equilibrio. La utilización de los 5 aparatos, aro, mazas, cinta, pelota y cuerda, obliga a que la gimnasta esté preparada físicamente para saltar, girar, lanzar, recoger, voltear... realizando grandes dificultades corporales con elegancia, ya que el factor estético es fundamental en este deporte<sup>1,2</sup>. La gran exigencia técnica, en la ejecución de elementos cada vez más complejos, donde la flexibilidad y la fuerza desempeñan un papel clave<sup>3</sup>, exige cada vez más un volumen de entrenamiento muy elevado donde la gimnasta tiene que repetir muchas veces su rutina, aumentando así el riesgo de lesiones<sup>4</sup>.

Según Meeuwisse<sup>5</sup>, los factores causantes de posibles lesiones pueden ser múltiples: las características del deporte, el nivel de competición, la superficie, la climatología, etc. Hasta la actualidad, son pocos los trabajos existentes en GR que aporten información respecto a la identificación de factores riesgo, a la descripción de las lesiones de mayor incidencia y al diseño de estrategias para disminuir la vulnerabilidad de las mismas<sup>1,6-8</sup>.

Las estadísticas demuestran que, en los primeros 10 años de la carrera deportiva, la gimnasta de rítmica experimenta algún tipo de lesión, que le impide competir o que la mantiene a lo largo de toda su vida<sup>9</sup>. El número de años de práctica o la iniciación temprana en la competición, pueden ser algunos de los factores de riesgo de las lesiones crónicas<sup>10</sup>.

Existen algunos datos en la literatura sobre el dolor de espalda crónico, relacionando este con posiciones extremas e hiperextensiones lumbares repetitivas<sup>11</sup>. Mientras que en otros se demuestra que la región anatómica más afectada es el miembro inferior, seguido del superior y, por último, el tronco. Más concretamente, la articulación del tobillo, seguida de la rodilla<sup>9,10</sup>.

Teniendo en cuenta la demanda específica de este deporte, en cuanto a flexibilidad de espalda, es razonable entender que la GR sea un deporte con riesgo de presentar dolor en la zona lumbar<sup>11</sup>. De hecho, Ríos Azuara et al.<sup>11</sup> indican que las lesiones en el tronco, sobre todo la zona sacro-lumbar, están asociadas a este deporte. Igualmente, Rozenblat<sup>6</sup> menciona que, debido a las reiteradas hiperextensiones del tronco, la lumbalgia y la espondilólisis (detectadas a través de test clínicos), muestran elevados niveles de incidencia en las gimnastas de esta modalidad. Datos en la misma dirección son señalados por Mendizábal<sup>8</sup>, que hace referencia a las contracturas dolorosas como las lesiones más numerosas en gimnastas de rítmica de iniciación, mientras que en los niveles de alto rendimiento (selección nacional), el dolor en la zona lumbar aparece como el problema más frecuentemente señalado por estas deportistas.

De todos los trabajos citados, son pocos los realizados con jóvenes gimnastas de iniciación, quienes tienen más posibilidades de presentar lesiones, debido a la inmadurez de su aparato locomotor para soportar sobrecargas de entrenamiento elevadas<sup>10</sup>. De ahí la necesidad de realizar más investigación para identificar los factores de riesgo de lesiones en este deporte y establecer recomendaciones para la reducción de las mismas<sup>1,12</sup>.

Por tanto, conocer las características de las lesiones en la práctica de la GR y los hábitos de entrenamiento de las gimnastas deberían ser considerados con especial atención como base de la prevención. El objetivo de este trabajo fue analizar la frecuencia, los patrones y la severidad de las lesiones producidas durante la práctica en gimnastas jóvenes de esta modalidad deportiva.

## Método

### Sujetos

Un total de 64 gimnastas participaron en el estudio (edad:  $11,84 \pm 1,81$  años; peso:  $38,43 \pm 7,86$  kg; talla:  $1,47 \pm 0,11$  m, índice de masa corporal:  $17,65 \pm 1,35$  kg/m<sup>2</sup>). Todas tenían un nivel de práctica de más de 3 años de entrenamiento. Atendiendo a los días y



horas de entrenamiento, un (14.28%) entrenaba 2 h/día y el (85.71%) restante entre 2.30 a 3 h/día, todas con una periodicidad de 4 sesiones a la semana. El 91.41% competía a nivel autonómico y el 8.59% a nivel nacional.

### Diseño experimental

Las variables objeto de estudio fueron las características del entrenamiento (tiempo de práctica, horas y días de entrenamiento, material de seguridad y pista reglamentaria) y las lesiones diagnosticadas en los gimnastas (localización, tipología, severidad, mecanismo lesional y momento de producción).

Para el análisis de las variables a todas las gimnastas se les administró un cuestionario-entrevista retrospectivo, validado por Navarro<sup>13</sup> y utilizado en diversos estudios<sup>14-16</sup> que permite obtener información de carácter general (edad, peso, estatura, categoría competitiva y nivel de competición), así como, conocer de forma cuantitativa y cualitativa el número, el tipo y la gravedad de las lesiones presentadas durante toda la vida deportiva de los gimnastas hasta la actualidad.

En cuanto a la valoración del tipo de lesión, se partió de la clasificación de Egocheaga et al.<sup>17</sup>, por lo tanto, se identificaron lesiones musculares, articulares, ligamentosas y óseas.

Para la valoración de la gravedad de las lesiones se siguieron los criterios de división utilizados en varios estudios<sup>18,19</sup>, diferenciando entre lesiones leves (1 a 7 días de recuperación), moderadas (suponen entre 8 y 21 días de recuperación) y graves (de 22 días en adelante de baja deportiva o la incapacidad permanente).

Se calculó la incidencia lesional a través de la fórmula: número de lesiones/horas de exposición  $\times$  1000 h, de manera general para los entrenamientos y las competiciones<sup>20</sup>. La cantidad total de horas de exposición se determinaron durante un período de 4 temporadas (2010-2014).

Previamente a la administración de los cuestionarios, las entrenadoras y los padres fueron informados del objeto de la investigación y se les pidió que completaran un formulario de consentimiento informado, previamente aprobado por el Comité Ético de Investigación de la Universidad de Granada, en donde se destacaba la confidencialidad de los datos, así como el carácter voluntario de su participación, siguiendo los criterios de la Declaración de Helsinki y de la Asociación Médica Mundial para la investigación con seres humanos. Al ser todas las gimnastas menores, fueron los padres quienes firmaron el consentimiento informado necesario antes de realizar el trabajo. Para la cumplimentación de los cuestionarios se acudió a los entrenamientos de los diferentes clubes seleccionados de la comunidad autonómica andaluza, donde se les pidió permiso a las entrenadoras para informar a las gimnastas. Todas las entrenadoras colaboraron de forma positiva, permitiéndonos llevar a cabo el cuestionario por pequeños grupos o de forma individual durante las sesiones de entrenamientos y en presencia de un investigador del estudio, quien les explicó brevemente los objetivos del trabajo y el cuestionario para la recogida de los datos, resolviendo dudas y ayudando a entender algunas preguntas en caso necesario. Se garantizaron la confidencialidad y el anonimato de las respuestas. La duración de aplicación de los cuestionarios fue de aproximadamente 12 min.

### Análisis estadístico

Se realizó un estudio descriptivo de los datos. Los datos se muestran en frecuencias observadas y porcentajes. Los cálculos se realizaron utilizando el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v. 15.0 (SPSS Inc., Chicago, EE. UU.).

**Tabla 1**

Tipo de lesiones, estructura corporal, localización y mecanismos lesionales

Tipo de lesiones	N	%
Contracturas	24	48
Esguinces	10	20
Tendinitis	8	16
Rotura de fibras musculares	3	6
Otras	5	10
Estructura corporal	N	%
Miembro superior	2	4
Tronco	23	46
Miembro inferior	25	50
Localización zona lesión	N	%
Cuello	2	4
Mano	2	4
Espalda	21	42
Muslo	7	14
Rodilla	4	8
Tibia	2	4
Tobillo	8	16
Pie	4	8
Mecanismos lesionales	N	%
Sobrecarga de entrenamiento	22	44
Mal apoyo	15	30
Por repetición	7	14
Otras	6	12

### Resultados

El tiempo total de exposición fue de 34179.6 h, con un total de 50 lesiones.

El índice lesional obtenido fue de 1.46 por cada 1000 h de exposición (entrenamientos + competición).

El 100% de los sujetos tenían plan de entrenamiento y se encontraban bajo la supervisión de una entrenadora.

En cuanto al tipo de lesión por región corporal (tabla 1), existe un claro predominio de lesiones en la espalda. De las 24 contracturas musculares, 21 de ellas se localizaron en dicha zona. Respecto a los mecanismos lesionales, destacar la sobrecarga de entrenamiento (44%) y el mal apoyo (30%).

Atendiendo al momento de producción, la mayor carga lesional se concentra en el calentamiento (50%), seguido de la parte técnica específica (34%) (tabla 2). En la preparación física el trabajo de flexibilidad representó la mitad del total de las lesiones registradas y dentro de la técnica específica destacar el ejercicio de pelota como el más lesivo (8%).

En la tabla 3 puede observarse la severidad de las lesiones, estimada según la cantidad de días de incapacidad funcional, donde

**Tabla 2**

Fase de la sesión de entrenamiento en la que se genera la lesión

Fase	N	%
Calentamiento	25	50
Técnica específica	17	34
Ejercicio manos libres	3	6
Ejercicio cuerda	3	6
Ejercicio pelota	4	8
Ejercicio aro	2	4
Ejercicio mazas	1	2
Ejercicio cinta	0	0
Conjunto	2	4
Nuevos elementos	2	4
Preparación física	4	8
Otros	4	8
Total	50	100

**Tabla 3**  
Número de lesiones y gravedad

¿Has tenido alguna lesión en gimnasia rítmica?	
	N.º
Sí	38
No	26
Total gravedad lesión	
	N.º
Leves	19
Moderadas	23
Graves	8

predominaron las de tipo moderado (46%). El 70% de las gimnastas acudieron al médico tras la lesión, el 2% lo hizo pero pasados unos días tras la misma, y un 28% no acudió.

En referencia al material utilizado, el 100% hacía uso del tapiz de gimnasia rítmica. Como medios de protección, un 46.87% afirmó hacer uso de rodilleras, un 15.62% utilizaba tobilleras, el 3.12% colchonetas y un 1.56% se hacía distintos vendajes. En relación con la necesidad de rehabilitación, el 12% requirió de esta, mientras que en un 88% no fue necesaria. El 34% de las lesiones se trató con reposo, un 30% mediante frío y el 26% con vendajes.

## Discusión

En el presente trabajo el objetivo fue describir el número de lesiones presentadas, atendiendo al tipo, la distribución, el momento de producirse y la gravedad de las mismas en gimnastas en formación pertenecientes a diferentes clubes de la comunidad andaluza, teniendo en cuenta la cantidad de días de entrenamiento y competición.

Los resultados de este estudio mostraron que el 100% de las lesiones se produjeron durante los entrenamientos, no existiendo ninguna en competición. Estos datos corroboran los resultados hallados por Dimitrova y Petkova<sup>21</sup>, quienes indican la relación entre un elevado número de horas de entrenamiento y el índice lesional en este deporte. De ahí que se deba de hacer hincapié en alertar a los entrenadores sobre los métodos de entrenamiento empleados, ya que excesivas cargas de trabajo podrían aumentar el riesgo de lesión.

En cuanto a la incidencia lesional fue de 1.46 lesiones por cada 1000 h de exposición, valores similares a los obtenidos en otros deportes gimnásticos que van desde 1.3 hasta 2.94<sup>22,23</sup>. Sin embargo, son superiores a los encontrados por Cupisti<sup>10</sup> en GR, quien reportó un índice de lesiones de 1.08 lesiones por 1000 h de formación e inferiores a las tasas indicadas por Kolt y Kirkby<sup>7</sup> y Grana y Weiker<sup>24</sup>, que van desde 3.3 hasta 4.3

Por otra parte, las lesiones más frecuentes encontradas en este estudio son musculares y de carácter leve o moderado, datos que van en la línea de los resultados hallados por otros trabajos<sup>21,25</sup>.

Grana y Weiker<sup>24</sup> señalan que los esguinces y las distensiones son las más frecuentes en GR, datos similares a lo que sucede en nuestro estudio.

En cuanto a la gravedad de las lesiones, la gran mayoría son moderadas y no requieren más de 3 semanas de inactividad. Se constata la relación existente entre el tipo de lesiones musculares (contracturas) y las lesiones moderadas ( $p \leq 0.05$ ), por lo que, desde el punto de vista de rendimiento deportivo, la alteración ocasionada al entrenamiento y/o la competición ha sido baja. De hecho, las necesidades de rehabilitación se dirigieron a una recuperación activa y temprana en la mayoría de los casos, haciendo uso de crioterapia y vendaje para acelerarla en relación con los esguinces y masajes, medicamentos antiinflamatorios y propuestas de ejercicios individualizados para desarrollar la musculatura

implicada en el funcionamiento de la columna vertebral y mejorar su coordinación, cuando la zona afectada era la espalda.

Atendiendo a la estructura corporal lesionada, se corroboran los resultados obtenidos por diversos autores<sup>8,12</sup>, siendo la zona más afectada la espalda. La elevada incidencia lesional de esta zona puede deberse al grado de implicación de la misma durante esta práctica deportiva, tal como indica Rozenblat<sup>6</sup>, las reiteradas hiperextensiones del tronco, potencian elevados niveles de incidencia de lesiones en esta zona en las gimnastas de esta modalidad. Mendizábal<sup>8</sup> hace referencia a las contracturas dolorosas en dicha zona como las lesiones más numerosas en gimnastas de GR de iniciación, de forma similar a la muestra de nuestro estudio.

Estos datos contrastan con el trabajo realizado por Rego et al.<sup>25</sup> sobre las lesiones en gimnastas de GR, donde el mayor número de lesiones se producen en el miembro inferior (tobillo, rodilla).

Igualmente, los resultados de nuestro estudio son diferentes de lo que ocurre en otras disciplinas gimnásticas<sup>26</sup> o en la danza<sup>27,28</sup>, donde la zona más afectada es el tobillo. No obstante, en nuestro caso, el tobillo fue la segunda zona afectada, con un 16% (tabla 1).

Estudios en gimnasia artística<sup>26</sup> establecen una localización de la lesión, entre un 50-65% en las extremidades inferiores y entre un 15 y un 20% en el tronco y la columna vertebral. Sin embargo, los datos de nuestro estudio nos indican que, aunque las lesiones en el tren inferior (esguinces, roturas fibrilares, contracturas y tendinitis) suman el 50%, existe una alta localización en el tronco, con un (44%), destacando las contracturas de espalda con un 42% (tabla 1).

En cuanto a la fase de la sesión de entrenamiento en la que se produce la lesión, llama la atención que es durante el calentamiento cuando se produce el porcentaje de lesiones más elevado, todo lo contrario a lo que sucede en la gimnasia aeróbica, el ballet clásico y contemporáneo, donde el porcentaje de lesión es el más bajo, con solo un 10%<sup>16,27</sup>.

Es importante, por tanto, insistir en que los profesionales inicien sus entrenamientos con un calentamiento completo que permita la realización de posiciones correctas y una carga progresiva en determinadas estructuras anatómicas teniendo en cuenta la aptitud del/la gimnasta<sup>29</sup> y su desarrollo madurativo.

Por otro lado, dentro de la parte técnica, los elementos de mayor incidencia lesiva con y sin aparatos fueron los saltos, de forma similar a los estudios de danza<sup>27,28</sup> y gimnasia aeróbica<sup>13-15</sup>. La repetición reiterativa de dichos elementos, además de una mala técnica o sobreentrenamiento de los mismos, ha podido ser la causa<sup>29</sup>. De ahí la importancia de un mayor control en este tipo de movimiento, insistiendo en un aprendizaje progresivo con tareas metodológicas adecuadas hasta llegar a una técnica correcta y un control en la carga (volumen e intensidad) de los mismos durante el entrenamiento.

Una de las mayores limitaciones de nuestro estudio ha sido no tener una muestra más grande y heterogénea en cuanto a las diferentes categorías competitivas y rangos de edades para poder establecer comparaciones. Igualmente, cabe señalar como limitación el procedimiento del registro, pues aunque su uso en otros deportes gimnásticos haya sido eficaz<sup>13-16,30</sup>, sería más aconsejable disponer de especialistas en medicina que registren las lesiones de cara a obtener datos más precisos. No obstante, este trabajo proporciona información relevante en la iniciación de jóvenes talentos para la realización de futuras investigaciones centradas en la prevención de lesiones en este deporte. Consideramos que el análisis de los datos referentes a las lesiones en este deporte debe ser permanente, ya que constituye una importante herramienta para la planificación y el control del entrenamiento, así como para el desarrollo de sus sesiones.

A la vista de los resultados obtenidos, la región corporal más afectada fue la espalda, predominando las lesiones musculares (contracturas y distensiones). La fase de trabajo en la que mayor porcentaje de lesiones se produce fue el calentamiento, seguida de



la fase de técnica específica. La mayoría de las lesiones fueron leves y moderadas, y todas han tenido lugar en los entrenamientos.

Con respecto a los datos de nuestro estudio, la elevada frecuencia de lesiones musculares nos alerta acerca del profundo conocimiento de las mismas y de mejorar la conducta en la toma de las medidas de prevención. El alto porcentaje de lesiones en la primera fase de la sesión (calentamiento) indica la realización de un calentamiento más completo, con una fase general donde el cuerpo se prepare para la actividad a realizar y una parte específica, de control postural más adaptada al trabajo técnico de habilidades y aparatos, permitiendo al organismo adaptarse progresivamente a la realización de elementos específicos de mayor intensidad, teniendo en cuenta las aptitudes de cada gimnasta de forma individual. Por otro lado, los altos porcentajes de lesiones leves y moderadas obliga a su rápido tratamiento, no solo para restablecer la vuelta de la gimnasta a la práctica en un tiempo lo más breve posible, sino también para evitar que esas lesiones se transformen a la larga en más graves, como lo demuestran diversos estudios<sup>31,32</sup>.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Agradecimientos

Agradecemos a la Federación Andaluza de Gimnasia, y a todas las entrenadoras y gimnastas que participaron en el estudio, por la colaboración y ayuda prestada.

### Bibliografía

- Zetaruk MN, Violan M, Zurakowski D, Mitchell WA, Micheli LJ. Recomendaciones para el entrenamiento y prevención de lesiones en gimnastas de rítmica de elite. *Apunts Med Esport*. 2006;41:100–6.
- Vernetta M, Fernández E, López-Bedoya J, Gómez-Landero A, Oña A. The relations between morphological profile and body esteem of Andalusian rhythmic gymnastics team. *Mot Eur J Hum Mov*. 2011;26:77–92.
- Alexander MJL. A comparison of physiological characteristics of elite and subelite rhythmic gymnasts. *J Hum Mov Stud*. 1991;20:49–69.
- McAuley E, Hudash G, Shields K. Injuries in women's gymnastics. The state of the art. *Am J Sports Med*. 1987;15:558–65.
- Meeuwisse WH. Athletic injury etiology: Distinguishing between interaction and confounding. *Clin J Sport Med*. 1994;4:171–5.
- Rozenblat M. Gymnastique et traumatologie. *Cinesiologie*. 1998;182:205–9.
- Kolt G, Kirby RJ. Epidemiology of injury in elite and subelite female gymnasts: A comparison of retrospective and prospective findings. *Br J Sport Med*. 1999;33:312–8.
- Mendizábal S. Fundamentos de la gimnasia rítmica: mitos y realidades. Madrid: Gymnos; 2001.
- Arce Abad MA. Gimnasia. *Arch Med Dep*. 1989;4:415–8.
- Cupisti A. Injury survey in competitive sub-elite rhythmic gymnasts: Results from a prospective controlled study. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007;47:203–7.
- Ríos Azuara D, Pérez Flores D, Ríos Alcolea M. Epidemiología de las lesiones deportivas en países de la Unión Europea. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte*. 2014;14:479–94.
- Earing M. The athlete and heart disease: Diagnosis, evaluation, and management. *Pediatr Cardiol*. 1999;20(4):247.
- Navarro E. Las lesiones deportivas asociadas al aeróbic de competición [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2003.
- Martínez I, Navarro EM, Vernetta M. Aerobic deportivo: características del entrenamiento y lesiones encontradas en categoría junior y absoluta. MD, *Revista Científica en Medicina del Deporte*. 2005;3:10–6.
- Abalo R, Vernetta M, Gutiérrez-Sánchez A. Analysis of incidence of injury in spanish elite aerobic gymnastics. *Rev Bras Med Esporte*. 2013;19:355–8.
- Abalo R, Vernetta M, Gutiérrez-Sánchez A. Prevention of injuries to lower limbs using logistic regression equations in aerobic gymnastics. *Medicina dello Sport*. 2013;66:265–76.
- Egocheaga J, Urraca JM, del Valle M, Rozada A. Estudio epidemiológico de las lesiones en el rugby. *Arch Med Deporte*. 2003;20:22–6.
- Harringe ML, Lindblad S, Werner S. Do team gymnasts compete in spite of symptoms from an injury. *Br J Sports Med*. 2004;38:398–401.
- Marshall SW, Covassin T, Dick R, Nassar LG, Agel J. Descriptive epidemiology of collegiate women's gymnastics injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988–1989 through 2003–2004. *J Athl Train*. 2007;42:234–40.
- Purnell M, Shirley D, Nicholson L, Adams R. Acrobatic gymnastics injury: Occurrence, site and training risk factors. *Phys Ther Sport*. 2010;11:40–6.
- Dimitrova L, Petkova K. Modeling injury risk for pre-elite rhythmic gymnasts: Bayesian Network Approach. The 2nd Electronic International Interdisciplinary Conference [Internet] 2013;6:476–481 [consultado 26 Nov 2015]. Disponible en: <http://www.eiic.cz/archive/?vid=1&aid=3&kid=20201-52&q=f1>.
- O'Kane JW, Levy MR, Pietila KE, Caine DJ, Schiff MA. Survey of injuries in Seattle Area levels 4 to 10 female club gymnasts. *Clin J Sport Med*. 2011;21:486–92.
- Harringe M, Renström P, Werner S. Injury incidence, mechanism and diagnosis in top-level teamgym: A prospective study conducted over one season. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17:115–9.
- Grana W, Weiker G. Lesiones en gimnasia rítmica. En: Renström P.A.F.H., editor. *Prácticas clínicas sobre asistencia y prevención de lesiones deportivas*. Barcelona: Paidotribo; 2015.
- Rego F, Reis M, Oliveira R. Lesões em ginastas portuguesas de competição das modalidades de trampolins, ginástica acrobática, ginástica artística e ginástica rítmica na época 2005/2006. *Rev Port Fisiot Desp*. 2007;1:21–7.
- Lindner KJ, Caine DJ. Injury patterns of female competitive club gymnasts. *Can J Sport Sci*. 1990;15:254–61.
- Sobrino F, Guillén P. Lesiones en el ballet. Estudio epidemiológico. En: Guillén P, editor. *Lesiones deportivas*. Madrid: Fundación MAPFRE Medicina; 2015.
- Fernandez-Palazzi F, Rivas S, Pérez Y. Lesiones en bailarines de ballet clásico. *Arch Med Dep*. 1992;9:309–13.
- Garrick JG, Requa RK. Epidemiology of women's gymnastics injuries. *Am J Sports Med*. 1980;8:261–4.
- Rojas NA, Vernetta M, Lopez-Bedoya J. Características de las lesiones deportivas de los gimnastas de competición de tumbling. *Arch Med Dep*. 2015;32:215–22.
- Hopkins WG, Marshall SW, Quarrie KL, Hume PA. Risk factors and risk statistics for sports injuries. *Clin J Sports Med*. 2007;17:208–10.
- Reström PAFH. *Prácticas clínicas sobre asistencia y prevención de lesiones deportivas*. Barcelona: Paidotribo; 1999.



Original

## Ejercicios resistidos, parámetros hematológicos, virológicos y perfil antropométrico en personas que viven con VIH/SIDA



I.K. dos Santos, K.P.M. de Azevedo, F.C.M. Melo, U.M.C. Maia, H.J. de Medeiros y M.I. Knackfuss\*

Programa de Pós-Graduação em Saúde e Sociedade (PPGSS), Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró, RN, Brasil

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 21 de octubre de 2015

Aceptado el 10 de febrero de 2016

#### Palabras clave:

VIH/SIDA

Ejercicios resistidos

Salud

Virología

### R E S U M E N

**Objetivo:** El objetivo de este estudio descriptivo fue analizar la relación entre los ejercicios de fuerza y los parámetros hematológicos, virológicos y antropométricos.

**Método:** Fueron analizadas 40 personas de ambos sexos que viven con VIH/SIDA, con edades entre 20 y 50 años, de la ciudad de Mossoró (Rio Grande do Norte, Brasil). Todas fueron evaluadas antes y después de ser sometidas a un programa de ejercicios de fuerza. Los datos fueron analizados con el programa SPSS 20.0 en su versión en portugués.

**Resultados:** Fue posible encontrar diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en el porcentaje de grasa, la urea y la hemoglobina.

**Conclusiones:** Se concluye que al participar en un programa de ejercicios de fuerza, las personas que viven con VIH/ SIDA obtuvieron mejorías en los parámetros hematológicos, virológicos y en su perfil antropométrico.

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

### Resisted exercises, hematological and virological parameters, and anthropometric profiles in people living with HIV/AIDS

#### A B S T R A C T

**Objective:** The objective of this descriptive study was to analyze the relationship between strength exercises and hematological, virological and anthropometric parameters.

**Method:** A total of 40 people living with HIV/AIDS from both genders, aged between 20 to 50 years old, and residents in the city of Mossoró-RN (Brazil) were analyzed. All of them were evaluated before and after being subjected to a program of resisted exercises. The data were analyzed with the SPSS program version 20.0 in Portuguese.

**Results:** A significant difference ( $p < 0.05$ ) was observed in the fat percentage, urea, and hemoglobin.

**Conclusions:** It was concluded that by participating in a program of resisted exercises, people living with HIV/AIDS achieved improved hematological and virological parameters and anthropometric profile.

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

#### Keywords:

HIV/AIDS

Resisted exercises

Health

Virology

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [kmariairany@yahoo.com.br](mailto:kmariairany@yahoo.com.br) (M.I. Knackfuss).

## Exercícios resistidos, parâmetros hematológicos e virológicos, e perfil antropométrico em pessoas com HIV/AIDS

### R E S U M O

**Palavras-chave:**  
HIV/AIDS  
Exercícios resistidos  
Saúde  
Virologia

**Objetivo:** O objetivo deste estudo descritivo foi analisar os efeitos do exercício físico resistido em parâmetros hematológicos e virológicos e o perfil antropométrico de pessoas com HIV/AIDS.

**Método:** Um total de 40 pessoas que vivem com HIV/AIDS de ambos os sexos, com idade entre 20 a 50 anos e residentes na cidade de Mossoró-RN foram analisados. Todos foram avaliados antes e depois de ser submetido a um programa de exercícios resistidos. Os dados foram analisados com o programa SPSS versão 20.0 em Português.

**Resultados:** Houve uma diferença significativa ( $p < 0.05$ ) foi observada no percentual de gordura, ureia, e hemoglobina.

**Conclusões:** Conclui-se que, ao participar de um programa de exercícios resistidos, as pessoas que vivem com HIV/AIDS alcançaram melhorias no parâmetros hematológicos e virológicos e perfil antropométrico.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U.

Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Introducción

El síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) representa, desde su aparición, un gran problema de salud pública. Los datos muestran que en el año 2012 fueron notificados 39185 casos de SIDA en Brasil, donde el índice de detección nacional fue de 20.2 casos para cada 100000 habitantes. El mayor índice de detección se registró en la Región Sur, con 30.9 por cada 100000 habitantes, seguida por la Región Norte (21.0), Región Sudeste (20.1), Región Centro-Oeste (19.5) y Región Nordeste (14.8)<sup>1</sup>.

Así, el SIDA es la manifestación clínica avanzada resultante de una condición de inmunodeficiencia causada por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). El VIH pertenece a la subfamilia Lentiviridae, familia Retroviridae, y causa efectos citopáticos a corto plazo. El curso natural de la infección por VIH se divide en fases como la infección aguda, la infección asintomática y la infección sintomática<sup>2</sup>.

La infección aguda se produce después de la transmisión viral, con una duración media de dos semanas a seis meses y se manifiesta clínicamente en algunos individuos con síntomas pseudogripales. Las características principales son la alta viremia, la intensa respuesta inmune a la depleción de las células TCD8+ TCD4+, dando como resultado la propagación del VIH en el cuerpo y alcanzando así el sistema nervioso central. Al final de la infección aguda, hay una disminución y estabilización de la viremia y la respuesta inmune<sup>3</sup>.

Por otro lado, la infección asintomática se caracteriza por mínima o ninguna sintomatología clínica, inmunodeficiencia grave y recuperación difícil, debido al aumento de la viremia, generalmente con TCD4 inferior a 200 células/ml. En esta etapa, la persona infectada por el VIH puede presentar un conjunto de signos y síntomas tales como malestar general, fiebre prolongada, sudores nocturnos y el síndrome de desnutrición, que condicionarán posteriormente el pronóstico de evolución para el SIDA. El SIDA es el aspecto final de la infección por VIH; es una enfermedad crónica caracterizada por la inmunosupresión profunda, la generación de condiciones médicas tales como la atrofia muscular, degeneración del sistema nervioso central, enfermedades malignas e infecciones oportunistas<sup>4</sup>.

A raíz de los datos tan representativos de casos de VIH/SIDA, surgió la terapia antirretroviral (TAR), que permitió observar un

aumento considerable en la supervivencia de estas personas, con una reducción de la morbimortalidad y una disminución en el número de ingresos hospitalarios. De esta manera, podemos considerar la adhesión al tratamiento TAR como un fuerte determinante para el éxito terapéutico, con influencia significativa sobre las condiciones clínicas y biológicas<sup>5</sup>.

Sin embargo, y a pesar de los beneficios mencionados, esta terapia entraña gran dificultad para su cumplimiento, debido a los efectos colaterales, que causan incomodidad y malestar en los pacientes. Tales efectos incluyen el síndrome lipodistrófico, efectos gastrointestinales y disturbios hemorrágicos, entre otros<sup>6</sup>.

El síndrome de lipodistrofia asociada al VIH se caracteriza por alteraciones en la distribución de la grasa corporal, pérdida de grasa subcutánea en cara y extremidades, dislipidemia, resistencia a la insulina, e hipertensión, con el consiguiente aumento del riesgo cardiovascular. Los cambios observados en los lípidos consisten en el aumento de triglicéridos en suero (TG) y/o del colesterol total (CT), aumento de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y descenso de los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL)<sup>7,8</sup>.

Es en dicha coyuntura donde aparece el ejercicio físico, que funciona —tanto el aeróbico como el anaeróbico— como terapia coadyuvante de la TAR, y que representa una estrategia no farmacológica para la prevención y el control de patologías derivadas de la acumulación de grasa visceral, con lo que reduce factores de riesgo asociados a problemas cardiovasculares, dislipidemias, hipertensión arterial y diabetes<sup>9</sup>.

En este contexto, los ejercicios de fuerza pueden inducir un aumento de la masa magra y de la densidad mineral ósea, resultando así altamente recomendado en el tratamiento del VIH, dado que las personas que viven con VIH/SIDA tienden a presentar reducción de la densidad mineral ósea y baja masa corporal. A lo que se suma que la práctica regular de ejercicio físico contribuye a mejorar los problemas psicológicos asociados a la infección por VIH<sup>10,11</sup>.

Con el uso de la TAR y un estilo de vida saludable, dieta equilibrada y actividad física regular, como un programa de entrenamiento de fuerza, los beneficios pueden ser significativos, frenando la progresión de la infección, evitando la aparición de enfermedades oportunistas y combatiendo los efectos secundarios del tratamiento<sup>12</sup>.

En este contexto, este estudio se propuso analizar la relación entre los ejercicios de fuerza y la expresión de los parámetros hematológicos, virológicos y el perfil antropométrico de personas que viven con VIH/SIDA.

## Método

### Sujetos

Participaron en el estudio 40 individuos (19 de sexo femenino y 21 de sexo masculino), de edades entre 20 y 50 años ( $43.7 \pm 5.7$ ), participantes en el «Programa pro-vida: actividad física y calidad de vida» de la Universidad Estadual de Rio Grande do Norte (UERN).

Los individuos que viven con VIH/SIDA y que están registrados en el Núcleo de atención del Hospital Rafael Fernandes, en la ciudad de Mossoró (Rio Grande do Norte), fueron invitados a participar voluntariamente en el estudio. Se establecieron como criterios de inclusión el presentar un nivel de TCD4+ superior a  $200 \text{ mm}^3$ , ser voluntarios, recibir atención clínica periódica en el hospital de referencia y estar siguiendo, desde por lo menos 6 meses atrás, la TAR. Fueron excluidos los individuos que presentaban un total de linfocitos TCD4 inferior a  $200 \text{ mm}^3$ , o cualquier tipo de dolencia aguda o crónica que supusiera un impedimento para la participación en el programa de ejercicios físicos.

El presente estudio descriptivo fue aprobado por el comité de ética de la Universidad del Estado de Rio Grande do Norte de acuerdo con las directrices de la Resolución 466/12 y complementarias del Consejo Nacional de Salud, bajo el parecer n.º 51 068.

### Procedimientos

Para evaluar el índice de masa corporal (IMC), fueron utilizados como instrumentos de medida una báscula antropométrica digital y un estadiómetro, ambos de la marca Sanny. Se midieron, a través del plicómetro de marca Sanny®, los siguientes pliegues cutáneos: tríceps, bíceps, subescapular, pectoral, axilar medio, cresta ilíaca, supraespal, abdomen, anterior del muslo y pantorrilla. El porcentaje de grasa (%G) fue obtenido mediante el protocolo de Pollock et al.<sup>13</sup>. Los linfocitos TCD4 fueron evaluados con citometría de flujo usando equipos FACSCalibur, y los datos bioquímicos fueron medidos mediante el lector ELISA, colesterol total (COLESTAT enzimático AA) y HDL (MONOFASE AA PLUS).

Los ejercicios fueron realizados tres días por semana durante un total de 24 semanas, cada sesión duró una hora, utilizándose para ello el gimnasio y la sala de musculación de la Facultad de Educación Física/UERN, bajo la supervisión directa de un profesional habilitado con formación profesional en educación física. Las sesiones fueron iniciadas con calentamiento (caminata de 20 min al 50 y 60% de la frecuencia cardíaca máxima [FCM]), siguiendo las recomendaciones para la prescripción de ejercicio del Colegio Americano de Medicina del Deporte<sup>14</sup>. A continuación se realizaba el entrenamiento principal consistente en las series de los 7 ejercicios de musculación, tras las que se concluía con ejercicios de estiramiento involucrando los grupos musculares de tronco, cadera, rodilla, hombro y codo.

El método de entrenamiento comenzó con tres series de 15 repeticiones en las primeras seis semanas, tres de doce repeticiones en las próximas 18 semanas, con una intensidad del 65 al 80% de una repetición máxima (1RM), ajustando las cargas cada dos semanas; en todos los casos se intercaló un periodo de recuperación de un minuto entre series. La serie consistió en ejercicios que involucraron alternativamente grandes grupos y pequeños grupos musculares (pectoral, dorsal, cuádriceps, bíceps, tríceps, pantorrilla y abdomen). El protocolo de entrenamiento consistió en los siguientes ejercicios y orden: *press* de banca, dorsalera, prensa de piernas, máquinas de femorales, extensión de tríceps en polea alta, banco pantorrilla y abdominales en máquina.

**Tabla 1**  
Perfil antropométrico

Variabes	Pretest	Postest	p
IMC	24.50 ± 2.28	24.81 ± 2.30	0.45
Pliegue tríceps (mm)	14.9 ± 7.8	13.1 ± 7.1	0.02 <sup>*</sup>
Pliegue bíceps (mm)	7.8 ± 4.7	7.4 ± 4.5	0.02 <sup>*</sup>
Pliegue subescapular (mm)	21.2 ± 8.8	19.2 ± 9.1	0.47
Pliegue pectoral (mm)	11.8 ± 6.3	10.2 ± 4.0	0.21
Pliegue axilar medio (mm)	19.4 ± 10.5	15.9 ± 8.3	0.24
Pliegue cresta ilíaca (mm)	24.2 ± 11.7	18.6 ± 8.3	0.02 <sup>*</sup>
Pliegue supraespal (mm)	18.6 ± 10.4	16.3 ± 8.2	0.01 <sup>*</sup>
Pliegue abdomen (mm)	27.7 ± 10.7	21.2 ± 9.3	0.20
Pliegue anterior muslo (mm)	16.3 ± 11.1	15.6 ± 9.5	0.01 <sup>*</sup>
Pliegue pantorrilla (mm)	7.9 ± 4.3	6.9 ± 4.1	0.58
Porcentaje grasa (%)	21.9 ± 9.7	19.5 ± 8.6	0.01 <sup>*</sup>

\* p < 0.05.

**Tabla 2**  
Datos hematológicos y carga viral

Variable	Pretest	Postest	p
TCD4 (células/ml)	627.7 ± 276.1	657.1 ± 240.1	0.40
Hemoglobina (mg/dl)	12.8 ± 1.5	11.6 ± 2.4	0.04 <sup>*</sup>
Urea (mg/dl)	32.5 ± 8.3	49.1 ± 2.6	0.03 <sup>*</sup>
Glucemia (mg/dl)	81.4 ± 7.2	84.6 ± 7.8	0.20
Lipoproteínas de alta densidad (HDL) (mg/dl)	46.3 ± 16.4	48.6 ± 8.0	0.63
Lipoproteínas de baja densidad (LDL) (mg/dl)	103.4 ± 34.2	97.7 ± 27.4	0.67
Colesterol total (mg/dl)	195.2 ± 44.5	200.1 ± 37.9	0.61

\* p < 0.05.

### Análisis estadístico

Los datos fueron evaluados a través del programa estadístico SPSS 20.0, en su versión en portugués, aplicándose para medidas de tendencia central la media y desviación típica. La normalidad fue verificada a través del test de Shapiro Wilk; para las variables paramétricas se utilizó el test t pareado, con nivel de significación de  $p < 0.05$ .

### Resultados

En el presente estudio se constataron descensos, estadísticamente significativos, en los pliegues del tríceps, bíceps, cresta ilíaca, supraespal y anterior del muslo, así como en el %G comparando los valores pre y postintervención. Probablemente las variables relacionadas con el peso, la estatura y el IMC mantuvieron una constante por el hecho de que el programa de entrenamiento de fuerza, para personas que viven con VIH/sIDA, tiene como foco principal disminuir el porcentaje de grasa, evitando altas intensidades y las consiguientes posibilidades de adquisición de infecciones oportunistas (tabla 1).

Cuando se compararon los resultados del TCD4 obtenidos en la evaluación pre y postintervención, se verificó que no hubo diferencia significativa, manteniéndose una media constante. Para las variables hemoglobina y urea hubo una diferencia significativa entre los resultados obtenidos en la primera recogida de datos y la segunda. Al ser comparada la pre y postintervención, la glucosa no presentó una diferencia significativa (tabla 2).

Por lo que se refiere a variables metabólicas como colesterol, HDL y LDL, no hubo una diferencia significativa con relación al programa de entrenamiento (tabla 2).

### Discusión

Los resultados encontrados por Roubenoff et al.<sup>15</sup> y por Brito et al.<sup>16</sup> demostraron que el grupo de personas con VIH/SIDA



practicante de entrenamiento presentó una reducción significativa del porcentaje de grasa, corroborando los datos encontrados en nuestro estudio.

Por ser el mantenimiento adecuado de la inmunidad una preocupación básica de los programas de entrenamiento de fuerza, los niveles de TCD4 se convierten en una variable muy relevante. Así, los estudios de Lazzarotto et al.<sup>2</sup> demuestran que el entrenamiento aeróbico induce un aumento significativo de este marcador de la respuesta inmunológica, a diferencia de nuestro estudio, en el que no encontramos cambios en los niveles de TCD4 con ejercicios de fuerza.

Con resultados similares a los de nuestro estudio, Gomes et al.<sup>10</sup> enfatizan que, a pesar de una probable relación entre la práctica de ejercicios y una mejoría clínica general, las investigaciones disponibles no permiten afirmar con seguridad que haya un impacto significativo directo sobre indicadores de la función inmunológica (por ejemplo, células TCD4 o carga viral).

Para Petróczi et al.<sup>17</sup>, en los participantes que completaron el programa de ejercicio, cuando se compararon todas las variables pre y post, los resultados mostraron cambios en el sentido deseado, habiendo disminución en el peso y en los pliegues cutáneos, resultados estos que se asemejan a nuestros datos. No obstante, los valores de TCD4 presentaron un aumento, contraponiéndose a los resultados de nuestro estudio.

Por otro lado, individuos infectados por el VIH se enfrentan a múltiples factores metabólicos que pueden acelerar la progresión, lo que les hace ser más propensos a infecciones oportunistas<sup>4</sup>.

A diferencia de los valores encontrados en nuestro estudio, en lo que se refiere al colesterol y LDL, los resultados de los estudios de Thoni et al.<sup>18</sup> y de Aberg et al.<sup>19</sup> tendieron a disminuir significativamente, sin que hubiera ausencia de efecto sobre el HDL, lo que podría estar relacionado con los efectos del tratamiento antirretroviral, que pueden contrarrestar los efectos del entrenamiento aeróbico sobre el metabolismo lipídico de esta población.

Los estudios de Jones et al.<sup>20</sup> y Soares et al.<sup>21</sup> también se contraponen a nuestros resultados al evaluar las variables HDL, LDL y colesterol total, apreciando un aumento significativo, lo que sustenta el consenso de que la infección por VIH lleva al desarrollo de un perfil anormal de lípidos.

La práctica de ejercicio físico regular se ha mostrado como un método importante para la mejora de las variables fisiológicas asociadas con el metabolismo, con muchos beneficios para la población objetivo<sup>22</sup>.

Los resultados encontrados nos permiten concluir que, al participar en un programa de ejercicios de fuerza, las personas que viven con VIH/SIDA obtuvieron mejorías en los parámetros hematológicos, virológicos y en su perfil antropométrico. Así, se recomienda la realización de nuevos estudios, con aumento del tiempo de intervención y participación de equipos multidisciplinares (psicólogos y nutricionistas, entre otros) en el acompañamiento del programa de ejercicios, lo que podría impulsar mejorías significativas en la salud y en los parámetros estudiados, pudiéndose utilizar dichos programas como herramientas efectivas en el tratamiento de personas que viven con VIH/SIDA.

### Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

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

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

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

- Sousa PKR, Torres DVM, Miranda KCL, Franco AC. Vulnerabilidades presentes no percurso vivenciado pelos pacientes com HIV/AIDS em falha terapêutica. *Rev Bras Enferm.* 2013;66:202–7.
- Lazzarotto AR, Deresz LF, Sprinz E. HIV/AIDS e treinamento concorrente: A revisão sistemática. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16:149–54.
- Juchem GMV, Lazzarotto AR. Treinamento físico na síndrome lipodistrófica: Revisão sistemática. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16:310–3.
- Souza HF, Marques DC. Benefícios do treinamento aeróbico e/ou resistido em indivíduos HIV+: Uma revisão sistemática. *Rev Bras Med Esporte.* 2009;15:467–71.
- Padoin SMM, Zuge SS, dos Santos EEP, Primeira MR, Aldrighi JD, de Paula CC. Adesão à terapia antirretroviral para HIV/AIDS. *Cogitare Enferm.* 2013;18:446–51.
- Lima VD, Le A, Nosyk B, Barrios R, Yip B, Hogg RS, et al. Development and validation of a composite programmatic assessment tool for HIV therapy. *PLoS One.* 2012;7:e47859.
- Valente AM, Reis AF, Machado DM, Succì RC, Chacra AR. Alterações metabólicas da síndrome lipodistrófica do HIV. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2005;49:871–81.
- Verolet CM, Delhumeau-Cartier C, Sartori M, Toma S, Zawadzynski S, Becker M, et al. Lipodystrophy among HIV-infected patients: A cross-sectional study on impact on quality of life and mental health disorders. *AIDS Res Ther.* 2015;12:21.
- Brito CJ, Mendes EL, Bastos AA, Nóbrega OT, de Paula SO, Córdova C. O papel do exercício na era da terapia antirretroviral fortemente ativa. *Rev Bras Ci Mov.* 2010;18:109–16.
- Gomes RD, Borges JP, Lima DB, Farinatt PTV. Efeito do exercício físico na percepção de satisfação de vida e função imunológica em pacientes infectados pelo HIV: Ensaio clínico não randomizado. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14:390–5.
- Mendes EL, Ribeiro Andaki AC, Brito CJ, Córdova C, Natali AJ, Santos Amorim PR, et al. Beneficial effects of physical activity in an HIV-infected woman with lipodystrophy: A case report. *J Med Case Rep.* 2011;5:430.
- Gomes Neto M, Conceição CS, Oliveira Carvalho V, Brites C. Effects of combined aerobic and resistance exercise on exercise capacity, muscle strength and quality of life in HIV-infected patients: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2015;10:e0138066.
- Pollock ML, Jackson AS. Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16:606–15.
- Grace JM, Semple SJ, Combrink S. Exercise therapy for human immunodeficiency virus/AIDS patients: Guidelines for clinical exercise therapists. *J Exerc Sci Fit.* 2015;13:49–56.
- Roubenoff R, Wilson IB. Effect of resistance training on self-reported physical functioning in HIV infection. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1811–7.
- Brito CJ, Mendes EL, Ferreira AP, de Paula SO, Nóbrega OT, Córdova C. Impacto do treinamento resistido na força e hipertrofia muscular em HIV-soropositivos. *Motriz.* 2013;19:313–24.
- Petróczi A, Hawkins K, Jones G, Naughton DP. HIV patient characteristics that affect adherence to exercise programmes: An observational study. *Open AIDS J.* 2010;4:148–55.
- Thöni GJ, Fedou C, Brun JF, Fabre J, Renard E, Reynes J, et al. Reduction of fat accumulation and lip disorders by individualized light aerobic training in human immunodeficiency virus infected patients with lipodystrophy and/or dyslipidemia. *Diabetes Metab.* 2002;28:397–404.
- Aberg JA, Tebas P, Overton ET, Gupta SK, Sax PE, Landay A, et al. Metabolic effects of darunavir/ritonavir versus atazanavir/ritonavir in treatment-naive, HIV type 1-infected subjects over 48 weeks. *AIDS Res Hum Retroviruses.* 2012;28:1184–95.
- Jones SP, Doran DA, Leatt PB, Maher B, Pirmohamed M. Short-term exercise training improves body composition and hyperlipidaemia in HIV-positive individuals with lipodystrophy. *AIDS.* 2001;15:2049–51.
- Mesquita Soares TC, Galvão de Souza HA, de Medeiros Guerra LM, Pinto E, Pipolo Milan E, Moreira Dantas P, et al. Morphology and biochemical markers of people living with HIV/AIDS undergoing a resistance exercise program: Clinical series. *J Sports Med Phys Fitness.* 2011;51:462–6.
- Costa VP, Lucas RD, Souza KM, Guglielmo LGA. Efeitos do treinamento intervalado em variáveis fisiológicas e na performance de ciclistas competitivos. *Rev Andal Med Deporte.* 2014;7:83–9.



Original article

## Motor and morphological profile of tennis players from 11 to 15 years old



J.L. Schluga Filho<sup>b</sup>, M. Romanovitch Ribas<sup>a,b</sup>, L. de Oliveira Nogueira<sup>b</sup>, C. de Andrade Jr.<sup>a</sup>, P. Fernandes<sup>b</sup>, J.C. Bassan<sup>a,c,\*</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB – UTFPR), Curitiba, Paraná, Brazil

<sup>b</sup> Laboratório de Bioquímica e Fisiologia do Exercício, Faculdade Dom Bosco, Curitiba, Paraná, Brazil

<sup>c</sup> Laboratório Bioquímico e Densitométrico (LABDEN), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brazil

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 29 January 2014

Accepted 13 November 2014

#### Keywords:

Tennis  
Anthropometry  
Anaerobic potency  
Physical education

#### Palabras clave:

Tenis  
Antropometría  
Potencia anaeróbica  
Educación Física

### ABSTRACT

**Objective:** Determine the motor and morphological characteristics of amateur tennis players from 11 to 15 years old.

**Method:** 11 male athletes from the Paranaense Tennis Federation were evaluated during the competition period. Anthropometric variables (total body mass, height, circumference and skinfolds) were assessed. **Results:** The following median values were obtained: 45.8 kg of total body mass, 160 cm of height, fat percentage of 14%, lean mass of 37 kg, and fat mass of 5 kg.

**Conclusion:** The study concluded that athletes show a profile of body composition similar to the profile of tennis players of the same age.

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

### Perfil motor y morfológico de jugadores de tenis de 11 a 15 años de edad

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar las características morfológicas y motoras de jugadores aficionados de tenis de edades de 11 a 15 años.

**Método:** Fueron evaluados 11 atletas masculinos, afiliados a la Federación Paranaense de tenis, en periodo de competición. Se midieron las siguientes variables antropométricas: masa corporal total, altura, perímetros y pliegues cutáneos.

**Resultados:** Se obtuvieron los siguientes valores medianas: masa corporal total 45.8 kg; estatura 160 cm; 14% de masa grasa, 37 kg de masa magra y 5 kg de masa grasa.

**Conclusión:** Los atletas valorados en el presente estudio tienen un perfil de composición corporal similares al perfil de los jugadores de tenis de la misma edad.

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

\* Corresponding author.

E-mail address: [jcbassan@utfpr.edu.br](mailto:jcbassan@utfpr.edu.br) (J.C. Bassan).



## Profile motor and morphological tennis players of the type of field of 11 to 15 years

### R E S U M O

#### Palavras-chave:

Tênis  
Antropometria  
Potência anaeróbia  
Educação Física

**Objetivo:** Determinar as características morfológicas e motoras de atletas amadores de tênis com idade de 11 a 15 anos.

**Método:** Foram avaliados 11 atletas do sexo masculino, inscritos na Federação Paranaense de Tênis em um período de competição. Os atletas foram avaliados para as variáveis antropométricas: massa corporal total, altura, circunferência e dobras cutâneas.

**Resultados:** Obtiveram os seguintes valores médios: 45.8 kg para massa corporal total, 160 centímetros de altura, percentual de gordura de 14%, em massa magra de 37 kg, e de massa de gordura de 5 kg.

**Conclusão:** O estudo concluiu que os atletas mostram um perfil de composição corporal semelhante ao perfil dos jogadores de tênis da mesma idade.

© 2015 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U.

Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introduction

The modality of field tennis is in constant growth and development in our country, and this ascension is due to the arising of Brazilian tennis players with international relevance like Gustavo Kuerten, from Santa Catarina. He has three Grand Slams awards, that was in Roland Garros and various Masters Series awards, making him first place in the Mundial Ranking of Association of Professionals Tennis Player (ATP) in December 2000.<sup>1</sup> The practice of field tennis can be classified as intermittent effort during the game, respecting the energy supply.<sup>2</sup> Therefore, it is suggested that what happens is a mixture of the aerobic and anaerobe energetic systems for energy supply.<sup>3</sup>

Moreover, the athlete's performance in a match requires physical abilities that allow him to make sudden and fast stops as well as to change direction. That happens due to the constant exchange of balls,<sup>4</sup> that occurs in matches that the lasting time can change between 60 and 300 min.<sup>2</sup> Observing the behavior of the morphological variables over the perimeters of the right side of the body compared to the left side, different muscle asymmetries can be developed.<sup>5</sup>

Such matter is justified by the specificity of the modality that prioritizes the sidedness that can develop undesirable imbalances in long term such as increasing of strength and hypertrophy induced by sport, evolving to recurrent injuries or diminishing the functional capacity.<sup>6</sup>

Regarding the body fat percentage, when it is reduced it can be advantageous for the those who practice tennis due to the movements in court, very often being executed in bursting movements that require good levels of agility and velocity.<sup>7</sup> It is important to point out that the explosive strength in the legs is imperative to obtain a good capacity of acceleration while the fast strength in the upper limbs is necessary to hit the ball hard.<sup>4</sup>

Having in mind that are only a few studies made with adolescent athletes, it is necessary to investigate the motor and morphological profile of these athletes in order to detect ideal patterns to the practice the modality. Determine the morphological characteristics of a amateur field tennis athlete with age between 11 and 15 years old.

## Method

This research is a transversal study that consists in 11 male individuals, with ages between 11 and 15 years old, amateur tennis players registered at the Federação Paranaense de Tênis, in competition period in Paraná. Such athletes had a routine of two and

a half hours of daily practice. The search for the information happened in August, 2013, by a physical education professional, that belongs to a group of the Laboratório de Bioquímica e Fisiologia do Exercício da Faculdade Dom Bosco. The athletes were evaluated in pre-established days, for that were used the club installations, where the boys used to practice, those installations had the necessary infrastructure. In order to obtain a more homogeneous group, some exclusion criteria were adopted: (a) athletes who presented muscle and joint injuries during the evaluation process; (b) athletes who use medication that could affect the responses during physiological tests; (c) athletes who refused to attend the research. All participants signed the Informed Consent according to the CNS Resolution 466/12. This research has been approved by the Committee of Research Ethics at Dom Bosco College, under the CAAE – 0084.0.301.000-11.

The anthropometric evaluation was composed by measurements of total body mass (MCT), total height (ESTT), circumference, triceps skinfold (DCT), subscapular skinfold (DCSE) and suprailiac skinfold (DCSI). The MCT was measured in an anthropometric scale (Tanita Bf-680w digital monitor) with 100 grams resolution; the ESTT was determined with a digital stadiometer (Seca®, Hamburg, Germany) with measure from 0 to 220 cm, 0.1 cm resolution, considering as the final result the arithmetic mean of three consecutive measurements, with the individuals with no shoes and light clothes.

The skinfolds (DCT and DCSE) were measured three times with an adipometer (Lange®, Beta Technology Incorporated, Cambridge, USA) with scale from 0 to 60 mm, 0.1 mm resolution, in the right hemibody, considering the final result as the arithmetic mean of the measurements. The DCT was obtained vertically in the midpoint of the length of the right arm between the acromion and the olecranon. The body adiposity was estimated by the pubescent equation, such protocol is recommended to kids and adolescents from 11 to 15 years old.<sup>8</sup>

$$\text{Pre-pubescent} = G\% = 1.21 (S) - 0.008 (S)^2 - 1.7$$

$$\text{Pubescent} = G\% = 1.21 (S) - 0.008 (S)^2 - 3.4$$

$$\text{Post-pubescent} = G\% = 1.21 (S) - 0.008 (S)^2 - 5.5$$

S = sum of folds: triceps and subscapular.

To evaluate the perimeter, it was used the anthropometric tape (Cescorf) with 2 m of length and 0.1 cm resolution. The following perimeters were evaluated: relaxed arm, contracted arm, forearm, thorax in inspiration position, thorax in expiration position, waist, abdomen, hip, proximal thigh, medial thigh, distal thigh and calf.<sup>9</sup>

The stage of development of the external genitalia was evaluated through the test,<sup>10</sup> in which athletes were individually evaluated based on self-evaluation in a room where photos displayed where it was presented peculiar sexual characteristics to each development stage. They were classified in:

Classification	Stage	Genitals	Pubic hair
Pre-pubescent	I	Penis, testicles and scrotum with infant size and proportion.	Absence of pubic hair. It is possible to notice some thin hair similar to those observed in the abdomen.
Pubescent	II	Initial increase of testicular volume (>4 ml). Scrotum skin changes the texture and becomes reddish. Increase of the minimum or absent penis.	Long and thin hair appear, lightly pigmented, straight or a little curly, mainly on the base of the penis.
	III	Penile growth, especially in length. Growth of testicles and scrotum.	More hair, now thicker, darker and curlier, spread through the pubic symphysis.
	IV	The penile growth continues, now in diameter, and with a bigger development of the glans. The growth of testicles and scrotum increases, and the skin becomes more pigmented.	Adult-like hair, covering more densely the pubic area, but not in the inner part of thighs.
Post-pubescent	X	Complete development of the genitalia, with adult size and shape.	Pubic hairiness similar to an adult, in quantity and distribution, going up to the inner thighs.

Characteristics of the stages of sexual maturation (adapted from Chipkevitch<sup>11</sup>).

The data obtained through the research was analyzed using the software BioStat 5.0 and presented in median, first, third quartile and inter-quartile deviation. For the analysis of the normality of the samples the experimental variables were subjected to the test of normality of Shapiro–Wilk in which it was noticed that the overall averages of athletes do not come from a normal population. To compare the circumferences it was used the Mann–Whitney test, used in a significance level of ( $p \leq 0.05$ ).

## Results

Table 1 presents the values of median, first and second quartile and the inter-quartile deviation of the total body mass, structure, percentage of fat, fat mass, lean body mass, triceps skinfold, subscapular skinfold, suprailiac skinfold, and the sum of the four

**Table 1**  
Anthropometric characteristics of tennis players ( $n = 11$ ).

Variable	Median	1st quartile (25%)	2nd quartile (75%)	Inter-quartile deviation
Body mass (kg)	45.8	39.3	52.15	12.85
Stature (cm)	160	148	171	0.23
% fat	14	10.5	18.5	8
FM (kg)	5	4.5	9	4.5
LBM (kg)	37	31.5	46	14.5
<i>SFT (mm)</i>				
Triceps	7	5	9.5	4.5
Subscapular	7	6.5	8.5	2
Suprailiac	6	4.5	8.5	4.0
$\sum 3SF$	20	16	26.50	10.5
Median $\sum 3SF$	7	5.50	8.50	4.0

FM = fat mass; LBM = lean body mass; SFT = skinfold thickness;  $\sum 3SF$  = sum of thickness of the three skinfolds.

skinfolds of the 11 field tennis athletes between 11 and 15 years old.

Table 2 presents the numbers of the median, first and second quartile and the inter-quartile deviation of the perimeters and the agility test of the 11 tennis players between 11 and 15 years old, with no significant difference ( $p \geq 0.05$ ).

Table 3 is comparing results of the presented study in relation to the results obtained in others studies involving tennis players.

## Discussion

The athletes included in the test are respectively in the following stages of sexual maturation: 4 in Stage II, 1 in Stage III, 2 in Stage IV, and 4 athletes in Stage V. Regarding the maturation stages, it is possible to find differences in physical aptitudes, such as strength, speed, absolute aerobic potency, adiposity, body weight, height of youngsters with same age and same biological maturation, in this case puberty, due to the fact that each individual has his own biological time and rhythm.<sup>12,13</sup>

The study of the anthropometric profile of athletes aims to determine a specific morphology for each sport modality.<sup>14</sup> In the current research, tennis players displayed an average value for body mass of 45.8 kg and height of 160 cm. In the study of the anthropometric features,<sup>15</sup> evaluated 75 tennis players with average age of  $16.2 \pm 0.4$  years old, junior tennis players who competed in the Junior Davis Cup and concluded that the body mass was  $69.9 \pm 6.8$  kg and the height was  $176.8 \pm 6.4$  cm. American young athletes were studied by Kovacs et al.,<sup>16</sup> in which researchers obtained body mass values of  $76.81 \pm 2.23$  kg and height of  $183.70 \pm 2.27$  cm, and these numbers were superior to this research.

In a study that took place to determine the anthropometric profile of Brazilian tennis players from 11 to 14 years old,<sup>17</sup> reported an average body mass of 54.60 kg and height of 164 cm, showing superior values compared to this research. However,<sup>5</sup> were evaluated 29 tennis players with average age of 14 years old and the average measurement showed a body mass of 53.5 kg and height of 162 cm, similar numbers to this research. In congruence,<sup>18</sup> when observing Spanish young tennis players, reported a body mass of  $40.36 \pm 5.57$  kg and height of  $147.7 \pm 0.1$  cm, which corroborate this current study. It is realized that the body mass in puberty is allometric, what means that it increases proportionally to the height.<sup>12</sup>

Regarding the fat percentage this one could compromise the sportive performance once the fat mass can diminish some physical capacities such as agility.<sup>19</sup> The fat percentage was evaluated in the study of Karnia et al.<sup>20</sup> in a group composed of 16 tennis players between 15 and 17 years old, in which was verified 9.7% of fat percentage, corroborating the studies of Kovacs et al.<sup>16</sup> with junior

**Table 2**Perimeters of the right side and left side and agility test of tennis players ( $n = 11$ ).

Variable	Median	1st quartile (25%)	2nd quartile (75%)	Inter-quartile deviation
RAF	24.0	21.5	24.5	3.0
LAF	24.0	21.0	24.0	3.0
RAR	21.0	20.0	22.0	2.0
LAR	21.0	19.5	22.0	2.5
RF	21.0	20.0	22.0	2.0
LF	20.0	19.0	22.0	3.0
RMT	42.0	39.5	43.5	4.0
LMT	43.0	40.0	44.0	4.0
RPT	45.5	43.0	49.5	6.5
LPT	46.0	42.5	47.8	5.3
RDT	36.0	34.3	37.8	3.5
LDT	36.5	35.3	38.0	3.8
Right Leg	31.0	29.0	33.0	4.0
Left Leg	31.0	29.0	33.0	4.0
Thorax	72.0	68.5	73.5	5.0
Thorax inspiration	76.0	71.5	79.0	7.5
Thorax expiration	70.0	67.0	72.5	5.5
Waist	64.0	60.0	66.0	6.0
Abdomen	65.0	62.5	69.5	7.0
Hip	81.0	77.0	84.5	7.5
<i>Bio-motor test</i>				
Agility (s)	7.0	6.5	8.0	1.5

RAF = right arm flexed; LAF = left arm flexed; RAR = right arm relaxed; LAR = left arm relaxed; RF = right forearm; LF = left forearm; RMT = right medial thigh; LMT = left medial thigh; RPT = right proximal thigh; LPT = left proximal thigh; RDT = right distal thigh; LDT = left distal thigh; all perimeters in cm; agility = seconds (s).

**Table 3**Corporal composition of tennis players of many studies (values presented in average  $\pm$  standard deviation).

Reference	Athletes	N	Age (years)	Body mass (kg)	% Fat	Method	Skinfold equation	Measure
This study	Brazilian tennis players	11	11–15	48.8	14	SFT	Lohman	Lange
Luque et al. <sup>21</sup>	Spanish tennis players	47	14–16	66.13 $\pm$ 10.58	24.03 $\pm$ 0.47	SFT	–	Holtain
Kovacs et al. <sup>16</sup>	American tennis players	8	College	76.81 $\pm$ 2.23	7.71 $\pm$ 1.48	–	–	–
Sánchez et al. <sup>15</sup>	Spanish tennis players	12	16.4 $\pm$ 0.4	70.4 $\pm$ 6.1	15.2 $\pm$ 2.4	SFT	Durnin and womersley	Holtain
Gomes et al. <sup>3</sup>	Brazilian tennis players	24	18 $\pm$ 1.4	69.5 $\pm$ 9.8	13.8 $\pm$ 5.5	SFT	Guedes	Cescorf
		PRO = 9AM = 15		66.0 $\pm$ 5.0	13.7 $\pm$ 2.4			
Karnia et al. <sup>20</sup>	Polish tennis player	16	15	66.0 $\pm$ 14.8	9.7 $\pm$ 3.10	BIOPD	–	InBody720
			17	68.3 $\pm$ 11.2	8.9 $\pm$ 2.10			
Berdejo et al. <sup>18</sup>	Spanish tennis player	7	11.58 $\pm$ 0.39	42.2 $\pm$ 8.05	21.27 $\pm$ 6.85	DXA	–	–
Cócoro et al. <sup>17</sup>	Brazilian tennis player	20	11–14	54.29 $\pm$ 11.33	18.33 $\pm$ 5.94	SFT	Slaughter	Lange

DXA = dual-energy absorptiometry; SFT = skinfold test; BIOPD = bipedal bio impedance.

American athletes whose percentage was  $7.71 \pm 1.48\%$ . However,<sup>3</sup> evaluated 24 tennis players who were 18 years old and reported 13.8%. The researchers<sup>17</sup> reported in their research a value of 18.33% for Brazilian tennis players between 11 and 14 years old, a number very close to those in this current study. Furthermore,<sup>7</sup> came to the conclusion that the low level of body fat can be interesting for the tennis player because they can achieve good levels of speed and agility in order to beat their opponents.

Regarding the thickness of skinfolds on Table 2, the suprailiac skinfold presented the lowest median values – 6 mm. In the study of Sánchez-Muñoz et al.,<sup>15</sup> junior tennis players in the Davis Cup presented the suprailiac skinfold with higher thickness, with values of  $12.9 \pm 4.5$ , different from the present study. Regarding the lean mass,<sup>15</sup> in an evaluation of tennis players in the Junior Davis Cup, found values for lean mass of  $46.7\% \pm 1.9\%$ . By analyzing the body composition of Spanish tennis players who were  $10.83 \pm 0.39$  years old, they calculated a percentage of lean mass of  $72.63 \pm 6.52$ , showing lower values from this study. In a study,<sup>21</sup> 47 tennis players were observed with ages from 14 to 16 in which was found a lean mass of  $45.22 \pm 2.93$  kg. It is perceived that the lean mass is influenced by the maturation development due to the age.<sup>22</sup> Nevertheless, there is the need of consider that the difference of lean mass, cultural differences, training, nutrition and environment can induce to alterations in this variable.<sup>23</sup>

Regarding the perimeters (Table 3) it is noteworthy that tennis promotes a hypertrophy of the dominant hemisphere of the body, and this can cause future injuries in the non-dominant hemisphere due to disuse.<sup>5</sup> In the current study, the perimeters that presented differences between dominant and non-dominant body hemispheres were the forearm and the medial thigh – 4.76% and 2.32% larger. In a study lead<sup>17</sup> with tennis athletes, the authors observed a difference in the dominant forearm compared to the non-dominant – 6.3% larger. One-sided modalities can generate musculoskeletal adaptations that provide improvement in the athletic performance, but can also, due to repetitive movements and overcharge, cause unevenness that will promote harmful imbalances to the tennis player's posture.<sup>24,25</sup>

In conclusion, this study presented a body profile similar to tennis players of the same age. Regarding the total body mass, the adolescents presented median values of 45.8 kg, and 160 cm of height, with a fat percentage of 14% and lean body mass of 37 kg. A limiting point in this study was the size of the evaluated group, so it is suggested new researches with a bigger “n” sample as well as female individuals.

### Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

## References

1. Hirota BV, Hayashi HD, Marco A, Verardi LEC. A influência da orientação motivacional durante o treinamento de atletas iniciantes no tênis de campo. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. 2011;10:11–20.
2. Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Pluim BM. Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med*. 2006;40:387–91.
3. Gomes VR, Ribeiro LMS, Veibig FR, Aoki SM. Food intake and anthropometric profile of amateur and professional tennis players. *Rev Bras Med Esporte*. 2009;15:436–40.
4. Mahn AP, Gavião DBM. A influência do treinamento resistido em atletas de tênis de campo. *Rev Bras Ciênc Saúd*. 2010;8:3–7.
5. Rezende FN, de Paula Lana R, de Paula-Santana H, Diego-de-Souza F, Oliveira Souza A, Correia da Silva B. Avaliação da força máxima de preensão palmar de ambos os membros em diferentes categorias do tênis de campo. *Arquivos de Ciências do Esporte*. 2013;1:31–6.
6. Abrahão ARM, Daniele Mello D. Diferenças Antropométricas entre o Hemi-corpo direito e o esquerdo de Adultos Instrutores de Tênis e Crianças iniciantes no Esporte e Incidência de Desvios Posturais. *Fit Perf J*. 2008;4:264–70.
7. Juzwiak CR, Amancio OM, Vitale MS, Pinheiro MM, Szejnfeld VL. Body composition and nutritional profile of male adolescent tennis players. *J Sports Sci*. 2008;26:1209–17.
8. Lohman TG. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exerc Sport Sci Rev*. 1986;14:325–57.
9. Calaway CN, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martini AD. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988.
10. Tanner J. *Growth and adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific Publication; 1962.
11. Chipkevitch E. Avaliação clínica da maturação sexual na adolescência. *J Pediatr (Rio J)*. 2001;77 Supl 2:135–42.
12. Borges FS, Matsudo SMM, Matsudo VKR. Anthropometric and metabolic profile in puberty boys adolescents with at same chronological age at different level of sexual maturation. *Rev Bras Ciência Mov*. 2004;4:7–12.
13. Ferrari GLM, Silva LJ, Ceschini FL, Oliveira LC, Andrade DR, Matsudo VKR. Influência da maturação sexual na aptidão física em escolares do sexo masculino de Ilhabela, um estudo longitudinal. *Rev Bras Ativ Física Saúde*. 2008;3:141–8.
14. Venkata RY, Surya MVLK, Sudhakar SR, Balakrishna N. Effect of changes in body composition profile on  $VO_{2max}$  and maximal work performance in athletes. *J Exerc Physiol*. 2004;7:34–9.
15. Sánchez-Muñoz C, Sanz D, Zabala M. Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite junior tennis players. *Br J Sports Med*. 2007;41:793–9.
16. Kovacs MS, Pritchett R, Wickwire PJ, Green JM, Bishop P. Physical performance changes after unsupervised training during the autumn/spring semester break in competitive tennis players. *Br J Sports Med*. 2007;41:705–10.
17. Cócara ES, Priore SE, Costa RF, Fisberg M. Food intake and anthropometric profile of adolescent tennis players. *Nutrire Rev Soc Bras Alim Nutr J*. 2012;37:293–308.
18. Berdejo-del-Fresno D, Vicente-Rodríguez G, González-Ravé JM, Moreno LA, Rey-López JP. Body composition and fitness in elite Spanish children tennis players. *J Hum Sports Exerc*. 2010;5:250–64.
19. Coelho B, Azevedo C, Bressan E, Gandelini J, Gerbelli N, Cavignato P, et al. Perfil nutricional e análise comparativa dos hábitos alimentares e estado nutricional de atletas profissionais de basquete, karatê, tenis de mesa e voleibol. *Rev Bras Nutr Esp*. 2009;3:570–7.
20. Karnia M, Garszka T, Rynkiewicz M, Rynkiewicz T, Żurek P, Luszczczyk M, et al. Physical performance body composition and body balance in relation to national ranking positions in young polish tennis players. *Baltic J Healtg Phys Activ*. 2010;2:113–23.
21. Torres-Luque G, Alacid-Cárceles F, Villaverde-Gutiérrez C, Ferragut-Fiol C. Estudio Cineantropométrico del Jugador de Tênis Adolescente. *Cult Cien Deport*. 2006;4:27–32.
22. Damsgaard R, Bencke J, Matthiesen G, Petersen JH, Müller J. Body proportions, body composition and pubertal development of children competitive sports. *Scand J Med Sci Sports*. 2001;11:54–60.
23. Prestes J, Leite RD, dos Santos Leite G, Fedrizzi Donatto F, Bertoldo Urtato C, Bartolomeu Neto J, et al. Anthropometric characteristics of Brazilian young swimmers in different competitive categories. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2006;8:25–31.
24. Silva LRV. Avaliação da flexibilidade e análise postural em atletas de ginástica rítmica desportiva flexibilidade e postura na ginástica rítmica: *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. São Paulo. 2008;1:59–68.
25. Bastos FN, Pastre CM, Netto JJ, Vanderlei LCM, Carvalho FG, Hoshi RA. Correlação entre padrão postural em jovens praticantes do atletismo. *Rev Bras Med Esporte*. 2009;6:432–5.

Original article

## Anthropometric measurements usage to control the exercise intensity during the performance of suspension rowing and back squats



V.S. Coswig<sup>a,\*</sup>, C. Dall'Agnol<sup>b</sup>, F.B. Del Vecchio<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Faculty of Physical Education, Faculty Anhanguera of Pelotas, Brazil

<sup>b</sup> Superior School of Physical Education, Federal University of Pelotas, Brazil

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 8 April 2014

Accepted 29 September 2015

#### Keywords:

Weight lifting

Resistance training

Reproducibility of results

### ABSTRACT

**Objective:** To verify the reproducibility and sensitivity of the procedure of load prescription from percentages of high and body mass in the suspension rowing (SR) and back squat (BS).

**Method:** Ten athletes (age:  $24.5 \pm 3.7$  years, weight:  $77.8 \pm 15.3$  kg, height:  $172.5 \pm 5.1$  cm) engaged in resistance training programs were evaluated. BS and RS exercises were performed during four different days, in different intensities. Loads equal to 25% and 50% of body mass were used in the BS. RS exercises were performed with the feet directly under the anchor point and 1/3 of athlete's height away from the anchor point. The highest number of repetitions executed were measured.

**Results:** No differences were found between test and re-test, with high intraclass correlation coefficient values ( $ICC > 0.79$ ). The average number of repetitions differ significantly among the exercises performed according to intensity proposed (RS:  $p < 0.001$ , BS:  $p = 0.03$ ).

**Conclusion:** The distance of the feet in relation to the zero point seems to be an easy and effective parameter for quantification of loads during RS training. Similarly occurs with the use of the body mass percentage for prescription of BS exercise.

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

## Uso de parámetros antropométricos para controlar la intensidad del ejercicio en el remo en suspensión y sentadillas

### RESUMEN

**Objetivo:** Verificar la reproducibilidad y la sensibilidad del protocolo de prescripción de cargas a partir de porcentajes de la altura y de la masa corporal en los ejercicios de remo en suspensión (RS) y sentadillas (BS).

**Método:** Se evaluaron 10 sujetos (edad:  $24.5 \pm 3.7$  años, peso:  $77.8 \pm 15.3$  kg, altura:  $172.5 \pm 5.1$  cm) que participaban en programas de entrenamiento de resistencia. Se llevaron a cabo ejercicios de RS y BS durante 4 días diferentes, a distintas intensidades. Para BS se utilizaron cargas equivalentes al 25 y al 50% de la masa corporal. Los ejercicios RS se realizaron con los pies directamente debajo del punto de anclaje y a 1/3 de la altura del sujeto respecto a este mismo punto. Se midió el número máximo de repeticiones realizadas.

**Resultados:** No se encontraron diferencias entre test y retest, con valores altos del coeficiente de correlación intraclase ( $ICC > 0.79$ ). El promedio de repeticiones difiere de modo significativo, entre los ejercicios realizados, de acuerdo con la intensidad propuesta ( $p < 0.001$  y  $p = 0.03$ , para RS y BS, respectivamente).

#### Palabras clave:

Levantamiento de pesas

Entrenamiento de fuerza

Reproducibilidad de resultados

\* Corresponding author.

E-mail address: [vcoswig@gmail.com](mailto:vcoswig@gmail.com) (V.S. Coswig).



**Conclusión:** La distancia de los pies en relación con el punto cero parece ser un parámetro fácil y eficaz para la cuantificación de las cargas durante el entrenamiento RS. Del mismo modo ocurre con el uso del porcentaje de masa corporal para la prescripción de ejercicio BS.

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

## Uso de parâmetros antropométricos para controle da intensidade nos exercícios de remada em suspensão e agachamento

### R E S U M O

#### Palavras-chave:

Levantamento de pesos  
Treinamento de força  
Reprodutibilidade de resultados

**Objetivo:** Verificar a reprodutibilidade e a sensibilidade do protocolo de prescrição de cargas, a partir de percentagens da altura e da massa corporal nos exercícios de remada em suspensão (RS) e agachamento (BS).

**Método:** Foram avaliados 10 sujeitos (idade:  $24.5 \pm 3.7$  anos; massa corporal:  $77.8 \pm 15.3$  kg; estatura:  $172.5 \pm 5.1$  cm) que participavam em programas de treinamento resistido. Foram aplicados os exercícios RS e BS durante 4 dias diferentes, com intensidades distintas. Para BS, foram utilizadas cargas equivalentes a 25 e 50% da massa corporal. Para o exercício de RS foram utilizados os pés diretamente abaixo do ponto de encaixe e a 1/3 da estatura do sujeito em relação a este mesmo ponto. Foi medido o número máximo de repetições realizadas.

**Resultados:** Não foram encontradas diferenças entre teste e reteste, com valores altos de coeficiente de correlação intraclassa ( $ICC > 0.79$ ). A média de repetições diferiu de modo significativo entre os exercícios realizados, de acordo com a intensidade proposta ( $p < 0.001$  e  $p = 0.03$ , para RS e BS, respectivamente).

**Conclusão:** A distância dos pés em relação ao ponto 0 parece ser um parâmetro fácil e eficaz para a quantificação das cargas durante o treinamento de remada em suspensão. Do mesmo modo, o uso da percentagem da massa corporal para prescrição de agachamentos.

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

## Introduction

Functional training can be defined as exercises performed in a multiplanar and multi-joint way that simulates specific movements of daily activities and of sportive modalities.<sup>1</sup> Among the different possibilities of strength training, suspension training is widely applied in several contexts. It is considered as an effective technique to improve neuromuscular activation that precedes the use of heavy loads on traditional exercises<sup>2</sup> and, thus, it can be integrated as a component of general warm-up routine.<sup>3</sup> Additionally, improvements in speed and strength indicators are found from the use of suspension training, suggesting increase on recruitment of muscles of central/stabilizer region<sup>4</sup> and decreased incidence of low back pain.<sup>5</sup>

There are three ways to alter the intensity of the suspension exercise by varying a combination of load and stability: (i) Stability Principle: the size and positioning of the base of support (BOS) relative to the center of gravity (COG) determines the stability of an exercise; (ii) Pendulum Principles: the horizontal positioning of the COG relative to the anchor point determines the load of the exercise and (iii) Vector Resistance Principle: the angle of the body relative to the ground determines the load of the exercise.<sup>6</sup> Hence, the possibility of adjusting the resistance of the exercise simply by modifying the position of the body, is a fast and efficient way to prepare a group of athletes simultaneously, each one with individual appropriate load.<sup>3</sup> Nevertheless, there are no scientifically validated parameters for load prescription in the suspension training.

In suspension training, the rowing is a very popular and relevant exercise to promote high relative overload, associated with the muscle integration of the entire body,<sup>5</sup> and it appears to offer considerable advantages to increase the transfer of gains to the physical demands related to sports as the American football<sup>3</sup> and wrestling combat sports.<sup>7</sup>

In addition, the deep back squat (BS) is another form of closed chain exercise widely used in physical fitness programs.<sup>8</sup> Likewise, it is relevant to strength<sup>9</sup> and functionality gains in daily activities.<sup>10</sup> Different from the suspension training that does not have any scientifically proved procedure for intensity prescription, the prescriptions to back squat involve load percentage from maximum repetition test,<sup>11,12</sup> execution time (effort/rest),<sup>13</sup> rate of perceived exertion (RPE),<sup>14</sup> maximum number of repetitions<sup>11</sup> and rep range.<sup>15</sup>

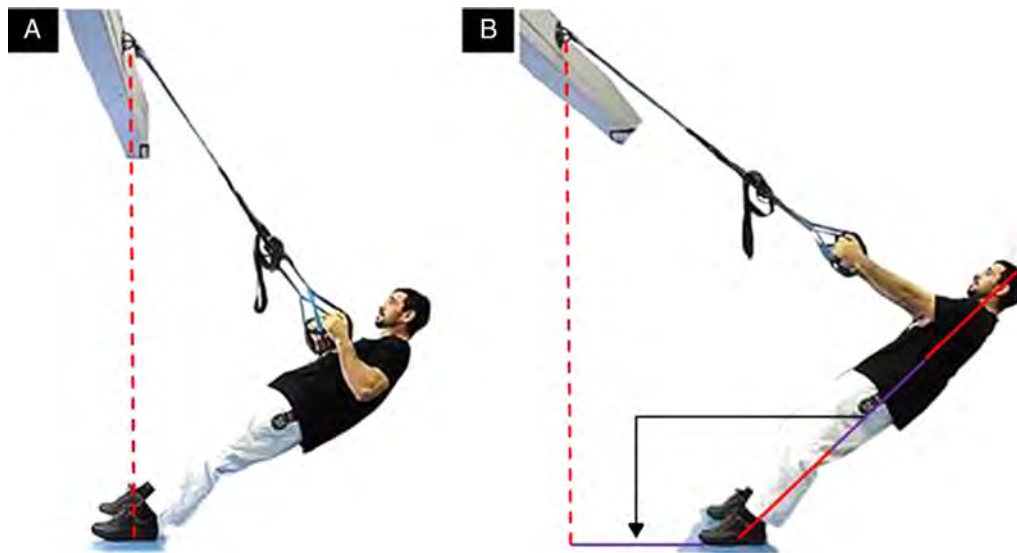
In general, there is a shortage of studies that aim to establish a model for prescribing intensities for functional exercises, since, commonly in the traditional strength training the intensity of the movement is indicated by the amount of load lifted.<sup>16</sup> Only recently, the derivations of body mass percentage have been used in training prescription and strength evaluation.<sup>17</sup> On the other hand, this constitutes a very common technique in fitness programs,<sup>18</sup> despite the absence of studies to check its validity. Therefore, the aim of the study was to verify the reproducibility and sensitivity of the procedure of load prescription from percentages of high and body mass, respectively in rowing in suspension (RS) and deep back squat (BS).

## Methods

### Subjects

Ten athletes (age:  $24.5 \pm 3.7$  years, weight:  $77.8 \pm 15.3$  kg, height:  $172.5 \pm 5.1$  cm) were evaluated. The inclusion criteria were: (1) to be engaged in resistance training programs during three or more times a week for at least 12 consecutive months, (2) to have previous experience in the proposed exercises and (3) to be without injuries neither in process of rehabilitation. The participants signed a free informed term of consent; the research project follows the ethical guidelines of the Declaration of Helsinki and respects





**Fig. 1.** Description of the experimental protocol for rowing in suspension in the zero position (RSP0) (A) and the 1/3 of the subject height (RSP1/3) (B).

the resolution 196/96 of the National Health Council and was approved by the local ethical committee (approval number 037/2011).

#### Experimental procedures

The deep back squat exercises were performed with a bar of 220 cm (Olympic-type; PHYSICUS®, Brazil), with loads equal to 25% (BS25%) and 50% (BS50%) of body mass. Regarding to suspension rowing, it was used a TRX Suspension Trainer (TRX™). The anchor point was fixed at 230 cm of height and the strap length was 130 cm. A zero point was defined as the position of the feet directly under the anchor point (RSP0). The 1/3 point (RSP1/3) was defined as the position in which the feet were placed 1/3 of the athlete's height away from the anchor point (Fig. 1). In the upward phase, the elbows should move toward sides and remain close to body until reached a parallel position to the body. Quality control in the execution of the movement followed previous guidelines for the RS<sup>6</sup> and BS.<sup>9</sup>

In the first session, the subjects answered an anamnesis and their weight and height were measured. After a general warm-up of 5 min on cycle ergometer, the subjects executed the highest number repetitions in the following conditions randomly determined: (i) BS test session with load equivalent to 25% of body mass (BS25%) and RS with the feet in the zero position (RSP0) or (ii) BS test session with load equivalent to 50% body mass (BS50%) and RS with the feet placed in the position corresponding to 1/3 of the height of the individual in relation to the zero point (RSP1/3). On the second day, the complementary protocol was executed. For days 3 and 4 the re-test sessions were performed, in which the procedures of days 1 and 2 were repeated. The sessions were separated an interval of 48 h between them.

#### Statistical analysis

The normality of the data was checked and subsequently confirmed with the Shapiro–Wilk test. Student's *t* test was used to compare between test and re-test, and between intensities. To determine test–retest reliability, intra-class correlation coefficients (ICC's) were calculated. The level of significance was fixed at  $p \leq 0.05$ . The standard error of measurement (SEM), the minimal detectable change (MDC) and their respective confidence intervals at 90% were calculated. The correlations were analyzed by Pearson's coefficient.

**Table 1**  
Descriptive measures<sup>a</sup> and intra class correlation coefficients (ICC).

	Mean (SD)	<i>t</i> test ( <i>p</i> )	ICC ( <i>p</i> )
Test RSP0 (reps)	31.9 (8.4)	1.30	0.79
Re-test RSP0 (reps)	35.0 (9.1)	(0.21)	(0.01)
Test RSP1/3 (reps)	94.5 (42.5)	0.70	0.90
Re-test RSP1/3 (reps)	100.7 (42.0)	(0.46)	(0.001)
Test BS25% (reps)	111.6 (65.2)	0.06	0.91
Re-test BS25% (reps)	110.6 (87.7)	(0.94)	(0.001)
Test BS50% (reps)	51.9 (35.5)	0.02	0.96
Re-test BS50% (reps)	52.0 (29.1)	(0.98)	(<0.001)

<sup>a</sup> No statistically significant difference between test and re-test; RSP0: test at zero point for suspension rowing exercise; RSP1/3: 1/3 of the distance away from zero point for rowing suspension exercise; BS25%: load equivalent to 25% of the body mass for back squat; BS50%: load equivalent to 50% of the body mass for back squat; reps: numero of repetitions.

#### Results

Loads used for BS25% and BS50% were  $19.4 \pm 3.8$  kg and  $38.9 \pm 7.6$  kg, respectively. Table 1 shows the descriptive measures and ICC values between test and retest. Additionally, SEM and MDC values are presented in Table 2, indicating higher intra-individual variation with higher intensities.

Fig. 2 shows the maximum number of repetitions in BS and RS. Significant differences are observed between the exercises performed at different intensities. Correlations are shown in Fig. 3.

**Table 2**  
Standard error of measurement (SEM), minimal detectable change (MDC) and their respective confidence intervals at 90%.

	Score	LL90%	Mean $\pm$ SD
<i>SEM</i>			
RSP0	3.85	24.36	32.0 $\pm$ 8.4
RSP1/3	13.45	72.31	94.5 $\pm$ 42.5
BS25%	20.63	77.56	111.6 $\pm$ 65.2
BS50%	7.94	38.80	51.9 $\pm$ 35.5
<i>MDC</i>			
RSP0	5.44	22.92	32.0 $\pm$ 8.4
RSP1/3	19.02	63.11	94.5 $\pm$ 42.5
BS25%	29.18	63.46	111.6 $\pm$ 65.2
BS50%	11.23	33.38	51.9 $\pm$ 35.5

LL, lower limit; UL, upper limit; SD, standard deviation. RSP0: test at zero point for suspension rowing exercise; RSP1/3: 1/3 of the distance away from zero point for rowing suspension exercise; BS25%: load equivalent to 25% of the body mass for back squat; BS50%: load equivalent to 50% of the body mass for back squat.

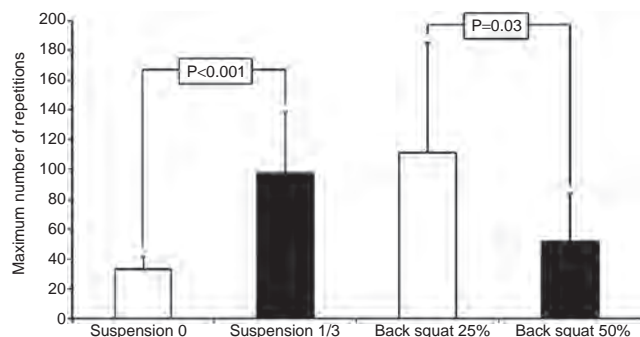


Fig. 2. Maximum number of repetitions in the suspension rowing and back squat exercises.

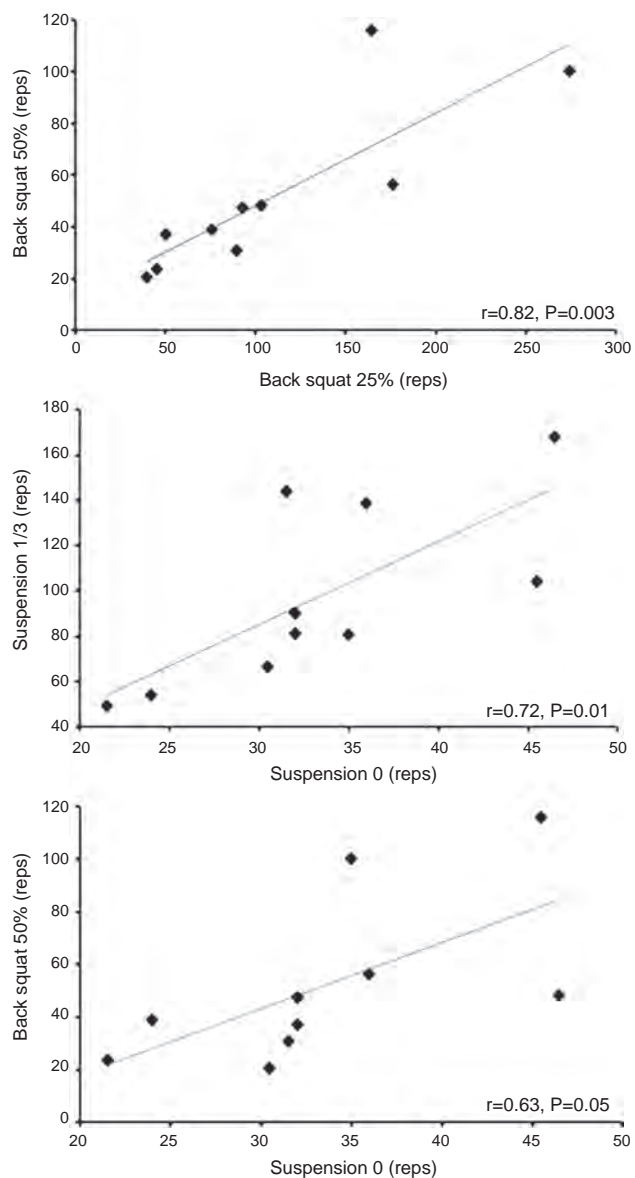


Fig. 3. Correlations among maximum number of repetitions in the different observations (reps: number of repetitions).

## Discussion

The present study aimed to identify the reproducibility of performance in the RS and BS exercises, considering the individual's

height and weight to calculate loads. The main findings are: (i) test and re-test have not shown difference in any of the situations; (ii) different intensities from the same exercises presented significant differences; (iii) relevant correlations were identified and, as expected, (iv) greater number of repetitions was executed with smaller loads, which is in accordance with the principle of the inverse relationship between volume and intensity.<sup>12</sup>

A significant correlation was found between the squat with different loads, revealing a relationship between the different intensities. A prior study<sup>19</sup> with untrained subjects attempted to clarify the relationship between different intensities (40%, 60%, 80% 1RM) and the number of repetitions in bench press and parallel squat. After 16 weeks of training, the subjects performed a re-test and showed an increase in the 1RM load for all exercises, however the number of maximum repetitions did not suffer changes. In another study,<sup>20</sup> college students (70 men; 101 women) were tested to determine their 1RM bench press lifting strength before and after 14 weeks of training. No differences were found in the number of repetitions performed at the same intensity, which reinforce the involvement between these two variables.

Related to the training level, a previous study<sup>21</sup> determined the number of maximum repetitions that trained and untrained males and females performed at various percentages of 1RM (40%, 60%, 80%) for each of seven specified weight training lifts. A higher number of repetitions were found in trained women in relation to untrained ones. When comparing untrained and trained males, a significant difference was found in the number of repetitions performed at all selected percent 1RM for the arm curl, knee extension and sit-ups, at 60% in leg curl and at 60% and 80% on lateral pull-down. Another authors<sup>12</sup> compared trained and untrained men who performed squat, arm curl and bench press at 60%, 80% and 90%, and only found significant differences in the bench press at 90% 1RM.

In contrast, when it was compared the exercise lateral pull-down from at 45% of the their body weight with the respective percentage of 1RM in women of different ages,<sup>22</sup> the results showed that the load prescribed represented 73% of 1RM in the group of young women (20–30), 80% in middle-aged women (30–40) and 96% to 115% in elderly women, what means that increasing age is a limiting factor for performance. In the present study, no differences were found between the number of repetitions performed in the different protocols, maybe due to the homogeneity of the sample. In this sense, it seems that the prescription through anthropometrical parameters needs first to be parameterized according to the target population. For adults who are trained, the RS and BS presented stable values regarding to the reproducibility data. On the other hand, considering the high SEM and MDC values presented, these findings should be interpreted with caution, mainly for lower intensities.

RS has been defined in the literature as one of the activities considered suspended training, and it has been described as an efficient method to improve balance and central muscle recruitment,<sup>4</sup> likewise to warm-up before the principal exercise without causing muscle fatigue,<sup>3</sup> reducing the risk of injury, increasing joint stability<sup>5,23</sup> and enhancing the sports performance.<sup>4-7,24</sup>

In relation to the quantification of the intensity in suspension exercises, in order to prescribe the training program, the information available is limited. The vector resistance principle, in which the angle of the body in relation to the ground determines the difficulty, has been suggested to control the intensity in suspension push-ups, because it showed greater activation of the central muscles than the same exercise performed in the traditional way.<sup>23</sup> We have not found any study using the individual height as a parameter to determine the intensity of the suspension exercises, which makes this study pioneer on this proposal. Thus, such findings indicate that this procedure appears to be effective and easy to apply

for the training process organization, considering the absence of difference between test and re-test for the two intensities proposed ( $p > 0.05$ ) with ICC of 0.79 ( $p = 0.01$ ) and 0.90 ( $p = 0.001$ ) to intensities related to point RSP0 and RSP1/3, respectively. Furthermore, the average number of repetitions also shows to be different between the intensities ( $p < 0.001$ ). Finally, the correlations between intensities in suspension were moderate ( $r = 0.72$ ;  $p = 0.01$ ), which strengthens the hypothesis of reliability from the two situations (RSP0 and RSP1/3).

As limitations of the study, were indicated: (i) the absence of measures of physiological parameters of physical exertion, that would be interesting, but do not limit the answer to the aim of the study; and (ii) angulation in relation to different distances in RS is unknown, instead the use of height alone could be more practical. Additionally, it is suggested that future studies evaluate the physiological effects of these different methods, as well as the relationship of these with other parameters and quantification of loads, such as the subjective perception of effort, for example.

In conclusion, the distance of the feet in relation to the zero point seems to be an easy and effective parameter for quantification of loads during training in suspension, considering high intra class correlation between test and re-test, but statistically different values, depending on proximity of the lower limbs relative to the zero point. Similarly occurs with the use of the percentage of body mass for prescription of barbell back squat exercise.

### Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

### References

1. Lagally KM, Cordero J, Good J, Brown DD, McCaw ST. Physiologic and metabolic responses to a continuous functional resistance exercise workout. *J Strength Cond Res.* 2009;23:373–9.
2. Snarr RL, Esco MR, Witte EV, Jenkins CT, Brannan RM. Electromyographic activity of rectus abdominis during a suspension push-up compared to traditional exercises. *JEPonline.* 2013;16:1–8.
3. Quelch F, Lichter E. Applying suspension training to football. *NSCA's Perform Train J.* 2010;7:15–9.
4. Dannelly BD, Otey SC, Croy T, Harrison B, Rynders CA, Hertel JN, et al. The effectiveness of traditional and sling exercise strength training in women. *J Strength Cond Res.* 2011;25:464–71.
5. Thomas SM, Sil S, Kashikar-Zuck S, Myer G. Can modified neuromuscular training support the treatment of chronic pain in adolescents? *Strength Cond J.* 2013;35:12–26.
6. Bettendorf B. TRX suspension training bodyweight exercises: scientific foundations and practical applications. California: Fitness Anywhere LLC; 2010. Available in <http://www.trxtraining.com/shop-by-interest/TRX%C2%AE.Suspension.Training%C2%AE.Bodyweight.Exercise.pdf> [accessed 18.07.13].
7. Ratamess N. Strength and conditioning for grappling sports. *Strength Cond J.* 2011;33:18–24.
8. Boudreau SN, Dwyer MK, Mattacola CG, Lattermann C, Uhl TL, McKeon JM. Hip-muscle activation during the lunge, single-leg squat, and step-up-and-over exercises. *J Sport Rehabil.* 2009;18:91–103.
9. Swinton PA, Lloyd R, Keogh JW, Loannis A, Stewart AD. A biomechanical comparison of the traditional squat, powerlifting squat, and box squat. *J Strength Cond Res.* 2012;26:1805–16.
10. Straub RK, Cipriani DJ. Influence of infrapatellar and suprapatellar straps on quadriceps muscle activity and onset timing during the body-weight squat. *J Strength Cond Res.* 2012;26:1827–37.
11. Iglesias E, Boulosa DA, Dopico X, Carballeira E. Analysis of factors that influence the maximum number of repetitions in two upper-body resistance exercises: curl biceps and bench press. *J Strength Cond Res.* 2010;24:1566–72.
12. Shimano T, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *J Strength Cond Res.* 2006;20:819–23.
13. Taipale RS, Mikkola J, Vesterinen V, Nummela A, Häkkinen K. Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113:325–35.
14. Day ML, McGuigan MR, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensities during resistance training using a session RPE scale. *J Strength Cond Res.* 2004;18:353–8.
15. Ronnestad BR, Hansen EA, Raastad T. Effect of heavy strength training on thigh muscle cross-sectional area, performance determinants, and performance in well-trained cyclists. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:965–75.
16. Dorgo S, King GA, Rice CA. The effects of manual resistance training on improving muscular strength and endurance. *J Strength Cond Res.* 2009;23:293–303.
17. McRae G, Payne A, Zelt J. Extremely low volume, whole-body aerobic-resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012;37:1124–31.
18. Smith MM, Sommer AJ, Starkoff BE, Devor ST. Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *J Strength Cond Res.* 2013;27:3159–72.
19. Hickson RC, Hidaka K, Foster C. Skeletal muscle fiber type, resistance training, and strength-related performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26:593–8.
20. Mayhew JL, Ball TE, Bowen JC. Prediction of bench press lifting ability from submaximal repetitions before and after training. *Sports Med Train Rehabil.* 1992;3:195–201.
21. Hoeger WWK, Hopkins DR, Barette SL, Hale DF. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. *J Strength Cond Res.* 1990;4:47–61.
22. Kuramoto AK, Payne VG. Predicting muscular strength in women: a preliminary study. *Res Q Exerc Sport.* 1995;66:168–72.
23. Snarr RBS, Esco MR. Push-up with knee tuck using a suspension device. *J Strength Cond Res.* 2013;35:30–2.
24. McGill SM, Cannon J, Andersen JT. Analysis of pushing exercises: muscle activity and spine load while contrasting techniques on stable surfaces with a labile suspension strap training system. *J Strength Cond Res.* 2014;28:105–16.



Original

## Efeito do destreino na composição corporal e nas capacidades de salto vertical e velocidade de jovens jogadores da elite do futebol brasileiro

C. Abad<sup>a,\*</sup>, R. Cuniyochi<sup>b</sup>, R. Kobal<sup>a</sup>, S. Gil<sup>a</sup>, K. Pascoto<sup>a</sup>, F. Nakamura<sup>a</sup> e I. Loturco<sup>a</sup><sup>a</sup> Núcleo de Alto Rendimento Esportivo de São Paulo – NAR, São Paulo, SP, Brasil<sup>b</sup> Audax São Paulo, SP, Brasil

### INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 24 de abril de 2014

Aceite a 17 de março de 2015

Palavras-chave:

Antropometria

Aptidão física

Jovem

Futebol

Destreino

### R E S U M O

**Objetivo:** Analisar os efeitos do destreino na composição corporal e nas capacidades de salto vertical e na velocidade.

**Método:** Vinte e dois jogadores sub17 ( $16.4 \pm 0.4$  anos;  $70.0 \pm 7.1$  kg;  $175.9 \pm 6.9$  cm) foram submetidos à avaliação antropométrica, de saltos verticais sem (SVSC) e com contramovimento (SVCC), e de velocidade linear, antes e após 2 semanas de destreino.

**Resultados:** Houve aumento significativo na gordura corporal ( $p < 0.001$ ) e, apesar da redução da velocidade não ser significativa ( $p > 0.05$ ), houve 2.24% de aumento no tempo de 0-5 m ( $ES = 0.78$ ) e de 0.97% no tempo de 0-20 m ( $ES = 0.41$ ). Adicionalmente, houve tendência de aumento para o SVCC ( $p = 0.056$ ).

**Conclusão:** Duas semanas de destreino provocaram alterações significativas na composição corporal e na capacidade da velocidade motora e na distância de 0-5 m em jovens futebolistas.

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

### Effect of detraining on body composition, vertical jumping ability and sprint performance in young elite soccer players

#### A B S T R A C T

**Objective:** To analyze the effects of detraining on body composition, vertical jumping and speed abilities.

**Methods:** Twenty two under-17 soccer players ( $16.4 \pm 0.4$  years;  $70.0 \pm 7.1$  kg;  $175.9 \pm 6.9$  cm) were evaluated before and after two weeks of detraining. Anthropometric measurements, countermovement (CMJ) and squat jumps (SJ) and sprint speed tests were performed.

**Results:** There was a significant increase in body fat ( $p < 0.001$ ) and despite the fact that the decrease in the speed was no significant ( $p > 0.05$ ), an increase of 2.24% in the 0–5 m time ( $ES = 0.78$ ) and 0.97% in the 0–20 m time ( $ES = 0.41$ ) were observed. In addition, there was an upward trend in the SJ ( $p = 0.056$ ).

**Conclusion:** Two weeks of detraining resulted in significant alterations of the body composition and in speed performance (from 0 to 5 m) in young elite soccer players.

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

Keywords:

Anthropometry

Physical fitness

Young

Soccer

Detraining

\* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: [c.cavinato@uol.com.br](mailto:c.cavinato@uol.com.br) (C. Abad).



## Efecto del desentrenamiento sobre la composición corporal, la capacidad de salto vertical y la velocidad de jóvenes futbolistas de élite

### R E S U M E N

#### Palabras clave:

Antropometría  
Aptitud física  
Futbolistas jóvenes  
Fútbol  
Desentrenamiento

**Objetivo:** Analizar los efectos del desentrenamiento sobre el salto vertical, la velocidad de desplazamiento y la composición corporal en futbolistas jóvenes.

**Método:** Veintidós jugadores ( $16.4 \pm 0.4$  años,  $70.0 \pm 7.1$  kg,  $175.9 \pm 6.9$  cm) se sometieron a evaluaciones de composición corporal, saltos verticales y velocidad (carreras de 20 metros), antes y después de 2 semanas de desentrenamiento.

**Resultados:** Se encontraron aumentos significativos en el porcentaje de grasa corporal ( $p < 0.001$ ) y a pesar de que la disminución de la velocidad no fue significativa ( $p > 0.05$ ), hubo una reducción del 2.24% ( $ES = 0.78$ ) y del 0.97% ( $ES = 0.41$ ) en los tiempos en 5 y 20 m, respectivamente. Igualmente, se observó una tendencia al aumento del salto sin contramovimiento ( $p = 0.056$ ).

**Conclusión:** Dos semanas de desentrenamiento produjeron alteraciones significativas en la composición corporal y en la velocidad (entre 0-5 m) de los jóvenes futbolistas.

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

### Introdução

No futebol, o desempenho competitivo depende da interação de diferentes fatores como composição corporal, potência muscular e velocidade máxima atingida pelos jogadores em curtas distâncias (velocidade de *sprint*)<sup>1</sup>. Esses fatores podem oscilar ao longo da temporada que, usualmente, se divide em 3 períodos: pré-temporada, período competitivo e período de transição. A pré-temporada corresponde ao tempo existente entre a volta das férias e o primeiro jogo oficial do campeonato (início de temporada). Durante esse período, com o intuito de maximizar as adaptações biológicas decorrentes do treinamento sistemático, é comum priorizar a preparação física. Logo na sequência, o período competitivo visa, prioritariamente, manter ou potencializar a forma física adquirida durante a pré-temporada, enquanto que, após o período de transição (período de férias), espera-se uma redução no desempenho físico global, devido à ausência dos treinamentos físicos e/ou técnicos específicos<sup>2</sup>.

Já está bem estabelecido que as variações de volume e intensidade de treinamento, que ocorrem durante toda a temporada competitiva, são essenciais para a manutenção do desempenho dos futebolistas<sup>3</sup>. Por outro lado, as fases exaustivas de treinamento aliadas aos curtos períodos de recuperação parecem estar diretamente associadas à fadiga acumulada e a uma maior incidência das lesões musculoesqueléticas<sup>4</sup>. Além disso, foi reportado que os períodos de destreino de curto ( $\leq 4$  semanas) ou longo prazo ( $> 4$  semanas)<sup>5</sup> são capazes de reduzir o desempenho das capacidades de força, potência muscular e velocidade, prejudicando o rendimento esportivo<sup>6,7</sup>.

Com a intenção de preservar a integridade dos jovens atletas e não expô-los a uma alta demanda de treinamento e competição, algumas entidades que regulamentam o futebol elaboram o calendário competitivo das categorias de base com uma menor frequência semanal de competições (geralmente, uma partida por semana). Outro aspecto comum na organização desses campeonatos é a suspensão das competições nos períodos dos recessos escolares, permitindo que os jovens atletas descansem e se recuperem adequadamente. Contudo, se por um lado, esse período de recuperação contribui para preservar a integridade dos jovens atletas (que possuem dose-resposta de treino diferente)<sup>8</sup>, por outro, pode provocar aumento do percentual de gordura, declínio na velocidade dos processos bioquímicos para obtenção de energia, e queda de desempenho físico e de rendimento competitivo<sup>5</sup>.

Os prejuízos causados pelo destreino em diferentes modalidades estão bem descritos na literatura<sup>6,7</sup>. Em futebolistas adultos, estudos prévios demonstraram que 3 semanas de destreino foram suficientes para aumentar o percentual de gordura corporal (%GC) de  $9.6 \pm 2.5\%$  para  $12.6 \pm 3.3\%$  ( $\approx 30\%$ ) e diminuir o desempenho da velocidade com aumento do tempo dos 50 m de  $7.1 \pm 0.5$  s para  $7.6 \pm 0.5$  s ( $\approx 7\%$ )<sup>9</sup>. Amigo et al.<sup>10</sup> reportaram que períodos mais prolongados de destreino (6-8 semanas) em jovens futebolistas também foram capazes de reduzir a área de secção transversa das fibras musculares do tipo I e tipo II, e também a atividade das enzimas creatina quinase, citrato sintase, fosfofrutoquinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase, as quais exercem papel fundamental na ressíntese de ATP durante atividades de alta intensidade.

Apesar dos resultados supracitados, os efeitos do destreino sobre a aptidão física específica de jovens futebolistas de elite ainda não estão bem documentados. No melhor de nosso conhecimento, apenas 2 estudos analisaram o efeito do destreino em jovens futebolistas<sup>5,10</sup>. No entanto, em nenhuma dessas investigações as amostras foram constituídas por atletas de elite. Assim, enquanto Melchiori et al.<sup>5</sup> verificaram reduções de 22.7% no consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) na velocidade do limiar aeróbio, de 25.8% no  $VO_2$  na velocidade do limiar anaeróbio e de 21.2% no  $VO_2$  máximo. Amigo et al.<sup>10</sup> demonstraram, após 8 semanas de destreino, reduções na área de secção transversa das fibras musculares e na atividade das enzimas creatina quinase, citrato sintase, fosfofrutoquinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase. Adicionalmente, os autores avaliaram os efeitos do destreino apenas nas alterações da aptidão aeróbia, na estrutura muscular (área da secção transversa das fibras tipo I e tipo II do músculo vastolateral) e na diminuição das atividades enzimáticas (creatinequinase, citratossintase, fosfofrutoquinase, lactato desidrogenase e da aspartato aminotransferase)<sup>5,10</sup>. Desse modo, os efeitos de 2 semanas de destreino nas capacidades de potência muscular e velocidade cíclica em jovens futebolistas de elite ainda carecem de investigação científica.

Portanto, o objetivo desse estudo foi investigar os efeitos do destreino de curto prazo na composição corporal, na altura do salto vertical (SV) e na velocidade linear de jogadores sub17 da elite do futebol brasileiro. Hipotetizamos que um período de destreino de 2 semanas estaria associado a um aumento do %GC em jovens futebolistas de elite e, além disso, provocaria reduções significativas em suas capacidades físicas.

## Método

### Sujeitos

A amostra foi selecionada por conveniência e foi composta de 22 futebolistas da categoria sub17 (idade:  $16.4 \pm 0.4$  anos; massa corporal:  $70.0 \pm 7.1$  kg; estatura:  $175.9 \pm 6.9$  cm). Nos 3 meses que antecederam o estudo, nenhum atleta utilizou suplementos alimentares, anti-inflamatórios ou outros medicamentos que pudessem afetar o desempenho físico. Desse modo, todos os atletas estavam em plenas condições de saúde e sem lesão prévia clinicamente diagnosticada nos últimos 6 meses. Vale destacar que, no ano do estudo, essa equipa sagrou-se campeã brasileira sub17, tendo, inclusive, alguns dos seus atletas convocados para compor a seleção nacional da categoria.

O presente trabalho foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Estadual de Londrina (processo 220/2010, CAAE registro n. 0202.0.0268.000-10) e seguiu todas as normas de estudos com seres humanos, conforme as recomendações do CNS 96/96 da Associação Médica Mundial e a Declaração de Helsinki<sup>11</sup>.

### Delineamento experimental

A rotina desses atletas era constituída de, aproximadamente, 2 horas diárias de treinamento, 5 vezes por semana, sempre com um jogo aos sábados. As sessões de treinamento eram compostas por treino físico (2 vezes na semana, 30-45 min), treino técnico-tático (2 vezes na semana,  $\approx 60$ -80 min) e métodos de recuperação ativos (uma vez na semana, sessão de 30-45 min de alongamento e/ou hidroginástica). Os atletas foram avaliados antes (PRÉ) e após (PÓS) 2 semanas de destreinamento, durante a pausa do Campeonato Paulista de 2013 que ocorreu entre a 14.<sup>a</sup> e a 15.<sup>a</sup> rodadas do campeonato (i.e.; entre os dias 13-27 de julho do referido ano). Durante esse período os atletas foram orientados a não realizar nenhum tipo de treinamento e não participaram de atividades competitivas ou recreativas.

As seguintes avaliações foram realizadas:

Nível de atividade física (AF): para verificar o nível de AF praticado durante o recesso, os atletas responderam um recordatório semanal de AF<sup>12</sup>.

Antropometria: a avaliação antropométrica foi realizada durante a primeira sessão experimental por um avaliador com experiência de 5 anos. As medidas da massa corporal, estatura e as dobras cutâneas foram realizadas de acordo com a padronização de Lohman<sup>13</sup>. O erro técnico da medida, obtido de acordo com sugestão de Perini et al.<sup>14</sup>, foi de 5.1% (aceitável). O coeficiente de correlação intraclasse (ICC) para as medidas de dobras cutâneas foi de 0.87-0.91. A densidade corporal foi estimada a partir das equações de Faulkner<sup>15</sup> e a composição corporal foi estimada pela equação de Siri<sup>16</sup>.

Avaliação neuromuscular: após avaliação antropométrica os atletas realizaram aquecimento geral conforme o programa FIFA 11<sup>+17</sup> elaborado pelo Centro de Investigação Científica e de Avaliação Médica da FIFA (F-MARC). Esse programa é constituído de 15 exercícios que devem ser realizados em 3 etapas progressivas, assim determinadas: i) corrida com velocidade reduzida e combinada com alongamentos ativos; ii) exercícios de força para o centro de equilíbrio do corpo (core), para os membros inferiores e de pliometria e agilidade com 3 níveis de dificuldade crescentes; e iii) corrida em velocidade moderada/alta combinada com movimentos de mudança de direção. O FIFA 11<sup>+</sup> tem-se mostrado apropriado para melhorar o desempenho físico<sup>18</sup> e também efetivo para prevenção de lesões de jovens atletas<sup>19,20</sup>. Após o aquecimento, um intervalo de recuperação de 10 min foi concedido aos atletas que, em seguida, realizaram os testes de SV e de velocidade linear.

A capacidade de SV foi medida por uma plataforma de contato (Smartspeed System, Fusion Sport, Austrália), por meio da medida da altura dos saltos verticais com e sem contramovimento (SVCC e SVSC, respectivamente), conforme recomendações previamente descritas<sup>21</sup>. O tempo de voo foi obtido a partir da equação de Bosco et al.<sup>21</sup> e a potência absoluta e relativa foi calculada pela equação proposta por Sayers et al.<sup>22</sup>.

Todos os atletas eram devidamente familiarizados com a execução de ambos os tipos de saltos. Cada atleta realizou 3 tentativas de cada tipo de salto (i.e.; SVSC e SVCC), com intervalo de 15 s entre cada tentativa e 2 min de intervalo entre cada tipo de salto. Os atletas foram instruídos a saltar o mais alto possível. Para análise estatística foi considerado o melhor resultado do SVSC e do SVCC. Os ICCs do SVSC e do SVCC foram de, respectivamente, 0.97 e 0.98.

A velocidade linear foi mensurada pelo teste de 20 m (T-20 m). Células fotoelétricas (Smartspeed-Fusion, Austrália) foram posicionadas no ponto inicial (0), 5, 10 e 20 m. Os atletas se posicionaram no ponto inicial e foram instruídos a realizar o percurso o mais rapidamente possível. Cada atleta realizou 3 tentativas, com um intervalo de 3 min entre cada tentativa. O melhor resultado foi considerado para análise. O erro de medida do equipamento é menor que 0.03 s em 30 m<sup>23</sup>. Os ICCs dos tempos para as distâncias de 0-5, 0-10 e 0-20 m foram de 0.91, 0.95 e 0.97, respectivamente.

### Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram apresentados em média e desvio-padrão. Conforme a distribuição dos dados, aplicou-se o test t pareado de Student (distribuição paramétrica) ou o teste de Wilcoxon (distribuição não paramétrica). Para verificação da influência do destreinamento entre os momentos PRÉ e PÓS, foi calculado o delta percentual ( $\Delta\%$ ) por meio da equação:  $\Delta\% = [\text{momento PÓS} \times 100] / (\text{momento PRÉ} - 100)$ . O nível de significância adotado foi de  $p < 0.05$ . Para essas análises utilizou-se o programa STATISTICA 6.0. O tamanho do efeito (*effect size* [TE]) também foi calculado conforme a sugestão de Cohen<sup>24</sup>, onde 0.2 = efeito pequeno, 0.5 = efeito moderado e 0.8 = efeito grande. Adicionalmente, para verificar a chance percentual de o destreinamento ter sido benéfico (efeito positivo ao destreinamento) ou prejudicial (efeito negativo ao destreinamento), foi aplicado o modelo de análise da inferência prática baseada em magnitudes. Para cálculo da análise da inferência prática baseada em magnitudes, no caso dos dados com distribuição não-normal, aplicou-se uma transformação por logaritmo natural. A mínima mudança percentual detectável foi calculada multiplicando-se o desvio-padrão inicial baseado no tamanho de efeito por 0.20. A chance de o destreinamento ser considerado positivo, nulo ou negativo foi calculada e avaliada qualitativamente da seguinte forma:  $< 1\%$  trivial (quase certamente não); 1-5% muito improvável; 5-25% improvável; 25-75% possível; 75-95% provável; 95-99% muito provável e  $> 99\%$  quase certamente sim. Se os valores negativos e positivos apresentassem resultados  $> 5\%$ , a inferência era considerada inconclusiva<sup>25,26</sup>. Essa análise foi realizada por meio das planilhas disponíveis em: <http://sportsci.org/2006/wghcontrial.htm><sup>27</sup>.

## Resultados

Não houve diferença significativa no tempo de prática de AF entre a 1.<sup>a</sup> e a 2.<sup>a</sup> semana ( $103 \pm 31$  min vs.  $94 \pm 22$  min, respectivamente;  $p > 0.05$ ).

Os resultados antropométricos e da composição corporal estão descritos na [tabela 1](#).

Na [tabela 2](#) encontram-se os resultados de desempenho físico de potência de membros inferiores e de velocidade.



**Tabela 1**

Média e desvio-padrão dos dados antropométricos e da composição corporal de atletas de futebol sub17 (n=22)

	Pré		Pós		$\Delta$ %	p	d	% chance	Inferência qualitativa
	X	DP	X	DP					
Massa corporal (kg)	69.92	± 6.33	70.01	± 7.00	0.13	0.7868	0.01	00/100/00	Trivial
Estatura (cm)	175.92	± 6.88	175.91	± 6.89	-0.01	0.8162	0.00	00/100/00	Trivial
IMC	22.59	± 1.56	22.61	± 1.76	0.09	0.8188	0.02	00/99/01	Trivial
DC tríceps (mm)	6.27	± 1.23	6.48	± 1.32	3.35	0.3120	0.17	02/58/40	Possível
DC subescapular (mm)	8.96	± 1.26	9.28	± 1.37*	3.57	0.0294	0.26	00/32/68	Possível
DC suprailíaca (mm) <sup>†</sup>	9.82	± 2.65	10.87	± 2.88*	10.69	0.0010	0.40	00/02/98	Muito provável
DC abdominal (mm) <sup>†</sup>	9.99	± 4.08	10.56	± 4.10*	5.71	0.0084	0.14	00/71/29	Possível
$\Sigma$ DC (mm) <sup>†</sup>	35.04	± 8.06	37.19	± 7.97*	6.14	0.0005	0.27	00/05/95	Provável
% de gordura <sup>†</sup>	11.14	± 1.23	11.47	± 1.22*	2.96	0.0005	0.27	00/10/90	Provável
Massa gorda (kg) <sup>†</sup>	7.81	± 1.27	8.07	± 1.43*	3.33	0.0002	0.20	00/66/34	Possível
Massa magra (kg)	62.10	± 5.46	61.94	± 5.86	-0.26	0.5397	-0.03	00/100/00	Trivial

d: tamanho do efeito (*effect size*); DC: dobra cutânea; DP: desvio padrão; IMC: índice de massa corpórea; p: test t de Student ou Wilcoxon; X: média;  $\Delta$  %: percentual;  $\Sigma$ : somatória.

<sup>†</sup> distribuição não normal;

\* = diferença significativa em relação ao Pré (p < 0.05).

**Tabela 2**

Média e desvio-padrão de variáveis dos testes de desempenho físico de atletas de futebol sub17 (n=22)

	Pré		Pós		$\Delta$ %	p	d	% chance	Inferência qualitativa
	X	DP	X	DP					
SVSC (cm)	35.31	± 3.35	36.10	± 3.56	2.22	0.0564	0.23	00/40/60	Possível
SVCC (cm) <sup>†</sup>	36.62	± 3.51	36.49	± 3.40	-0.35	0.7313	0.04	08/90/02	Trivial
TV-SVSC (ms)	536.33	± 25.32	542.22	± 26.45	1.10	0.0572	0.23	00/40/60	Possível
TV-SVCC (ms)	546.17	± 25.60	545.22	± 25.18	-0.17	0.7368	-0.04	08/90/02	Trivial
PP-SVSC (W)	3255.61	± 327.96	3307.30	± 326.93	1.59	0.0863	0.16	00/68/32	Possível
PP-SVCC (W)	3334.90	± 297.29	3331.11	± 332.51	-0.11	0.8937	-0.01	03/96/01	Trivial
PR-SVSC (W.kg <sup>-1</sup> )	46.62	± 3.11	47.35	± 3.31	1.58	0.0572	0.24	00/39/61	Possível
PR-SVCC (W.kg <sup>-1</sup> ) <sup>†</sup>	47.80	± 3.30	47.68	± 3.13	-0.25	0.6165	-0.04	06/93/01	Trivial
Tempo 0-5 m (s)	1.07	± 4.68	1.10	± 0.04*	2.80	0.0374	0.78	01/05/94	Provável
Tempo 0-10 m (s)	1.81	± 0.04	1.82	± 0.09	0.55	0.4941	0.27	08/45/47	Inconclusivo
Tempo 0-20 m (s)	3.10	± 0.05	3.13	± 0.12	0.97	0.1327	0.41	01/27/72	Possível

d: tamanho do efeito (*effect size*); DP: desvio padrão; SVCC: salto vertical com contra movimento; SVSC: salto vertical sem contramovimento; PP: potência de pico; PR: potência relativa TV: tempo de voo; % = delta percentual.

<sup>†</sup> distribuição não normal X = média.

\* = diferença significativa em relação ao Pré (p < 0.05).

## Discussão

O principal achado desse trabalho foi que, após um período de 2 semanas de destreino, atletas jovens da elite do futebol brasileiro apresentaram aumento de 6.14% na somatória das dobras cutâneas, de 2.94% no %GC e de 3.3% na massa gorda, com concomitante redução de 2.24% na velocidade de 5 m e 0.97% na velocidade de 20 m.

O nível de AF durante o recesso dos jogadores ficou abaixo da recomendação internacional para manutenção da aptidão física<sup>28</sup> e, mesmo com a limitação do tempo total de AF a não indicar a qualidade com que uma dada tarefa é realizada, ainda assim foi constatado que os atletas realmente reduziram a carga de trabalho físico em relação ao período de treinamento e assegura a possibilidade de alcançar o objetivo do trabalho.

Quanto à composição corporal, estudos prévios demonstraram variação do %GC entre 7.6-16.2%<sup>29</sup>. Embora os valores de %GC encontrados no presente estudo estivessem dentro dessa faixa, variando em aproximadamente 3.0% entre os momentos PRÉ e PÓS, esses resultados foram superiores aos reportados em futebolistas profissionais da primeira divisão espanhola (%GC = 8.6 ± 0.9%)<sup>30</sup> e também em jogadores profissionais da primeira divisão da Grécia (%GC ≈ 9%)<sup>31</sup>. Por outro lado, os achados do presente estudo foram similares aos descritos em outros estudos, que verificaram %GC de 11.8 ± 2.0% em atletas profissionais sub19<sup>32</sup>, de 12.6 ± 2.3% em jogadores sub16, 13.0 ± 5.0% no sub15 e 12.5 ± 2.6% no sub14<sup>33</sup>. De fato, a massa corpórea de jogadores pode variar de acordo

com a posição do jogador, o seu nível competitivo e até mesmo pelo período da temporada<sup>9</sup>. Assim, apesar das limitações metodológicas das dobras cutâneas, como, por exemplo, dificuldade de comparar resultados de estudos que utilizaram equações diferentes; menor precisão de estimativa em relação às medidas indiretas e também experiência dos avaliadores<sup>34</sup>, essas limitações não comprometeram os resultados do presente estudo já que, além do mesmo avaliador, houve manutenção de todos os procedimentos entre os momentos PRÉ e PÓS. Desse modo, o aumento significativo do %GC no momento PÓS em relação ao PRÉ está de acordo com um estudo anterior que descreveu aumento superior a 11% no %GC após um período de 6 semanas de destreino<sup>31</sup>. Esse resultado sugere que os atletas investigados nesse estudo reduziram o dispêndio energético e/ou aumentaram o consumo calórico durante o período de destreino, o que pode ter acarretado em alteração do balanço energético, e modificação significativa da composição corporal do grupo.

O aumento do %GC e da redução da velocidade após 2 semanas de destreino corroboram com resultados de estudos prévios, que demonstraram associação inversa entre a quantidade relativa de GC e o desempenho físico. Sporis et al.<sup>35</sup>, por exemplo, encontraram correlação inversa entre o %GC e a velocidade de 0-5 m (r = -0.86), o SVSC (r = -0.78) e o SVCC (r = -0.92).

Os valores de SVSC e SVCC (≈ 36 cm) encontrados no presente estudo ficaram abaixo dos reportados em jogadores profissionais da primeira divisão da Grécia, que apresentaram resultados de aproximadamente 40 cm no SVSC e de 42 cm no SVCC<sup>32</sup>, e

também aos valores reportados em futebolistas das seleções italianas sub17, sub20 e sub21 que saltaram no SVSC e no SVCC, respectivamente,  $37.3 \pm 4.7$  cm e  $40.9 \pm 5.1$  cm;  $38.0 \pm 4.9$  cm e  $40.2 \pm 4.7$  cm e  $37.0 \pm 3.9$  cm  $40.3 \pm 4.3$  cm<sup>36</sup>. Os resultados de SV encontrados no presente estudo também foram inferiores aos apresentados por atletas sub17 da seleção chinesa e sub19 da seleção da Tunísia que atingiram, respectivamente, valores médios de SVSC próximos de 39 e 51 cm<sup>32,37</sup>. Na elite da Islândia, os jogadores obtiveram marcas próximas a 38 cm no SVSC e a 39.4 cm no SVCC<sup>34</sup>. Em jogadores sub19 da elite portuguesa, Rebelo et al.<sup>39</sup> reportaram alturas em torno de 38.3 cm no SVSC e de 39.5 cm no SVCC, enquanto a elite do futebol espanhol apresentou valores de SVCC próximos de 44 cm<sup>40</sup>. Apesar dos menores valores de SV encontrados no presente trabalho em relação aos trabalhos citados anteriormente, esses resultados foram semelhantes aos reportados em atletas sub19 de nível regional da Espanha, que apresentam valores médios de SVCC próximos a 36 cm<sup>41</sup>.

De fato, a altura do SV tem sido amplamente utilizada para avaliar a potência muscular nos membros inferiores sendo para alguns autores, inclusive, uma ferramenta capaz de discriminar jogadores de distintos níveis competitivos<sup>32,38</sup>. Contudo, essa medida parece variar bastante quando se analisam estudos realizados com futebolistas de diferentes níveis competitivos ou de distintas faixas etárias. Entre os fatores que podem explicar, ainda que parcialmente, as diferenças encontradas no SV de futebolistas destacam-se os aspectos genéticos<sup>42</sup>, o tipo/estado de treinamento físico dos atletas<sup>43</sup> e também a motivação dos jogadores para a realização dos testes<sup>41,44</sup>. Além desses fatores, ao comparar resultados de diferentes estudos também se deve considerar o protocolo de teste de SV utilizado em cada estudo<sup>1</sup>, o tipo de aquecimento prévio executado<sup>45,46</sup> e até mesmo o equipamento utilizado na mensuração da altura dos saltos<sup>46</sup>. No presente estudo, pelo fato de as medidas terem sido realizadas com os mesmos equipamentos e os testes terem sido executados sempre nas mesmas condições nos momentos PRÉ e PÓS, parece que nenhum desses fatores influenciou negativamente as análises. Assim, os achados do presente trabalho parecem não apresentar viés de interpretação quanto aos fatores de confusão e trazem informações práticas importantes, não somente por caracterizar a altura de saltos de jovens jogadores da elite do futebol brasileiro, mas também por demonstrar pela primeira vez que um período de destreino de 15 dias não foi suficiente para promover alterações significantes no desempenho do SV ( $p > 0.05$ ). Ainda assim, a inferência qualitativa foi capaz de demonstrar um possível aumento no desempenho do SVSC (% de chance 00/40/60), demonstrando que o rendimento nesse salto pode ser potencializado pelo destreino. Entretanto, estudos futuros devem investigar se a magnitude desses efeitos pode ou não ser influenciada por períodos maiores ou menores de destreino, tentando estabelecer um período ótimo para essas adaptações.

A velocidade também tem sido considerada uma variável com capacidade de discriminar o desempenho competitivo no futebol, pois é a ação motora que ocorre com maior frequência antes de um gol<sup>47-51</sup>. Haugen et al.<sup>52</sup>, por exemplo, num estudo populacional realizado com atletas noruegueses, reportaram que jogadores da seleção e da primeira divisão eram mais rápidos do que jogadores da segunda divisão (1.0 e 1.4%, respectivamente;  $p < 0.05$ ) e também do que juniores da seleção nacional (1.7 e 2.2%, respectivamente). Segundo Stolen et al.<sup>1</sup>, jogadores de futebol devem levar em média 1.05, 1.84 e 3.08 s para percorrer, respectivamente, 5, 10 e 20 m. Esses valores aproximam-se aos encontrados no presente estudo, porém, o tempo obtido pela nossa amostra na distância de 0-5 m foi superior aos descritos em jogadores profissionais do futebol espanhol ( $0.99 \pm 0.05$  s)<sup>53</sup>, mas assemelharam-se aos encontrados em jogadores sub17 estrangeiros que atuam na Bélgica ( $1.07 \pm 0.07$  s)<sup>54</sup> e também aos chineses da seleção nacional sub17<sup>37</sup>. Adicionalmente, os futebolistas avaliados no presente

trabalho foram mais velozes do que jogadores da primeira divisão da Croácia ( $1.44 \pm 0.5$  s)<sup>35</sup> e juniores tunisianos ( $2.16 \pm 0.5$  s<sup>55</sup> e  $1.4 \pm 0.15$  s<sup>49</sup>). Quanto à velocidade de 0-10 m expressa em unidade de tempo, os resultados encontrados no presente estudo foram superiores aos reportados em jogadores brasileiros juniores ( $1.71 \pm 0.14$  s) e adultos ( $1.74 \pm 0.11$  s) da primeira divisão do futebol paranaense<sup>56</sup>, da primeira divisão de Portugal ( $1.69 \pm 0.03$  s)<sup>57</sup> e da primeira divisão da Inglaterra ( $1.75 \pm 0.08$  s)<sup>58</sup>; assemelharam-se ainda aos encontrados em jogadores da primeira divisão da França ( $1.82 \pm 0.08$  s)<sup>59</sup>, da Inglaterra ( $1.83 \pm 0.08$  s)<sup>60</sup>, da Noruega ( $1.82 \pm 0.30$  s)<sup>61</sup>, sub17 estrangeiros que atuam na Bélgica ( $1.81 \pm 0.08$  s)<sup>54</sup> e inferior aos encontrados em jogadores da primeira divisão da Croácia ( $2.27 \pm 0.4$  s)<sup>35</sup>, a futebolistas amadores espanhóis sub21<sup>62</sup> ( $1.92 \pm 0.06$  s) e também aos chineses da seleção nacional sub17 ( $1.85 \pm 0.07$  s)<sup>37</sup>. Em relação ao tempo para a distância de 0-20 m, os resultados encontrados no presente estudo foram superiores aos encontrados por Wisloff et al.<sup>61</sup> em jogadores noruegueses da elite ( $3.00 \pm 0.30$  s) e futebolistas brasileiros que atuam na primeira divisão paranaense ( $2.97 \pm 0.07$  s). O tempo de 0-10 m encontrado no presente trabalho também se assemelhou aos reportados em jogadores sub17 estrangeiros que atuam na Bélgica ( $3.12 \pm 0.12$  s)<sup>54</sup>, aos de futebolistas da seleção sub17 da China ( $3.18 \pm 0.11$  s)<sup>37</sup> e ainda foram inferiores aos encontrados em jogadores croatas ( $3.38 \pm 0.7$  s)<sup>35</sup> e espanhóis amadores sub21 ( $3.22 \pm 0.09$  s)<sup>62</sup>.

Quanto à influência do destreino na capacidade neuromuscular de jogadores de futebol, os resultados do presente estudo corroboram com estudos prévios que fizeram análise estatística quantitativa e demonstraram que curtos períodos de destreino não foram suficientes para provocar alterações metabólicas e/ou morfológicas que resultassem em queda de desempenho de velocidade, força e/ou potência<sup>7,63-66</sup>. Nesse sentido, seria plausível supor que o treinamento concorrente, comumente adotado no futebol, pudesse ocasionar reduções dos possíveis ganhos em variáveis de desempenho associados à força/velocidade/potência. Assim, quando os altos volumes de exercício aeróbio são suprimidos durante o destreino, eles podem anular as perdas do desempenho neuromuscular devido à retirada do efeito concorrente do treinamento<sup>67</sup>. Alguns autores, inclusive, têm sugerido que a capacidade da potência neuromuscular pode se manter inalterada mesmo após períodos de destreino de 90 dias<sup>6,68,69</sup>. De fato, os efeitos do destreino de curto e longo prazo já estão bem descritos na literatura<sup>6,7</sup>. No entanto, o conhecimento sobre os possíveis prejuízos causados pelo destreino no desempenho físico de jovens jogadores de futebol é limitado. Pelo menos até onde sabemos, descrevemos pela primeira vez os efeitos de 2 semanas de destreino na potência muscular e na velocidade de jovens jogadores da elite do futebol brasileiro, pois os estudos que verificaram o efeito do destreino em jovens jogadores de futebol reportam redução da capacidade e potência aeróbica após 6 semanas de destreino<sup>5</sup> e redução na área de secção transversa e da atividade enzimática após 8 semanas de destreino<sup>10</sup>. No entanto, nenhum dos estudos citados avaliou potência e velocidade, o que impossibilita extrapolações em relação aos achados do presente estudo.

Sumarizando, os achados do presente trabalho sugerem que, apesar do aumento significativo no %GC de jovens futebolistas de elite, 2 semanas de destreino não foram suficientes para produzir reduções significantes nos desempenhos de potência muscular e velocidade cíclica nesses atletas. Com isso, mesmo com algumas limitações do presente trabalho, os seus resultados trazem informações importantes para a área, especialmente pela inclusão das análises de TE e da inferência qualitativa que permitem determinar a magnitude do efeito de um determinado tratamento, podendo auxiliar os profissionais do esporte na interpretação e na aplicação desses resultados em questões que envolvem ajustes

morfofuncionais de jovens atletas após intervenções de treinamento ou destreinamento e que são uma realidade das categorias menores do futebol brasileiro. Desse modo, os achados apresentados provocam reflexões acerca de alguns conceitos pré-concebidos no futebol, como por exemplo, a ideia de que a pré ou a intertemporada devam concentrar altas cargas de trabalho físico com objetivo de se recuperar a forma física, supostamente, perdida durante as férias/recesso.

### Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

### Referências

- Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: An update. *Sports Med*. 2005;35(6):501–36.
- Carling C, Orhant E. Variation in body composition in professional soccer players: Interseasonal and intraseasonal changes and the effects of exposure time and player position. *J Strength Cond Res*. 2010;24(5):1332–9.
- Kalapattharakos VI, Ziogas G, Tokmakidis SP. Seasonal aerobic performance variations in elite soccer players. *J Strength Cond Res*. 2011;25(6):1502–7.
- Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D, et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(1):186–205.
- Melchiorri G, Ronconi M, Triossi T, Viero V, de Sanctis D, Tancredi V, et al. Detraining in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2014;54(1):27–33.
- Mujika I, Padilla S. Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part II: Long term insufficient training stimulus. *Sports Med*. 2000;30(3):145–54.
- Mujika I, Padilla S. Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: Short term insufficient training stimulus. *Sports Med*. 2000;30(2):79–87.
- Gabbett TJ, Johns J, Riemann M. Performance changes following training in junior rugby league players. *J Strength Cond Res*. 2008;22(3):910–7.
- Ostojic SM. Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elite soccer players. *JEPonline*. 2003;6(3):11–4.
- Amigó N, Cadefau JA, Ferrer I, Tarrados N, Cussó R. Effect of summer intermission on skeletal muscle of adolescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 1998;38(4):298–304.
- World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013;310(20):2191–4.
- Florindo AA, Romero A, Peres SV, da Silva MV, Slater B. Development and validation of a physical activity assessment questionnaire for adolescents. *Rev Saúde Pública*. 2006;40(5):802–9.
- Lohman TG. *Advances in body composition assessment*. Champaign IL: Human Kinetics Publishers; 1992.
- Perini TA, de Oliveira GL, Ornellas JS, Oliveira FP. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11(1):81–5.
- Faulkner JA. *Physiology of swimming and diving*. In: Falls H, editor. *Exercise Physiology*. New York: Academic Press; 1968.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. 1961. *Nutrition*. 1993;9(5):480–91.
- FIFA. Complete Warm-up Programme to Prevent Injuries. Zürich, Switzerland: FIFA Medical Assessment and Research Centre (F-MARC); 2007.
- Bizzini M, Impellizzeri FM, Dvorak J, Bortolan L, Schena F, Modena R, et al. Physiological and performance responses to the FIFA 11+ (part 1): Is it an appropriate warm-up? *J Sports Sci*. 2013;31(13):1481–90.
- Owoeye OB, Akinbo SR, Tella BA, Olawale OA. Efficacy of the FIFA 11+ warm-up programme in male youth football: A cluster randomised controlled trial. *J Sports Sci Med*. 2014;13(2):321–8.
- Soligard T, Nilstad A, Steffen K, Myklebust G, Holme I, Dvorak J, et al. Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *Br J Sports Med*. 2010;44(11):787–93.
- Bosco C, Ito A, Komi PV, Luhtanen P, Rahkila P, Rusko H, et al. Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta Physiol Scand*. 1982;114(4):543–50.
- Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, Rosenstein MT. Cross-validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31(4):572–7.
- D'Auria S, Tanner R, Sheppard J, Manning J. Evaluation of Various Methodologies used to Assess Sprint Performance. Paper presented at the Australian Institute of Sport Applied Physiology Conference, 2006 [consultado 10-1-2014]. Disponível em: <http://www.fusionsport.com/products/smartspeed-timing-gates-system/world-best-timing-accuracy>
- Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences* Laurence Erlbaum. Hillsdale, NJ. 1988.
- Batterham AM, Hopkins WG. Making meaningful inferences about magnitudes. 2006.
- Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in Sports Med and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(1):3–13.
- Hopkins WG. Spreadsheets for analysis of controlled trials with adjustment for a predictor. *Sports Science*. 2006;10:46–50.
- 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.
- Da Silva CD, Bloomfield J, Marins JC. A review of stature, body mass and maximal oxygen uptake profiles of U17, U20 and first division players in Brazilian soccer. *J Sports Sci Med*. 2008;7(3):309–19.
- Casajús JA. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41(4):463–9.
- Koundourakis NE, Androurakis NE, Malliaraki N, Tsatsanis C, Venihaki M, Margioris AN. Discrepancy between exercise performance, body composition, and sex steroid response after a six-week detraining period in professional soccer players. *PLoS One*. 2014;9(2):e87803.
- Chamari K1, Hachana Y, Ahmed YB, Galy O, Sghaier F, Chatard JC, et al. Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br J Sports Med*. 2004;38(2):191–6.
- Le Gall F, Carling C, Williams M, Reilly T. Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *J Sci Med Sport*. 2010;13(1):90–5.
- Wagner DR, Heyward VH. Techniques of body composition assessment: A review of laboratory and field methods. *Res Q Exerc Sport*. 1999;70(2):135–49.
- Sporis G, Jukic I, Ostojic SM, Milanovic D. Fitness profiling in soccer: Physical and physiologic characteristics of elite players. *J Strength Cond Res*. 2009;23(7):1947–53.
- Castagna C, Castellini E. Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *J Strength Cond Res*. 2013;27(4):1156–61.
- Wong del P, Wong SH. Physiological profile of Asian elite youth soccer players. *J Strength Cond Res*. 2009;23(5):1383–90.
- Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(2):278–85.
- Rebello A1, Brito J, Maia J, Coelho-e-Silva MJ, Figueiredo AJ, Bangsbo J, et al. Anthropometric characteristics, physical fitness and technical performance of under-19 soccer players by competitive level and field position. *Int J Sports Med*. 2013;34(4):312–7.
- Mujika I, Santisteban J, Impellizzeri FM, Castagna C. Fitness determinants of success in men's and women's football. *J Sports Sci*. 2009;27(2):107–14.
- Gorostiaga EM, Izquierdo M, Ruesta M, Iribarren J, Gonzalez-Badillo JJ, Ibáñez J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(5-6):698–707.
- Massidda M, Scorcu M, Calò CM. New genetic model for predicting phenotype traits in sports. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9(3):554–60.
- Maio Alves JM, Rebello AN, Abrantes C, Sampaio J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *J Strength Cond Res*. 2010;24(4):936–41.
- Tod DA, Thatcher R, McGuigan M, Thatcher J. Effects of instructional and motivational self-talk on the vertical jump. *J Strength Cond Res*. 2009;23(1):196–202.
- Yapicioglu B, Colakoglu M, Colakoglu Z, Gulluoglu H, Bademkiran F, Ozkaya O. Effects of a dynamic warm-up, static stretching or static stretching with tendon vibration on vertical jump performance and EMG responses. *J Hum Kinet*. 2013;39(18):49–57.
- Whitmer TD, Fry AC, Forsythe CM, Andre MJ, Lane MT, Hudy A, et al. Accuracy of a vertical jump contact mat for determining jump height and flight time. *J Strength Cond Res*. 2015;29(4):877–81.
- Faude O, Koch T, Meyer T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci*. 2012;30(7):625–31.
- Mendez-Villanueva A, Buchheit M, Simpson B, Peltola E, Bourdon P. Does on-field sprinting performance in young soccer players depend on how fast they can run or how fast they do run? *J Strength Cond Res*. 2011;25(9):2634–8.
- Chelly MS, Fathloun M, Cherif N, Ben Amar M, Tabka Z, van Praagh E. Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *J Strength Cond Res*. 2009;23(8):2241–9.
- Chelly MS, Ghenem MA, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ. Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(10):2670–6.
- Haugen T, Tønnessen E, Hisdal J, Seiler S. The role and development of sprinting speed in soccer. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9(3):432–41.
- Haugen TA, Tønnessen E, Seiler S. Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995–2010. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8(2):148–56.
- Yanci-Irigoyen J, Los Arcos Larumbe A. Evolución del rendimiento aeróbico y anaeróbico en futbolistas profesionales tras la pretemporada. *Cult Cienc Dep*. 2013;8(24):207–15.
- Vandendriessche JB, Vaeyens R, Vandorpe B, Lenoir M, Lefevre J, Philippaerts RM. Biological maturation, morphology, fitness, and motor coordination as part of a selection strategy in the search for international youth soccer players (age 15–16 years). *J Sports Sci*. 2012;30(15):1695–703.
- Chelly MS, Chérif N, Amar MB, Hermassi S, Fathloun M, Bouhleb E, et al. Relationships of peak leg power, 1 maximal repetition half back squat, and leg muscle volume to 5-m sprint performance of junior soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(1):266–71.

56. Dourado AC, Stanganelli LCR, Daros LB, Frisselli A, Montanholi A, Osieck R. Assessment of anthropometric characteristics and sprint velocity in soccer players from 5 different age groups. *J Sports Sci Med.* 2007;S 10, 31-31.
57. Neves AP, Barros J, Ribeiro B. Correlation between strength and power and short sprint performance on soccer players. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(5):S78.
58. Strudwick A, Reilly T, Doran D. Anthropometric and fitness profiles of elite players in two football codes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2002;42(2):239–42.
59. Dauty M, Bryand F, Potiron-Josse M. Relation between isokinetic torque, jump and sprint in high-level soccer player. *Sci Sports.* 2002;17(3):122–7.
60. Little T, Williams AG. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):76–8.
61. Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med.* 2004;38(3):285–8.
62. López-Segovia M, Marques M, van den Tillaar R, González-Badillo JJ. Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in U21 soccer players. *J Hum Kinet.* 2011;30:135–44.
63. Linossier MT, Dormois D, Geysant A, Denis C. Performance and fibre characteristics of human skeletal muscle during short sprint training and detraining on a cycle ergometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;75(6):491–8.
64. Simoneau JA, Lortie G, Boulay MR, Marcotte M, Thibault MC, Bouchard C. Effects of two high-intensity intermittent training programs interspaced by detraining on human skeletal muscle and performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1987;56(5):516–21.
65. Linossier MT, Dormois D, Perier C, Frey J, Geysant A, Denis C. Enzyme adaptations of human skeletal muscle during bicycle short-sprint training and detraining. *Acta Physiol Scand.* 1997;161(4):439–45.
66. Hortobágyi T, Houmard JA, Stevenson JR, Fraser DD, Johns RA, Israel RG. The effects of detraining on power athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(8):929–35.
67. Docherty D, Sporer B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Med.* 2000;30(6):385–94.
68. Andersen JL, Aagaard P. Myosin heavy chain IIX overshoot in human skeletal muscle. *Muscle Nerve.* 2000;23(7):1095–104.
69. Ross A, Leveritt M. Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: Implications for sprint training and tapering. *Sports Med.* 2001;31(15):1063–82.



Revisión

## Efectos de la suplementación con testosterona sobre el rendimiento en resistencia



P. Fernández-Díaz y R. Domínguez \*

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad Alfonso X El Sabio, Villanueva de la Cañada, Madrid, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 27 de agosto de 2014  
Aceptado el 12 de febrero de 2015

#### Palabras clave:

Dopaje  
Esteroides anabólicos androgénicos  
Hepcidina  
Deportes  
Testosterona

#### Keywords:

Doping  
Anabolics androgenics steroids  
Hepcidin  
Sports  
Testosterone

### R E S U M E N

El dopaje en el deporte tiene su origen en la Grecia Clásica. Sin embargo, a lo largo del siglo pasado y hasta la actualidad, la utilización de este tipo de prácticas fraudulentas en el deporte ha ido en aumento. Entre las sustancias dopantes más utilizadas destacan la testosterona y sus derivados sintéticos, los anabolizantes sintéticos. A pesar de que estas sustancias prohibidas se han utilizado para la mejora del rendimiento en pruebas de fuerza y potencia, frecuentemente se detectan positivos en deportistas de resistencia. Los objetivos del presente estudio han sido informar acerca de los efectos ergogénicos de la suplementación con testosterona y anabolizantes sintéticos sobre el rendimiento en resistencia, a través de cambios sobre parámetros sanguíneos, así como los efectos secundarios que tienen sobre la salud. Para ello, se ha realizado una revisión en bases de datos como *Elsevier*, *Medline*, *Pubmed* y *Web of Science* incluyendo términos como *testosterone*, *anemia*, *doping*, *endurance*, *erythropoietin*, *hepcidin* e *iron*. La hepcidina se ha propuesto la principal reguladora de las reservas corporales de hierro y la suplementación con testosterona puede afectar a la síntesis de dicha hormona. Los efectos de la testosterona sobre la hepcidina podrían hacer mejorar tanto la capacidad de transporte como de difusión de oxígeno. De este modo, el dopaje con testosterona podría tener un potencial efecto ergogénico en modalidades de resistencia. Sin embargo, dichas mejoras pueden tener efectos negativos sobre el estado de salud del deportista, entre los que se encuentran trastornos metabólicos, orgánicos, psicológicos e inmunosupresión.

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

### Effects of doping with testosterone on endurance performance

#### A B S T R A C T

Doping in sport has its origins in Ancient Greece. However, over the last century to the present, the use of such dishonest practices has increased. Among the most widely used performance enhancing drugs is the use of testosterone and its synthetics anabolics. Although these prohibited substances have been used to increase performance in test of strength and power, due to the ability to cause hypertrophy, very frequent it's detecting positive test doping by in endurance athletes by testosterone or synthetics anabolics. The aim of this study was to report the ergogenic effects of testosterone supplementation and synthetics anabolics on endurance performance, through changes on blood parameters. To this end, it has conducted a review in different databases such as *Elsevier*, *Medline*, *Pubmed* and *Web of Science* where terms such as *testosterone*, *anemia*, *doping*, *endurance*, *erythropoietin*, *hepcidin* and *iron* were included. Hepcidin has been proposed main regulator of body iron stores and testosterone supplementation may affect the synthesis of the hormone. The effects of testosterone on hepcidin could improve both

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [rdomiher@uax.es](mailto:rdomiher@uax.es) (R. Domínguez).



transport capacity and oxygen diffusion. Thus, doping with testosterone could have a potential effect on ergogenic resistance patterns. However, such improvements can have negative effects on the health of the athlete like metabolic, organic, psychological disorders and immunosuppression.

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

## Efeitos da suplementação com testosterona sobre o desempenho da resistência

### R E S U M O

O doping no esporte tem suas origens na Grécia Antiga. No entanto, do último século para o presente, a utilização de tais práticas desonestas aumentou. Entre as drogas que melhoram o desempenho mais amplamente utilizadas são o uso de testosterona e seus anabolizantes sintéticos. Embora estas substâncias proibidas têm sido usados para aumentar o desempenho em testes de força e potência, devido à capacidade de causar hipertrofia, é muito frequentes detecção de doping por testosterona ou anabolizantes sintéticos no teste de atletas de endurance. O objetivo deste estudo foi relatar os efeitos ergogênicos da suplementação de testosterona e anabolizantes sintéticos sobre o desempenho de resistência, através de mudanças nos parâmetros sanguíneos. Para este efeito, procedeu a uma revisão em diferentes bancos de dados, tais como *Elsevier*, *Medline*, *Pubmed* e *Web of Science*, onde termos como a testosterona, anemia, doping, resistência, eritropoietina, hepcidina e ferro foram incluídos. Hepcidina foi proposto como principal regulador das reservas de ferro do corpo e a suplementação de testosterona pode afetar a síntese do hormônio. Os efeitos da testosterona sobre hepcidina poderia melhorar tanto a capacidade de transporte e difusão de oxigênio. Assim, a dopagem com testosterona pode ter um efeito potencial sobre padrões de resistência ergogênicos. No entanto, essas melhorias podem ter efeitos negativos sobre a saúde do atleta como metabolismo, distúrbios psicológicos orgânicos e imunossupressão.

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

#### Palavras-chave:

Doping  
Anabolizantes androgenicos esteróides  
Hepcidina  
Esportes  
Testosterona

## Introducción

El dopaje, entendido como la administración de sustancias prohibidas con objeto de mejorar el rendimiento deportivo, tiene su origen en los *Juegos Olímpicos* (JJOO) de la antigüedad<sup>1</sup>. A lo largo del siglo XX, el número de deportistas que han recurrido a este tipo de prácticas ha ido en aumento. La presencia de estimulantes en varios ciclistas encontrados fallecidos mientras dormían y la trágica muerte del ciclista danés Knud Enemark Jensen durante los JJOO de Roma en 1960, que conmocionó al mundo, llevó a que la Unión Ciclista Internacional y el Comité Olímpico Internacional creasen una comisión médica y las primeras normas en materia de dopaje<sup>2</sup>. El problema de salud pública y el daño que supuso para la mayoría de las modalidades deportivas el dopaje fueron los principales motivos que impulsaron a la creación en 1999 de la Agencia Mundial Antidopaje o *World Anti-Doping Agency*.

Los JJOO de Moscú en 1980 fueron los primeros en los que los deportistas se sometieron a controles antidopaje<sup>3</sup>, aunque los primeros positivos no se detectaron hasta los JJOO de Los Ángeles en 1984. Los primeros positivos por dopaje se asociaron al uso de testosterona o de derivados sintéticos de la testosterona (AS), como la nandrolona<sup>4</sup>. La utilización de este tipo de sustancias en el deporte era muy anterior, si bien hasta la década de los ochenta no se dispuso de métodos de detección de dichas sustancias dopantes<sup>5</sup>.

Los efectos principales, por los que se ha utilizado la testosterona en el deporte, han sido su capacidad de mejorar los niveles de hipertrofia, fuerza máxima y potencia<sup>6</sup>. Storer et al.<sup>6</sup> encontraron que las mejoras en los niveles de fuerza, tras el dopaje con testosterona, se debían al efecto sobre la hipertrofia muscular y no a cambios en la capacidad contráctil del músculo. El mecanismo de dicha hipertrofia tiene su origen en que el dopaje con testosterona incrementa la retención de nitrógeno<sup>7</sup> y disminuye la degradación de compuestos nitrógenados<sup>8</sup>, aumentando el balance nitrogenado. En cuanto a la velocidad, se ha comprobado que tras un programa de entrenamiento de fuerza, el dopaje con testosterona produce

mejoras significativas en la velocidad en cicloergómetro<sup>9</sup>. Además, es posible que el dopaje con testosterona muestre efectos positivos debido a mejoras en la capacidad de recuperación del organismo<sup>10</sup>.

En la actualidad, el dopaje con testosterona no es exclusivo del deporte de élite<sup>10</sup>, convirtiéndose en una práctica frecuente entre deportistas amateur o recreacionales que buscan mejorar sus niveles de hipertrofia y/o fuerza muscular<sup>11</sup>. De este modo, un 6.1% de los hombres y un 1.6% de las mujeres podrían estar abusando de este tipo de sustancias, convirtiéndose en un problema de salud pública<sup>12</sup>.

En el deporte de resistencia se ha propuesto que los métodos y sustancias dopantes más específicos son los relacionados con el denominado dopaje sanguíneo, que hace referencia a las transfusiones de sangre y al empleo de agentes estimuladores de la eritropoyesis<sup>13</sup>. Esto se debe a que los principales factores limitantes del rendimiento se relacionan con los procesos de transporte o de captación y utilización del oxígeno en el músculo<sup>14</sup>. Sin embargo, no son pocos los ejemplos de deportistas de resistencia que han dado positivo por testosterona o AS en controles antidopaje, entre los que podríamos destacar los de la campeona en la prueba de ciclismo en los JJOO de Londres 2012 –Victoria Baránova– o ciclistas que han vestido el maillot de líder del Tour de Francia como Floyd Landis o Alexandre Vinokourov.

Como medida preventiva en materia de dopaje, desde el año 2008, la UCI implementó el pasaporte biológico que consiste en un test que monitoriza los biomarcadores de doping (a nivel sanguíneo, endocrinológico y esteroide) de cada deportista<sup>15</sup>. A pesar del gran avance que ha supuesto la implantación del pasaporte biológico y de las represalias en los casos positivos de dopaje, estos deberían de complementarse mediante programas pedagógicos de carácter informativo<sup>11</sup>. Por tanto, los objetivos del presente trabajo didáctico en materia de lucha contra el dopaje han sido: i) explicar los posibles mecanismos por los que la administración de testosterona exógena o de AS podría mejorar el rendimiento en modalidades de resistencia, debido a adaptaciones de

**Tabla 1**

Resumen de investigaciones que han estudiado la relación existente entre los parámetros sanguíneos relacionados con el metabolismo del hierro y los niveles de testosterona

Número referencia	Sujetos	Principales resultados
16	Hombres adultos (n: 492)	Correlación positiva entre los niveles de testosterona libre y total, con los de hemoglobina
17	Hombres adultos > 17 (n: 1999)	Correlación positiva entre niveles testosterona libre y total con los de ferritina
18	Hombres >20 años (n: 1273)	Los sujetos con menores niveles de testosterona libre presentaron hematocrito más bajo
19	Hombres (n: 396) y mujeres (n: 509) mayores de 65 años	Los niveles de testosterona libre se correlacionaron linealmente con los de hemoglobina
20	Hombres que asisten a hemodiálisis (n: 126)	Correlación negativa entre niveles de testosterona total y hemoglobina
23	Hombres con DM2 (n: 222)	Correlación positiva entre la testosterona biodisponible y los niveles de hemoglobina
24	Hombres con DM2 (n: 70)	El 40.6% de la muestra presenta hipogonadismo (definido como concentraciones de testosterona libre inferiores a 6.5 ng·ml <sup>-1</sup> )
25	Peruanos nativos residentes a nivel del mar (n: 117) y en altitud (>3000 m) (n: 103)	Asociación positiva entre niveles de testosterona libre y hematocrito Residentes en altitud presentan mayores niveles de testosterona libre y hemoglobina
26	Peruanos nativos residentes a nivel del mar (n: 30) y en altitud (>3000 m) (n: 62)	Asociación positiva entre los niveles de testosterona libre y de hemoglobina Asociación positiva entre los niveles de testosterona libre y total, con los de hemoglobina

DM2: diabetes mellitus tipo 2.

parámetros hematológicos relacionados con la transferencia de oxígeno; ii) informar de aquellos efectos secundarios que puede tener este tipo de práctica dopante en el estado de salud del deportista.

## Método

El presente estudio de revisión bibliográfica ha incluido trabajos científicos publicados en las bases de datos *Elsevier*, *Medline*, *Pubmed* y *Web of Science* que estudiaban la relación de la testosterona con parámetros sanguíneos y hematológicos. La estrategia de búsqueda, que estaba comprendida en un período de publicación que abarcaba de 2005 a 2014, empleada incluyó al término *testosterone* en combinación con otros como *anemia*, *doping*, *endurance*, *erythropoietin*, *hepcidin* e *iron*. Se incluyeron tanto estudios transversales como experimentales, siendo los criterios de exclusión el idioma (diferente a inglés o español), temática diferente y aquellos centrados exclusivamente en el diseño o comparativa de nuevos métodos de detección de biomarcadores. Además, en cuanto a los estudios de intervención se refiere, únicamente se consideraron aquellos que incluyeron la hepcidina como variable de estudio.

### Relación entre los parámetros sanguíneos y los niveles de testosterona

Como se observa en la [tabla 1](#), distintos estudios han analizado la relación entre los niveles de testosterona y parámetros sanguíneos relacionados con el metabolismo del hierro, evidenciándose una relación directa entre los niveles de testosterona y los de ferritina<sup>16</sup>, hemoglobina<sup>17</sup> y hematocrito<sup>18</sup> en población masculina adulta sana, así como en población de edad avanzada<sup>19</sup>. De este modo, entre los efectos secundarios del hipogonadismo destaca la aparición de anemias ferropénicas<sup>20</sup>. También, debido a que los niveles corporales de masa grasa se acompañan de bajos niveles de testosterona<sup>21</sup> y a que, las personas con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) presentan en la mayoría de los casos sobrepeso u obesidad<sup>22</sup>, se explica la relación existente entre bajos niveles de testosterona y bajos niveles de hemoglobina<sup>23</sup> y hematocrito<sup>24</sup> en personas con DM2. Por el contrario, se ha comprobado que el incremento de los mayores niveles de hemoglobina y de hematocrito, como respuesta a condiciones de hipoxia, se debe a los incrementos de los niveles de testosterona<sup>25–27</sup> que, mediante su efecto hipoventilador<sup>28</sup>

favorece la eritropoyesis para compensar la saturación arterial de oxígeno en condiciones de menor presión parcial de oxígeno<sup>29</sup>.

Se ha propuesto que la regulación de la eritropoyesis viene limitada por la cantidad de hierro disponible para tal fin<sup>30</sup>. Por esta razón, la hepcidina es la principal responsable de regular el estado ferropénico y los parámetros sanguíneos relacionados con el metabolismo del hierro<sup>31</sup>. La hepcidina es una hormona peptídica de reciente descubrimiento. Secretada en el hígado, regula negativamente los procesos de absorción y reutilización del hierro<sup>32</sup>. Niveles elevados de hepcidina conducen a ferropenia<sup>33</sup>, mientras que reducciones en la síntesis de hepcidina se asocian con sobrecargas de hierro (hemocromatosis)<sup>34</sup> ([tabla 2](#)).

El mecanismo por el que la hepcidina regula las reservas de hierro corporal es indirecto, por mediación de la ferroportina<sup>32</sup>. La ferroportina es el único exportador celular de hierro<sup>33</sup>. La ferroportina actúa como un canal, tanto en la membrana de los enterocitos como en los macrófagos, que capta hierro y lo libera a la transferrina<sup>34</sup>. La ferroportina es la única molécula diana de la hepcidina<sup>33</sup>, siendo ésta internalizada y sometida a procesos de endocitosis y proteólisis. Como se describe en la [figura 1](#), la disminución de la ferroportina hace imposible captar y reutilizar el hierro, disminuyendo la tasa eritropoyética y las reservas corporales de hierro. Por su contra, unos mayores niveles de hepcidina crean las condiciones idóneas para incrementar la eritrocitosis y las reservas férricas<sup>35</sup>.

De este modo, el eje hepcidina-ferroportina es el encargado del mantenimiento de los niveles corporales de hierro y de la actividad eritropoyética de la médula ósea<sup>36</sup>, explicando la relación inversa existente entre los niveles de hepcidina y las reservas corporales de hierro<sup>37</sup>. Al tiempo que, también explica, el motivo por el que la administración de agentes estimuladores de la eritropoyesis (EPO), para llevar a cabo su función de estimular la síntesis de eritrocitos en la médula ósea, reduce los niveles de hepcidina en suero<sup>38</sup>.

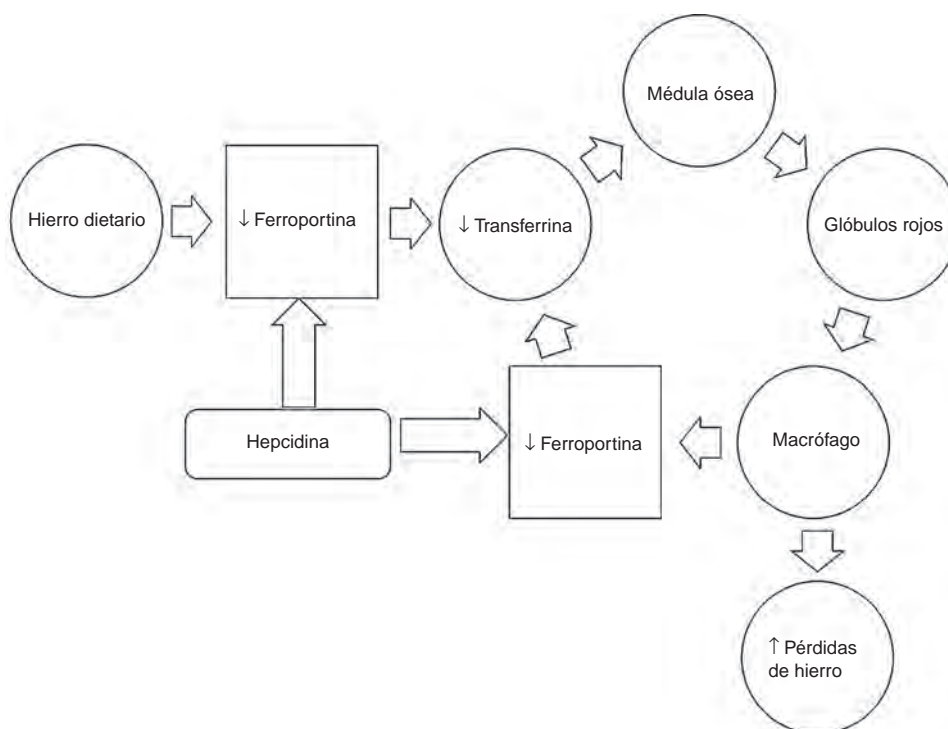
### Evidencias acerca de la administración de testosterona sobre los parámetros sanguíneos

El único estudio realizado en humanos que ha evaluado la respuesta de la hepcidina a la administración con testosterona ha sido el realizado por Bachman et al.<sup>39</sup>. En dicha investigación, que tuvo una duración de 20 semanas, se suplementó, tanto a jóvenes como a personas de edad avanzada, distintas dosis de testosterona,

**Tabla 2**  
Función fisiológica y efecto de la administración de testosterona de distintos parámetros que podrían mejorar el rendimiento de resistencia

Parámetro	Efecto de la testosterona	Función fisiológica
Hepcidina	Disminuye: menor ARNm a nivel hepático	Regulador negativo de la absorción y reutilización del hierro para la síntesis de nuevos glóbulos rojos
Ferroportina	Mayor disponibilidad de ferroportina en los enterocitos y macrófagos	Transportador celular del hierro, tanto de los enterocitos como de los macrófagos, a la transferrina para la formación de nuevos glóbulos rojos
EPO	Aumento: mayor ARNm a nivel hepático	Hormona precursora de la eritropoyesis en la médula ósea
Hemoglobina	Aumento de las concentraciones de hemoglobina	Proteína encargada de transportar oxígeno a través del sistema sanguíneo
Hematocrito	Aumento del hematocrito	Porcentaje del volumen eritrocitario en relación con el volumen sanguíneo total
VCM	Aumento del VCM	Volumen corpuscular medio de los glóbulos rojos
HCM	Aumento del HCM	Cantidad media de hemoglobina contenida en los glóbulos rojos
2-3 DPG	Aumento del 2-3 DPG	Componente de los glóbulos rojos que le confiere mayor o menor afinidad por el oxígeno

2-3 DPG: 2-3 difosfoglicerato; ARNm: ácido ribonucleico mensajero; EPO: eritropoyetina; HCM: hemoglobina corpuscular media; VCM: volumen corpuscular medio.



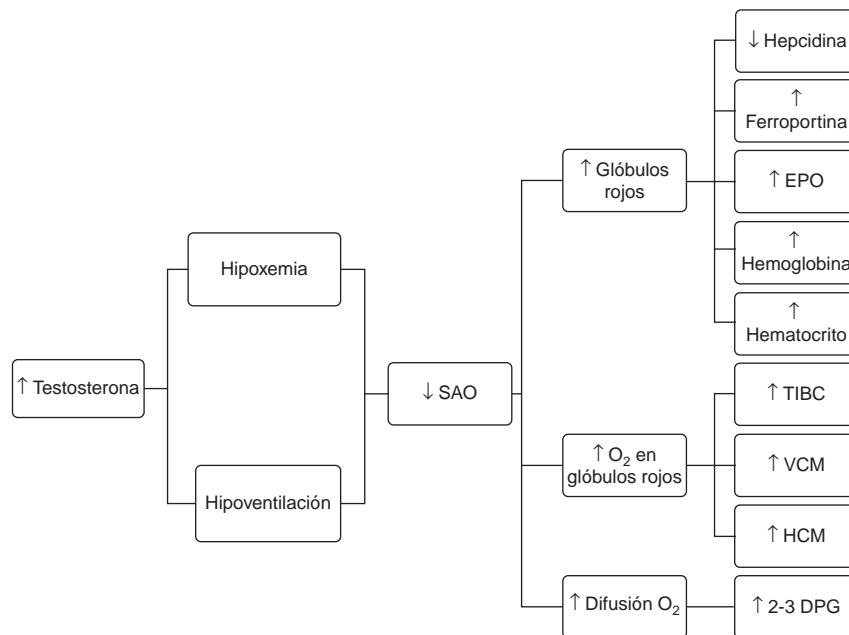
**Figura 1.** Mecanismo de acción por el que la hepcidina inhibe la absorción y reutilización del hierro, conduciendo a estados ferropénicos.

desde dosis fisiológicas ( $25 \text{ mg}\cdot\text{día}^{-1}$ ) hasta los  $600 \text{ mg}\cdot\text{día}^{-1}$ . Los principales resultados encontrados fueron una relación dosis-dependiente entre los niveles de testosterona y la reducción de los niveles de hepcidina. De este modo, incrementos de  $100 \text{ ng}\cdot\text{dl}^{-1}$  en los niveles de testosterona se asociaron con una disminución del 14.9% de los niveles de hepcidina en suero, llegando a una meseta en la respuesta de la hepcidina con dosis de 300 mg de testosterona. La supresión de los niveles de hepcidina se asoció con aumentos en los niveles de hemoglobina y hematocrito<sup>39</sup>.

Recientemente se ha estudiado en ratas la respuesta de la hepcidina y otras variables sanguíneas tras la administración de testosterona<sup>40</sup>. En dicho estudio se ha comprobado que la administración de testosterona disminuye un 70% el ARNm de la hepcidina en el hígado. La disminución de los niveles séricos de hepcidina se acompañó, como cabría esperar, con unos mayores niveles de ferroportina y de saturación de la transferrina. Este efecto positivo, mediado por la inhibición de la síntesis de hepcidina, sobre la capacidad de absorber y reciclar hierro se acompañó de un incremento del ARNm de EPO a nivel renal<sup>40</sup>.

Esta investigación corrobora que la administración de testosterona afecta directamente al eje hepcidina-ferroportina, favoreciendo la disponibilidad de hierro para la eritropoyesis, al tiempo que actúa positivamente sobre los precursores de la síntesis de nuevos glóbulos rojos. Ello explica el aumento producido en los niveles de hemoglobina y de hematocrito. Sin embargo, el efecto positivo sobre la síntesis de glóbulos rojos, también, incrementó otra serie de índices relacionados con la capacidad de transporte de oxígeno por parte de los eritrocitos, como fue el aumento en el volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y capacidad de fijación del hierro. Así como a un efecto positivo en el intercambio de oxígeno, al incrementar los niveles de 2-3 difosfoglicerato (2-3 DPG).

El efecto de la administración de testosterona sobre la síntesis de hepcidina permite comprender mejor el mecanismo por el que dicha práctica induce a eritrocitosis. De este modo, se explicaría el motivo por el que las inyecciones de testosterona han sido efectivas a la hora de aumentar los niveles de hemoglobina y hematocrito en personas mayores con hipogonadismo y bajos niveles de los



**Figura 2.** Respuestas que tienen lugar, como consecuencia del dopaje con testosterona, relacionadas con la capacidad de transporte de oxígeno. 2-3 DPG: 2-3 difosfoglicerato; EPO: eritropoyetina; HCM: hemoglobina corpuscular media; SAO: saturación arterial de oxígeno; TIBC: capacidad total de fijación del hierro; VCM: volumen corpuscular medio.

parámetros sanguíneos<sup>41</sup>, en pacientes con cáncer<sup>42</sup> o en mujeres que se someten a un tratamiento hormonal para cambiar de sexo<sup>43</sup>. Otros estudios que han incluido el estudio de EPO, también, han podido comprobar un efecto de la testosterona para inducir a incrementos en los niveles de EPO<sup>44</sup>.

#### Efectos de la testosterona sobre el rendimiento de resistencia

En la [figura 2](#) se resumen todas aquellas respuestas que se ha demostrado que tienen lugar, en relación con los parámetros sanguíneos implicados en el transporte de oxígeno, tras la administración de testosterona exógena. El aspecto más importante es el incremento que tiene lugar en los niveles de hemoglobina y hematocrito. Incrementos de estos parámetros se ha demostrado que se relacionan con incrementos del rendimiento de resistencia, al aumentar la capacidad de transporte de oxígeno. En este sentido, se considera el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) como la máxima capacidad de captar, transportar y utilizar oxígeno en unidad de tiempo<sup>45</sup>, como uno de los principales parámetros del rendimiento en resistencia. El aumento de los niveles de hemoglobina y hematocrito estará íntimamente ligado a la máxima capacidad de transporte de oxígeno<sup>46</sup>. Así, en deportistas entrenados, se ha cuantificado en  $4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  las mejoras que se producen en el  $VO_{2m\acute{a}x}$  por cada incremento de  $1 \text{ g}\cdot\text{dl}^{-1}$  en los niveles de hemoglobina<sup>47</sup>.

Los menores niveles de hepcidina, fruto de la administración de testosterona<sup>39,40</sup> incrementan los niveles de ferroportina, lo que conlleva a una mayor saturación de la transferrina, que aumenta la disponibilidad de hierro, para la síntesis de glóbulos rojos<sup>48</sup>. Además del aumento de los niveles de glóbulos rojos, esta práctica de doping incrementará el VCM, la HCM y la capacidad de fijación del hierro.

Por último, el dopaje con testosterona, además de mejorar la capacidad de transporte de oxígeno, afectará positivamente a la capacidad de difusión del oxígeno, evidenciado en mejoras sobre los niveles de 2-3 DPG<sup>40</sup>. Gracias a dicha adaptación, se reduce la

afinidad del oxígeno por la hemoglobina, favoreciendo la utilización de éste por parte de la musculatura activa<sup>47</sup>.

#### Efectos secundarios de la suplementación con testosterona

Al tiempo que hemos informado de las mejoras que puede inducir el dopaje con testosterona sobre el rendimiento, debemos considerar que dicha práctica, además de violar las normas en materia de dopaje, tiene numerosos efectos secundarios sobre la salud, afectando a distintos sistemas, órganos y variables psicológicas.

A nivel metabólico, la administración de testosterona exógena puede reducir los niveles de lipoproteínas de alta densidad e incrementar los de lipoproteínas de baja densidad<sup>11</sup>. La combinación de bajos niveles de lipoproteínas de alta densidad junto a altos niveles de lipoproteínas de baja densidad se considera un factor de riesgo cardiovascular<sup>49</sup>. La alteración en el metabolismo de los ácidos grasos se acompaña de una resistencia a la acción de la insulina predisponiendo a padecer diabetes<sup>50</sup>. La función tiroidea, también, se altera<sup>51</sup>, al tiempo que se producen alteraciones del sistema inmunológico que conducen a inmunosupresión<sup>52</sup>.

A nivel del sistema cardiovascular tiene lugar un proceso ateroesclerótico en el que se reduce la luz de los vasos sanguíneos, al tiempo que aumenta el riesgo de padecer una trombosis<sup>53</sup>. De este modo, en personas que han abusado de este tipo de sustancias, se ha observado una mayor prevalencia de cardiopatías, fibrilación, accidentes cardiovasculares, descompensaciones en el sistema sanguíneo, trombosis ventricular y embolia sistémica, con el correspondiente fallo cardíaco, así como un mayor riesgo de muerte súbita<sup>11</sup>.

A nivel orgánico, debemos considerar las graves alteraciones hepáticas y renales que tienen lugar<sup>53</sup>, así como la alteración del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal que conduce a una alteración de la síntesis de testosterona endógena. Las alteraciones gonadales se acompañarán de esterilidad y ginecomastia, en hombres, y amenorrea, hipertrofia del clítoris, aumento del vello y cambios en el timbre de la voz, en mujeres<sup>54</sup>. Además, tanto hombres como mujeres dopados con testosterona, pueden presentar



síntomas psicológicos tales como agresividad, depresión, hipomanía y psicosis<sup>55</sup>.

### Limitaciones del estudio

La principal limitación del presente estudio es la ausencia de estudios específicos que hayan estudiado la respuesta de la hepcidina como respuesta a la administración de testosterona en población deportista.

### Conclusiones

El dopaje con testosterona y AS, además de mejorar el rendimiento en disciplinas de fuerza y potencia, gracias a su efecto positivo sobre las ganancias en fuerza, hipertrofia, velocidad y capacidad de recuperación, mejora el rendimiento específico en modalidades de resistencia. Además de este tipo de ganancias sobre los niveles de fuerza y la capacidad de recuperación, se producirán mejoras específicas en la capacidad de transporte de oxígeno, por mediación del efecto de la testosterona sobre la síntesis de hepcidina. La disminución de los niveles de hepcidina, como respuesta a la administración de testosterona exógena, producirá incrementos en los niveles de hemoglobina, así como mejoras en la capacidad de transporte y difusión del oxígeno por parte de la hemoglobina. Sin embargo, debemos recordar que la utilización de este tipo de práctica dopante, además de violar la normativa antidopaje actual, puede poner en grave peligro el estado de salud del deportista. Así, entre los cambios que tienen lugar tras la administración exógena de testosterona o AS destacan alteraciones en el metabolismo de los ácidos grasos y de los hidratos de carbono (dando lugar a un proceso ateroesclerótico y predisponiendo al individuo a sufrir diabetes), daños orgánicos, inmunosupresión, afección del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal y desórdenes psicológicos.

### Futuras líneas de investigación

El estudio de sustancias y de métodos que potencialmente pueden tener un efecto positivo sobre el rendimiento deportivo que conlleven a la competencia desleal, así como a posibles efectos de salud en el deportista, deberían de ser una prioridad en el campo de la Medicina del Deporte. Sin duda alguna, el posible uso fraudulento del dopaje con testosterona o AS en deportistas de resistencia, en base al efecto de los andrógenos sobre la síntesis de hepcidina para la mejora del rendimiento, requiere especial atención. Es por ello que debería de plantearse la posibilidad de incorporar a la hepcidina dentro de los parámetros analizados en el pasaporte biológico e incluso considerar la posible utilización actual de otros fármacos de reciente descubrimiento, que tienen por objeto inhibir la síntesis de hepcidina, en el ámbito de tratamientos pioneros en cierto tipo de anemias, en los listados de sustancias dopantes.

### Responsabilidades éticas

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

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

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

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

- Rodríguez J. Historia del deporte. Barcelona: Inde; 2000.
- Dirix A. Medical Guide of the IOC Medical Commission. Lausanne: International Olympic Committee; 1992.
- Catlin DH, Fitch KD, Ljungqvist A. Medicine and science in the fight against doping in sport. *J Intern Med.* 2008;264(2):99-114.
- Gracia-Marco L, Rey-López JP, Casajús-Mallén JA. El dopaje en los Juegos Olímpicos de Verano (1968-2008). *Apunts Med Esport.* 2009;44(162):66-73.
- Fitch KD. Androgenic-anabolic steroids and the Olympic Games. *Asian J Androl.* 2008;10(3):384-90.
- Storer TW, Magliano L, Woodhouse L, Lee ML, Dzekov C, Dzekov J, et al. Testosterone dose-dependently increases maximal voluntary strength and leg power, but does not affect fatigability or specific tension. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003;88(4):1478-85.
- Sinha-Hikim I, Artaza J, Woodhouse L, Gonzalez-Cadavid N, Singh AB, Lee MI, et al. Testosterone-induced increase in muscle size in healthy young men is associated with muscle fiber hypertrophy. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002;283(1):E154-64.
- Geyer H, Schänzer W, Thevis M. Anabolic agents: recent strategies for their detection and protection from inadvertent doping. *Br J Sports Med.* 2014;48(10):820-6.
- Rogerson S, Weatherby RP, Deakin GB, Meir RA, Coutts RA, Zhou S, et al. The effect of short-term use of testosterone enanthate on muscular strength and power in healthy young men. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):354-61.
- Abraham OSC, Souza NSF, de Sousa EC, Moreira JKR, do Nascimento VC. Prevalence of the use of anabolic androgenic steroids by physical education students and teachers who work in health clubs. *Rev Bras Med Esporte.* 2013;19(1):27-30.
- Sjöqvist F, Garle M, Rane A. Use of doping agents, particularly anabolic steroids, in sports and society. *Lancet.* 2008;371(9627):1872-82.
- Sagoe D, Molde H, Andreassen CS, Torsheim T, Pallesen S. The global epidemiology of anabolic-androgenic steroid use: a meta-analysis and meta-regression analysis. *Ann Epidemiol.* 2014;24(5):383-98.
- Dvorak J, Saugy M, Pitsiladis YP. Challenges and threats to implementing the fight against doping in sport. *Br J Sports Med.* 2014;48(10):807-9.
- Jacobs RA, Rasmussen P, Siebenmann C, Díaz V, Gassmann M, Pesta D, et al. Determinants of time trial performance and maximal incremental exercise in highly trained endurance athletes. *J Appl Physiol.* 2011;111(5):1422-30.
- Sottas PE, Saugy M, Saudan C. Endogenous steroid profiling in the athlete biological Passport. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2010;39(1):59-73.
- Liu Z, Ye F, Zhang H, Gao Y, Tan A, Zhang S, et al. The association between the levels of serum ferritin and sex hormones in large scale of chinese male population. *PLoS One.* 2013;8(10):e75908.
- Yeap BB, Beilin J, Shi Z, Knuihan MW, Olynyk JK, Bruce DG, et al. Serum testosterone levels correlate with haemoglobin in middle-aged and older men. *Intern Med J.* 2009;39(8):532-8.
- Paller CJ, Shiels MS, Rohrmann S, Menke A, Rifai N, Nelson WG, et al. Association between sex steroid hormones and hematocrit in nationally representative sample of men. *J Androl.* 2012;33(6):1332-41.
- Ferucci L, Maggio M, Bandinelli S, Basaria S, Lauretani F, Ble A, et al. Low testosterone levels and the risk of anemia in older men and women. *Arch Intern Med.* 2006;166(13):1380-8.
- Carrero JJ, Stenvinkel P. The vulnerable man: impact of testosterone deficiency on the uraemic phenotype. *Nephrol Dial Transplant.* 2012;27(11):4030-41.
- Fui MN, Dupuis P, Grossmann M. Lowered testosterone. *Asian J Androl.* 2014;16(2):223-31.
- Colagiuri S. Diabetes: therapeutic options. *Diabetes Obes Metab.* 2010;12(6):463-73.
- Fukui M, Tanaka M, Hasegawa G, Yoshikawa T, Nakamura N. Association between serum bioavailable testosterone concentration and the ratio of glycated albumin to glycated hemoglobin in men with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2008;31(3):397-401.
- Bhatia V, Chaudhuri A, Tomar R, Dhindsa S, Ghanim H, Dandona P. Low testosterone and high C-reactive protein concentrations predict low hematocrit in type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2006;29(10):2289-94.
- Gonzales GF, Gasco M, Tapia V, Gonzales-Castañeda C. High serum testosterone levels are associated with excessive erythrocytosis of chronic mountain sickness in men. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2009;296(6):E1319-25.
- Gonzales GF, Tapia V, Gasco M, Gonzales-Castañeda C. Serum testosterone levels and score of chronic mountain sickness in Peruvian men natives at 4340 m. *Andrologia.* 2011;43(3):189-95.
- Gonzales GF, Chung FA, Miranda S, Valdez LB, Zaobornyj T, Bustamante J, et al. Heart mitochondrial nitric oxide synthase is upregulated in male rats exposed to high altitude (4.340 m). *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2005;288(6):H2568-73.
- Behan M, Zabka AG, Thomas CF, Mitchell GS. Sex steroid hormones and the neural control of breathing. *Respir Physiol Neurobiol.* 2003;136(2-3):249-63.
- Shahani S, Braga-Basaria M, Maggio M, Basaria S. Androgens and erythropoiesis: past and present. *J Endocrinol Invest.* 2009;32(8):704-16.
- Bartnikas TB, Fleming MD. A tincture of hepcidin cures all: the potential for hepcidin therapeutics. *J Clin Invest.* 2010;120(12):4187-90.



31. Domínguez R, Vicente-Campos D, Chicharro J. Hepcidin response to exercise: A review. *Turk Jem.* 2014;18(3):84–91.
32. Ganz T. Hepcidin and iron regulation, 10 years later. *Blood.* 2011;117(17):4425–33.
33. Poli M, Asperti M, Ruzzenenti P, Regoni M, Arosio P. Hepcidin antagonists for potential treatments of disorders with hepcidin excess. *Front Pharmacol.* 2014;5(86):1–13.
34. Ganz T. Systemic iron homeostasis. *Physiol Rev.* 2013;93(4):1721–41.
35. Domínguez R, Garnacho-Castaño MV, Maté-Muñoz JL. Efecto de la hepcidina en el metabolismo del hierro en deportistas. *Nutr Hosp.* 2014;30(6):1218–31.
36. Shanmugam NK, Cherayil BJ. Serum-induced up-regulation of hepcidin expression involves the bone morphogenetic protein signaling pathway. *Biochem Biophys Res Commun.* 2013;441(2):383–6.
37. Bartnikas TB. Liver not marking hepcidin? *Hemochromatosis! Blood.* 2014;123(23):3535–6.
38. Robach P, Recalcati S, Girelli D, Gelfi C, Achmann-Andersen NJ, Thomsen JJ, et al. Alterations of systemic and muscle iron metabolism in human subjects treated with low-dose recombinant erythropoietin. *Blood.* 2009;113(26):6707–15.
39. Bachman E, Feng R, Travison T, Li M, Olbina G, Ostklund V, et al. Testosterone suppresses hepcidin in men: a potential mechanism for testosterone-induced erythrocytosis. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(10):4743–7.
40. Guo W, Bachman E, Li M, Roy CN, Blusztajn J, Wong S, et al. Testosterone administration inhibits hepcidina transcription and is associated with increased iron incorporation into red blood cells. *Aging Cell.* 2013;12(2):280–91.
41. Coviello AD, Kaplan B, Lakshman KM, Chen T, Singh AB, Bhasin S. Effects of graded doses of testosterone on erythropoiesis in healthy young and older men. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008;93(3):914–9.
42. Golfam M, Samant R, Eapen L, Malone S. Effects of radiation and total androgen blockade on serum hemoglobin, testosterone, and erythropoietin in patients with localized prostate cancer. *Curr Oncol.* 2012;19(4):e258–63.
43. T'Sjoen GG, Beeguín Y, Feyen E, Rubens R, Kaufman JM, Gooren L. Influence of exogenous oestrogen or (anti-) androgen administration on soluble transferrin receptor in human plasma. *J Endocrinol.* 2005;186(1):61–7.
44. Viana-Montaner BH, Gómez-Puerto JR, Centeno-Prada R, Beas-Jiménez JD, Melero-Romero C, da Silva-Grigoletto ME. Comparación del VO<sub>2</sub>máx y del tiempo hasta el agotamiento en dos modalidades de ejercicio en triatletas. *Rev Andal Med Deporte.* 2009;2(1):7–11.
45. Domínguez R, Maté-Muñoz JL. Hepcidina: hormona reguladora del metabolismo del hierro en el deportista. *Rev Ib CC Act Fis Dep.* 2014;3(1):1–9.
46. Schmidt W, Prommer N. Impact of alterations in total hemoglobin mass on VO<sub>2</sub>max. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010;38(2):68–75.
47. Shikama K. Nature of the FeO<sub>2</sub> bonding in myoglobin and hemoglobin: A new molecular paradigm. *Prog Biophys Mol Biol.* 2006;91(1-2):83–162.
48. Hentze MW, Muckenthaler MU, Galy B, Camaschella C. Two to tango: regulation of Mammalian iron metabolism. *Cell.* 2010;142(1):24–38.
49. Miller M, Cannon CP, Murphy SA, Qin J, Ray KK, Braunwald E, et al. Impact of triglyceride levels beyond low-density lipoprotein cholesterol after acute coronary syndrome in the PROVE IT-TIMI 22 trial. *J Am Coll Cardiol.* 2008;51(7):724–30.
50. Cohen JC, Hickman R. Insulin resistance and diminished glucose tolerance in powerlifters ingesting anabolic steroids. *J Clin Endocrinol Metab.* 1987;64(5):960–3.
51. Deyssig R, Weissel M. Ingestion of androgenic-anabolic steroids induces mild thyroidal impairment in male body builders. *J Clin Endocrinol Metab.* 1993;76(4):1069–71.
52. Calabrese LH, Kleiner SM, Barna BP, Skibinski CI, Kirkendall DT, Lahita RG, et al. The effects of anabolic steroids and strength training on the human immune response. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;21(4):386–92.
53. Hartgens F, Kuipers H. Effects of androgenic-anabolic steroids in athletes. *Sports Med.* 2004;34(8):513–54.
54. Herbst KL, Bhasin S. Testosterone action on skeletal muscle. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2004;7(3):271–7.
55. Pagonis TA, Angelopoulos NV, Koukoulis GN, Hadjichristodoulou CS. Psychiatric side effects induced by supraphysiological doses of combinations of anabolic steroids correlate to the severity of abuse. *Eur Psychiatry.* 2006;21(8):551–62.



Caso clínico

## Mutación en el gen KCNH2 y el síndrome de QT largo: a propósito de un caso



B. de Pablo Márquez<sup>a,\*</sup>, T. Oliveras Vilà<sup>b</sup>, F. Bisbal van Byley<sup>b</sup> e I.P. Grange Sobe<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Servicio Medicina Deportiva, Club Natació Terrassa, Terrassa, España

<sup>b</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, Badalona, España

<sup>c</sup> Servicio de Cardiología Pediátrica, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Barcelona, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

*Historia del artículo:*

Recibido el 3 de noviembre de 2015

Aceptado el 15 de febrero de 2016

*Palabras clave:*

Síndrome QT largo  
Cardiología  
Genética  
Medicina del deporte  
Gen KCNH2

*Keywords:*

Long QT syndrome  
Cardiology  
Genetics  
Sport medicine  
KCNH2 gene

*Palavras-chave:*

Síndrome QT largo  
Cardiología  
Genética  
Medicina desportiva  
Gene KCNH2

### R E S U M E N

Presentamos el caso de un paciente portador de una mutación en el gen KCNH2 para el síndrome de QT largo, diagnosticado a raíz de muerte súbita de un familiar. El estudio genético para el síndrome de QT largo y otras canalopatías está siendo cada vez más utilizado en la prevención de la muerte súbita, empezando a aparecer en los últimos años las primeras recomendaciones para el manejo de los pacientes portadores de mutaciones sin expresión fenotípica.

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

### KCNH2 gene mutation and long QT syndrome: A case report

#### A B S T R A C T

We report a carrier of the KCNH2 gene for the long QT syndrome. He was diagnosed after the sudden death of a relative. The long QT syndrome (and other canalopathies) genetic study is being a new weapon for the prevention of sudden death. In last years, clinical guidelines for the management of genetic carriers without phenotypic manifestations are being published.

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

### Mutação no gene KCNH2 e síndrome de QT longo: um estudo de caso

#### R E S U M O

Apresentamos um caso de um paciente portador de uma mutação no gene KCNH2 para a síndrome de QT longo, diagnosticado à raiz de morte súbita de um familiar. O estudo genético para a síndrome de QT longo e outras canalopatias estão sendo cada vez mais utilizados na prevenção da morte súbita, começando a aparecer, nos últimos anos, as primeiras recomendações para o tratamento dos pacientes portadores de mutações sem expressão fenotípica.

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

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [bernatdepablo@gmail.com](mailto:bernatdepablo@gmail.com) (B. de Pablo Márquez).

## Introducción

En los últimos años se han relacionado diferentes mutaciones genéticas con el síndrome del QT largo (SQTL) y dichas mutaciones pueden hallarse en pacientes asintomáticos, sin representación clínica ni electrocardiográfica de la enfermedad<sup>1</sup>.

El estudio genético de patologías cardíacas potencialmente graves, tiene una especial repercusión en medicina del deporte, donde puede llegar a ser una herramienta muy importante, para el cribado cardiovascular, en un futuro no tan lejano. Presentamos el caso de un paciente diagnosticado de mutación del gen KCNH2.

## Caso clínico

Varón de 40 años de edad, deportista habitual (carrera continua 3 horas semanales), fumador de un paquete/día, sin hábito enólico ni otros antecedentes patológicos referidos inicialmente. Consultó en servicio de Cardiología Deportiva para asesoramiento sobre la práctica deportiva, tras identificarse como portador de mutación del gen KCNH2, asociada a SQTL, dentro del estudio familiar de muerte súbita acaecida en un familiar de segundo grado (primo paterno) de 35 años de edad. Aportaba informe de estudio genético que mostraba mutación en el exón KCNH2-8. Dentro de sus familiares directos, su padre también resultó portador de la mutación genética. Dado que se trataba de un estudio familiar sólo se había estudiado la mutación presente en el caso índice (no conocida premortem).

El paciente nunca había sido sometido a ningún estudio de aptitud para el deporte, ni realizaba controles médicos periódicos de otra naturaleza. En la anamnesis dirigida el paciente refirió antecedente de 4 síncope bruscos, sin pródromos ni relación con el estrés ni el deporte, siendo el último episodio 10 años antes. Los cuadros habían sido atribuidos a episodios vasovagales y sólo se habían realizado electrocardiogramas (ECG) en cada episodio que se habían informado como normales. Nunca presentó episodios relacionados con la práctica deportiva.

En la exploración física el paciente presentaba una auscultación cardíaca sin ruidos patológicos, auscultación respiratoria normal, pulsos periféricos presentes y simétricos, sin ingurgitación yugular ni estigmas de enfermedad de Marfan.

El ECG basal ([fig. 1](#)) mostró un ritmo sinusal a 55 latidos por minuto, con una duración del intervalo QT (QT) de 394 ms y un QT corregido por frecuencia cardíaca (QTc) de 366 ms.

**Tabla 1**

Puntuación de Schwartz para el diagnóstico del síndrome del QT largo (1993)

Hallazgos en ECG	
QTc ms (Calculado mediante la fórmula de Bazett: $QTc = QT/\sqrt{RR}$ )	
> 480	3
460-470	2
450 (varones)	1
Torsade de pointes	2
Alternancia de la onda T	1
Muecas onda T en 3 derivaciones	1
Frecuencia cardíaca en reposo por debajo del segundo percentil para la edad	0.5
Historia clínica	
Síncope con estrés	2
Síncope sin estrés	1
Sordera congénita	0.5
Historia familiar (el mismo familiar no debe considerarse en ambos)	
Familiares de primer grado con SQTL confirmado (criterios de Schwartz puntuación $\geq 4$ )	1
Familiares de primer grado con muerte súbita inexplicada antes de los 30 años	0.5
Puntuación Schwartz: $\geq 4$ puntos: probabilidad alta; 2-3 puntos: probabilidad intermedia; $\leq 1$ punto: probabilidad baja	

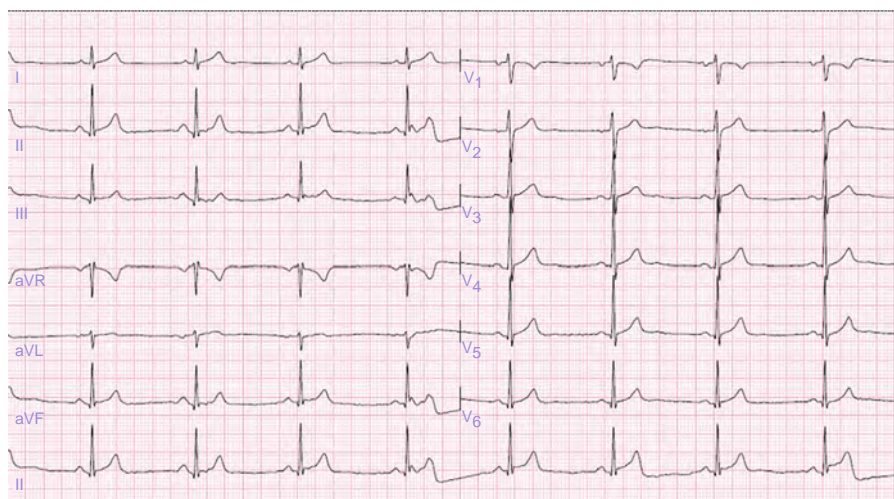
Modificado de: Schwartz et al.<sup>2</sup>.

El paciente computó 1.5 puntos en los criterios diagnósticos de SQTL ([tabla 1](#): síncope sin estrés 1 punto, frecuencia cardíaca basal 0.5 puntos). Pese a tratarse de un paciente de bajo riesgo, al ser portador del gen KCNH2 se solicitó estudio Holter electrocardiográfico, que mostró tendencia a la bradicardia sinusal sin alteraciones del ritmo y con QT y QTc estables, y ergometría en tapiz rodante (protocolo de Bruce modificado) que resultó normal (progresión del QT y QTc sin anomalías).

Debido a que el paciente presentaba una bradicardia sinusal se decidió no iniciar tratamiento betabloqueante. Se recomendó al paciente seguir con su actividad deportiva habitual, sin aumentar la intensidad ni la frecuencia, sin supervisión médica. Se explicaron signos de alarma estrictos y se facilitó al paciente un listado con medicamentos susceptibles de alargar el QT ([tabla 2](#)) y se le empezó a realizar un control electrocardiográfico semestral.

## Discusión

El SQTL congénito es una canalopatía hereditaria que afecta aproximadamente a una de cada 2500 personas, principalmente



**Figura 1.** Electrocardiograma basal. Ritmo sinusal a 55 latidos por minuto; eje QRS a 60°; intervalo PR de 150 ms; intervalo QRS de 80 ms; intervalo QT de 394 ms e intervalo QTc de 366 ms.

**Tabla 2**  
Fármacos que prolongan el intervalo QT

<i>Fármacos antiarrítmicos</i>
Quinidina
Procainamida
Amiodarona
Sotalol
<i>Antimicrobianos</i>
Macrólidos
Levofloxacino
Moxifloxacino
Pentamidina
<i>Antihistamínicos</i>
<i>Psicótropos</i>
Fenotiazinas
Tricíclicos y tetracíclicos
Haloperidol
Metadona
<i>Otros medicamentos y sustancias</i>
Cisapride
Domperidona
Cocaína
Insecticidas

Modificado de: Celaya y Martínez<sup>3</sup>.

gente joven. Se caracteriza por una prolongación de la repolarización ventricular que se manifiesta por un incremento del QT en el ECG<sup>1</sup>. Esto expone a los pacientes a presentar síncope y muerte súbita por *Torsade de pointes*, que degenera en fibrilación ventricular. Hasta la fecha, se han identificado más de 700 mutaciones en 13 genes relacionados con el SQTl de las cuales aproximadamente el 75% se encuentran en 3 genes: KCNQ1 (SQTl tipo 1) y KCNH2 (SQTl tipo 2), que afectan a los canales de potasio, y SCN5A (SQTl tipo 3), que codifica los canales del sodio<sup>4,5</sup>.

El gen KCNH2 se localiza en el brazo largo del cromosoma 7 (7q36.1) y codifica una subunidad de poro del canal del potasio. La mutación de dicho gen resulta en alteraciones de la repolarización cardíaca, pudiendo afectar al QT. El SQTl es su manifestación más frecuente y potencialmente más grave, pero también se ha relacionado con el síndrome del QT corto y con mayor predisposición al alargamiento adquirido del QT (generalmente farmacológico)<sup>5,6</sup>.

Pese a que el estudio genético no se encuentra entre los criterios diagnósticos del SQTl<sup>5</sup> (tabla 1), diversos estudios han demostrado que tiene una alta sensibilidad para el diagnóstico de la patología y que la mutación más frecuente es la del gen KCNH2. El interés del estudio genético es detectar pacientes portadores de la mutación, con poca expresión fenotípica (exploraciones complementarias normales, principalmente ECG)<sup>1,6</sup>.

La muerte súbita en sujetos con corazón estructuralmente normal tiene un origen arrítmico en la mayoría de los casos, siendo los trastornos de los canales iónicos la causa más común. De estas, las más prevalentes incluyen el SQTl, el síndrome de Brugada (SB), la taquicardia ventricular catecolaminérgica polimórfica y la fibrilación ventricular idiopática<sup>6</sup>. Debemos considerar que los portadores silentes de mutaciones genéticas presentan un aumento del 10% riesgo de evento cardíaco entre el nacimiento y los 40 años de edad<sup>6</sup>.

#### Pruebas diagnósticas

Las pruebas diagnósticas, además de la anamnesis y la exploración física, permiten estratificar el riesgo. Igualmente, en los próximos años, el estudio genético podrá resultar una herramienta clave para el diagnóstico precoz y la prevención de canalopatías y cardiopatías congénitas<sup>7</sup>.

Ergometría: en condiciones normales el QT se acorta con el ejercicio. En pacientes con SQTl el QT puede alargarse con el esfuerzo

o mantenerse estable. La ergometría nos permite diferenciar diferentes tipos de SQTl:

- SQTl 1: la respuesta cronotrópica está alterada (no suelen llegar a la frecuencia cardíaca máxima) y el QT se alarga con el ejercicio, incluso puede acompañarse de un aumento de este alargamiento durante la recuperación.
- SQTl 2: suelen alcanzar la frecuencia cardíaca máxima y no prolongar o prolongar mínimamente el QT durante el ejercicio. En algunos estudios se ha descrito que prolongan el QT, a los 2 minutos de la fase de recuperación<sup>8</sup>.
- SQTl 3: suelen presentar una respuesta normal del QT con el ejercicio.

Estos distintos comportamientos explican por qué en el SQTl tipo 1 la mayor parte de los eventos cardíacos ocurren durante el ejercicio y en el SQTl tipo 3, durante el reposo. Igualmente, la ergometría nos puede permitir diagnosticar arritmias durante el ejercicio.

Es importante resaltar que la valoración del QT debe incluir el valor del QTc. Este intervalo debe ser determinado, al inicio y final de cada etapa de la ergometría, así como durante la recuperación. Debido a la gran variabilidad interobservador, se recomienda que la lectura de la misma se realice por personal experto<sup>9</sup>.

La ergometría también puede ser útil para valorar la respuesta al tratamiento y estratificar el riesgo en los casos asintomáticos o que presentan dudas acerca de los factores precipitantes de las arritmias.

Holter: permite una valoración amplia y dinámica del intervalo QT; en ocasiones pueden registrarse episodios espontáneos de arritmia ventricular asintomática, así como posibles episodios de disfunción del nódulo sinusal o bloqueo AV.

#### Tratamiento

En las últimas guías europeas ya se incluyen los betabloqueantes como tratamiento preventivo tanto en pacientes con SQTl, diagnosticado por criterios clínicos o electrocardiográficos (recomendación Ib), como en pacientes portadores asintomáticos del gen (recomendación IIa). En el caso de pacientes con bradicardia sinusal, el tratamiento betabloqueante se puede obviar, siempre que se realice un control clínico estricto<sup>10</sup>.

#### Conclusiones

El SQTl es una de las posibles causas de muerte súbita en el deportista. El manejo en el paciente sintomático o con expresión electrocardiográfica es conocido pero en los últimos años se han descrito mutaciones genéticas, que predisponen a padecer dicha patología, aún sin manifestación fenotípica. La aplicación cada vez más extendida del estudio genético, como cribado de patologías cardiovasculares potencialmente graves, está permitiendo descubrir muchos pacientes portadores de este tipo de mutaciones, apareciendo guías de práctica clínica para realizar un abordaje óptimo y disminuir la mortalidad de origen cardiovascular.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

#### Bibliografía

1. Medeiros-Domingo A, IturraldeTorres P, Ackerman MJ. Clínica y genética en el síndrome de QT largo. Rev Esp Cardiol. 2007;60(7):739-52.
2. Schwartz PJ, Moss AJ, Vicent GM, Crampton RS. Diagnostic criteria for the long QT syndrome. An update. Circulation. 1993;88(2):782-4.

3. Celaya MC, Martínez J. Medicamentos y prolongación del intervalo QT. *Bol Inf Farmacoter (Navarra)*. 2013;21(1):1–7.
4. Muñoz-Esparza C, García-Molina E, Salar-Alzaraz M, Peñafiel-Verdú P, Sánchez-Muñoz JJ, Martínez J, et al. Fenotipo heterogéneo del síndrome de QT largo causado por la mutación KCNH2-H562R: importancia del estudio genético familiar. *Rev Esp Cardiol*. 2015;68(10):861–8.
5. Jimenez-Jáimez J, Álvarez M, Algarra M, Macías R, Peñas R, Valverde F, et al. Baja penetrancia clínica en sujetos portadores de mutación patogénica para las canalopatías cardíacas. *Rev Esp Cardiol*. 2013;66(4):275–81.
6. Schwartz PJ. The congenital long QT syndromes from genotype to phenotype: Clinical implications. *J Intern Med*. 2006;259(1):39–47.
7. Priori SG, Schwartz PJ, Napolitano C, Bloise R, Ronchetti E, Grillo M, et al. Risk stratification in the long-QT syndrome. *N Engl J Med*. 2003;348(19):1866–74.
8. Horner JM, Horner MM, Ackerman MJ. The diagnostic utility of recovery phase QTc during treadmill exercise stress testing in the evaluation of long QT syndrome. *Heart Rhythm*. 2011;8(11):1698–704.
9. Goldenberg I, Horr S, Moss AJ, Lopes CM, Barsheshet A, McNitt S, et al. Risk for life-threatening cardiac events in patients with genotype-confirmed long-QT syndrome and normal-range corrected QT intervals. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57(1):51–9.
10. Priori SG, Blomström-Lundqvist C, Mazzanti A, Blom N, Borggrefe M, Camm J, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: Association for European Paediatric and congenital Cardiology (AEPC). *Eur Heart J*. 2015;36(41):2793–867.





JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE TURISMO Y DEPORTE

CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE

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

Teléfono  
955 540 186

Fax  
955 540 623

e-mail  
[camd.sevilla.ctd@juntadeandalucia.es](mailto:camd.sevilla.ctd@juntadeandalucia.es)