

Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte



ORIGINALES

Peak running velocity predicts 5-km running performance in untrained men and women

Impacto de la gastrectomía vertical sobre la cinética de consumo de oxígeno en mujeres post cirugía bariátrica

Obesity vs. Whole-body-fat and myocardial infarction risk prediction. Body fat percentage is better indicator

La recuperación parasimpática tras el esfuerzo como medida de carga de trabajo

Anthropometric profile and estimation of competition weight in elite judokas of both genders

REVISIONES

Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular

Métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales para el aumento de la masa muscular: una revisión sistemática



ANALIZADOR de CETONAS en SANGRE



- ✓ Resultados en 10 segundos
- ✓ 0.5 μ L Volumen de muestra capilar
- ✓ Sencillo e intuitivo

PRODUCTOS de:

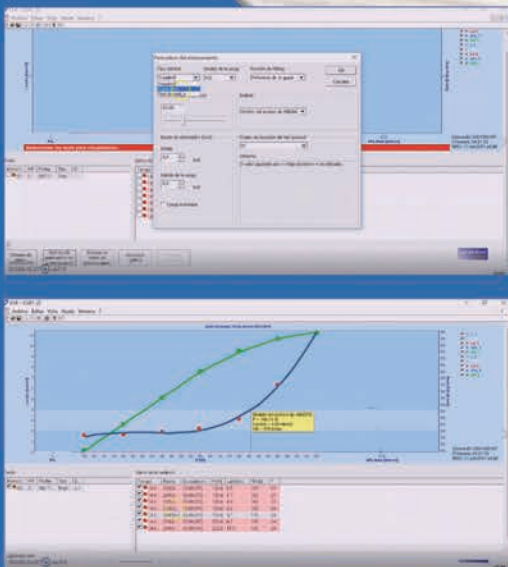
BIOLaster 
www.biolaster.com

ANALIZADOR PORTÁTIL de LACTATO Lactate Scout 4

- Volumen de muestra: 0.2 μ l.
- Resultados en 10 segundos
- Calibración automática
- Conexión PC vía Bluetooth
- Software de análisis Lactate Scout Assistant (en presentaciones Start y Maletín)

Nuevas Características

- Compatible con las tiras reactivas actuales.
- Memoria de hasta 500 resultados
- Nueva pantalla para facilitar la visualización
- Diseño más pequeño, más ligero, más robusto
- Gran Conectividad:
 - Conexión a monitores de ritmo cardíaco compatibles
 - App Android disponible próximamente





Sociedad Española de Medicina del Deporte

Junta de Gobierno

Presidente:

Pedro Manonelles Marqueta

Vicepresidente:

Carlos de Teresa Galván

Secretario General:

Luis Franco Bonafonte

Tesorero:

Javier Pérez Ansón

Vocales:

Miguel E. Del Valle Soto

José Fernando Jiménez Díaz

Juan N. García-Nieto Portabella

Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea

José Naranjo Orellana

Edita

Sociedad Española de Medicina del Deporte

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

Tel. +34 976 02 45 09

femedede@femedede.es

www.femedede.es

Correspondencia:

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

archmeddeporte@semede.es

http://www.archivosdemedicinadeldeporte.com/

Publicidad

ESMON PUBLICIDAD

Tel. 93 2159034

Publicación bimestral

Un volumen por año

Depósito Legal

Pamplona. NA 123. 1984

ISSN

0212-8799

SopORTE válido

Ref. SVR 389

Indexada en: EMBASE/Excerpta Medica, Índice

Médico Español, Sport Information Resource

Centre (SIRC), Índice Bibliográfico Español de

Ciencias de la Salud (IBECS),

Índice SJR (SCImago Journal Rank), y SCOPUS

La Revista Archivos de Medicina del Deporte ha obtenido el Sello de Calidad en la V Convocatoria de evaluación de la calidad editorial y científica de las revistas científicas españolas, de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).



La dirección de la revista no acepta responsabilidades derivadas de las opiniones o juicios de valor de los trabajos publicados, la cual recaerá exclusivamente sobre sus autores. Esta publicación no puede ser reproducida total o parcialmente por ningún medio sin la autorización por escrito de los autores.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Archivos de medicina del deporte

Revista de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Afiliada a la Federación Internacional de Medicina del Deporte, Sociedad Europea de Medicina del Deporte y Grupo Latino y Mediterráneo de Medicina del Deporte

Director

Pedro Manonelles Marqueta

Editor

Miguel E. Del Valle Soto

Administración

Melissa Artajona Pérez

Adjunto a dirección

Oriol Abellán Aynés

Comité Editorial

Norbert Bachl. Centre for Sports Science and University Sports of the University of Vienna. Austria. **Araceli Boraita.** Servicio de Cardiología. Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de deportes. España. **Mats Borjesson.** University of Gothenburg. Suecia. **Josep Brugada Terradellas.** Hospital Clinic. Universidad de Barcelona. España. **Nicolas Christodoulou.** President of the UEMS MJC on Sports Medicine. Chipre. **Demitri Constantinou.** University of the Witwatersrand. Johannesburg. Sudáfrica. **Jesús Dapena.** Indiana University. Estados Unidos. **Franchek Drobnic Martínez.** Servicios Médicos FC Barcelona. CAR Sant Cugat del Vallés. España. **Tomás Fernández Jaén.** Servicio Medicina y Traumatología del Deporte. Clínica Centro. España. **Walter Frontera.** Universidad de Vanderbilt. Past President FIMS. Estados Unidos. **Pedro Guillén García.** Servicio Traumatología del Deporte. Clínica Centro. España. **Dusan Hamar.** Research Institute of Sports. Eslovaquia. **José A. Hernández Hermoso.** Servicio COT. Hospital Universitario Germans Trias i Pujol. España. **Pilar Hernández Sánchez.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Markku Jarvinen.** Institute of Medical Technology and Medical School. University of Tampere. Finlandia. **Anna Jegier.** Medical University of Lodz. Polonia. **Peter Jenoure.** ARS Ortopédica, ARS Medica Clinic, Gravesano. Suiza. **José A. López Calbet.** Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España. **Javier López Román.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Alejandro Lucía Mulas.** Universidad Europea de Madrid. España. **Emilio Luengo Fernández.** Servicio de Cardiología. Hospital General de la Defensa. España. **Nicola Maffully.** Universidad de Salerno. Salerno (Italia). **Pablo Jorge Marcos Pardo.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Alejandro Martínez Rodríguez.** Universidad de Alicante. España. **Estrella Núñez Delicado.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Sakari Orava.** Hospital Universitario. Universidad de Turku. Finlandia. **Eduardo Ortega Rincón.** Universidad de Extremadura. España. **Nieves Palacios Gil-Antuñano.** Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deportes. España. **Antonio Pelliccia.** Institute of Sport Medicine and Science. Italia. **José Peña Amaro.** Facultad de Medicina y Enfermería. Universidad de Córdoba. España. **Fabio Pigozzi.** University of Rome Foro Italice, President FIMS. Italia. **Yannis Pitsiladis.** Centre of Sports Medicine. University of Brighton. Inglaterra. **Per Renström.** Stockholm Center for Sports Trauma Research, Karolinska Institutet. Suecia. **Juan Ribas Serna.** Universidad de Sevilla. España. **Peter H. Schober.** Medical University Graz. Austria. **Jordi Segura Noguera.** Laboratorio Antidopaje IMIM. Presidente Asociación Mundial de Científicos Antidopajes (WAADS). España. **Giulio Sergio Roi.** Education & Research Department Isokinetic Medical Group. Italia. **Luis Serratos Fernández.** Servicios Médicos Sanitas Real Madrid CF. Madrid. España. **Nicolás Terrados Cepeda.** Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. Universidad de Oviedo. España. **José Luis Terreros Blanco.** Subdirector Adjunto del Gabinete del Consejo Superior de Deportes. España. **Juan Ramón Valentí Nin.** Universidad de Navarra. España. **José Antonio Villegas García.** Académico de número de la Real Academia de Medicina de Murcia. España. **Mario Zorzoli.** International Cycling Union. Suiza.



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA



AEPSAD
AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN
DE LA SALUD EN EL DEPORTE



CÓMODO

El analizador Lactate Plus no necesita calibración



RÁPIDO

Tiempo de medición de 13 segundos. Sólo requiere 0.7 microlitros de sangre



PRECISO

Numerosos estudios demuestran la exactitud del Lactate Plus



ECONÓMICO

Coste por Análisis significativamente más bajo que en otras marcas

619 284 022    

Hemoglobin
www.hemoglobin.eu



DiaSpect Tm

- Resultados en tan solo 1 segundo aproximadamente
- No necesita calibración adicional
- Volumen de la muestra: > 10 µL
- Conexión mediante Bluetooth (opcional)



Hemo Control

- Resultados de hemoglobina y estimación del hematocrito de una muestra en 25-60 segundos
- Volumen de muestra de 8µL
- No necesita mantenimiento. Autocomprobación automática
- Almacena hasta 4.000 resultados
- Conexión al PC mediante cable USB

ANALIZADORES PORTÁTILES de HEMOGLOBINA



Quo-Lab®

- Medidor de Hemoglobina Glicosilada
- Se requiere 4 µL de sangre total capilar o venosa
- Resultados en 4 minutos
- Almacena hasta 7.000 resultados
- Puerto USB

Archivos

de medicina del deporte

Volumen 36(6) - Núm 194. Noviembre - Diciembre 2019 / November - December 2019

Sumario / Summary

Editorial

La responsabilidad de los muertos y casi-muertos en el deporte
The responsibility of the dead and almost-dead in sport

Pedro Manonelles Marqueta 338

Originales / Original articles

Peak running velocity predicts 5-km running performance in untrained men and women

La velocidad máxima predice el rendimiento en la prueba de 5 km en hombres y mujeres no entrenados

Cecilia Segabinazi Peserico, Danilo Fernandes da Silva, Fabiana Andrade Machado 340

Impacto de la gastrectomía vertical sobre la cinética de consumo de oxígeno en mujeres post cirugía bariátrica

Impact of sleeve gastrectomy on the kinetics of oxygen consumption in women after bariatric surgery

Claudia Miranda-Fuentes, Paulina Ibacache Saavedra, Pedro Delgado-Floody, Marcelo Cano Cappellacci,
Daniel Jerez-Mayorga, Edgardo Opazo Diaz 345

Obesity vs. Whole-body-fat and myocardial infarction risk prediction. Body fat percentage is better indicator

Obesidad vs. grasa corporal total y predicción de riesgo de infarto. El porcentaje de grasa corporal es mejor indicador

Ángel Martín Castellanos, Pedro Martín Castellanos 350

La recuperación parasimpática tras el esfuerzo como medida de carga de trabajo

Parasympathetic recovery after effort as a measure of work load

José F. Ruso Álvarez, Claudio Nieto 356

Anthropometric profile and estimation of competition weight in elite judokas of both genders

Perfil antropométrico y estimación del peso de competición en judocas de elite de ambos sexos

Alicia S. Canda 360

Revisiones / Reviews

Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular

Effect of caffeine as an ergogenic aid to prevent and prevent muscle fatigue

Elena Barceló Cormano, Raquel Blasco Redondo, Mar Blanco Rogel, Anna Bach-Faig 368

Métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales para el aumento de la masa muscular: una revisión sistemática

Training methods and nutritional considerations for the increase of muscle mass: a systematic review

Javier Raya-González, Manuel Antonio Martínez Sánchez 376

Libros / Books 386

Agenda / Agenda 387

Conclusiones del Grupo Avilés 390

Índices años 2019 391

Revisores 2019 407

Normas de publicación / Guidelines for authors 409

La responsabilidad de los muertos y casi-muertos en el deporte

The responsibility of the dead and almost-dead in sport

Pedro Manonelles Marqueta

Presidente de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED).

La experiencia nos dice que tienen que suceder acontecimientos mediáticos para que tengan una repercusión en la sociedad.

Dice el dicho que “no hay mal que por bien no venga”, pero es una pena tener que aplicar este refrán en un tema de la trascendencia de la muerte que sucede en personas que practican deporte y, actualmente y dados los recientes acontecimientos, de aquéllas que habiendo podido fallecer, no lo han hecho por la afortunada intervención de un salvador.

Es una pena, que estas situaciones tengan que tener una dimensión mediática para que tengan algún tipo de consecuencia favorable para los deportistas.

En la Sociedad Española de Medicina del Deporte llevamos 25 años intentando convencer a autoridades y a deportistas de la necesidad de que se realicen reconocimientos médicos para la aptitud deportiva. Poco se ha conseguido por la vía del razonamiento y del intento de convencer de su necesidad, por lo que estamos convencidos de que es necesaria su obligatoriedad, especialmente teniendo en cuenta que el número de deportistas es, afortunadamente, muy creciente... lo que también aumenta el número de estos acontecimientos.

No obstante, vamos a seguir intentando convencer y proponemos dos reflexiones. ¿Cuántas muertes y casi-muertes, son necesarias para

que los responsables de la inscripción de deportistas (de todos los deportistas) en competiciones tomen medidas efectivas?

Y esta va para los deportistas, millones de deportistas populares que se compran sus zapatillas o sus bicicletas, se gastan un dineral en suplementos, materiales deportivos, viajes, etc., pero que no se plantean visitar a un especialista para ver si se encuentran aptos para practicar deporte. ¿Han pensado lo que sucede cuando un deportista sale a practicar su deporte, a pasárselo bien, a competir o a disfrutar de una de sus actividades favoritas, y tiene la desgracia de sufrir un incidente cardiovascular, a veces mortal? ¿Qué pasará con las personas que le esperan en su casa, con proyectos de vida en marcha, con necesidades económicas que cubrir, con hipotecas que pagar, con hijos que quedarán...?

Los médicos tenemos una responsabilidad con la sociedad. Tenemos la obligación de cuidar de las personas, enfermas y sanas. En este último caso, haciendo nuestro trabajo de prevención.

¿Es tanto pedir a responsables de las actividades deportivas y, especialmente a los más interesados, que son los deportistas, que compartan esta responsabilidad?

Analizador Instantáneo de Lactato Lactate Pro 2

аркрав
LT-1730

- Sólo 0,3 µl de sangre
- Determinación en 15 segundos
- Más pequeño que su antecesor
- Calibración automática
- Memoria para 330 determinaciones
- Conexión a PC
- Rango de lectura: 0,5-25,0 mmol/litro
- Conservación de tiras reactivas a temperatura ambiente y
- Caducidad superior a un año



Importador para España:



c/ Lto. Gabriel Miro, 54, ptas. 7 y 9
46008 Valencia Tel: 963857395
Móvil: 608848455 Fax: 963840104
info@bermellelectromedicina.com
www.bermellelectromedicina.com



Monografías Femede nº 12
Depósito Legal: B. 27334-2013
ISBN: 978-84-941761-1-1
Barcelona, 2013
560 páginas.



Dep. Legal: B.24072-2013
ISBN: 978-84-941074-7-4
Barcelona, 2013
75 páginas. Color

Índice

Foreward
Presentación
1. Introducción
2. Valoración muscular
3. Valoración del metabolismo anaeróbico
4. Valoración del metabolismo aeróbico
5. Valoración cardiovascular
6. Valoración respiratoria
7. Supuestos prácticos
Índice de autores



Índice

Introducción
1. Actividad mioeléctrica
2. Componentes del electrocardiograma
3. Crecimientos y sobrecargas
4. Modificaciones de la secuencia de activación
5. La isquemia y otros indicadores de la repolarización
6. Las arritmias
7. Los registros ECG de los deportistas
8. Términos y abreviaturas
9. Notas personales

Información: www.femede.es

Peak running velocity predicts 5-km running performance in untrained men and women

Cecília Segabinazi Peserico¹, Danilo Fernandes da Silva², Fabiana Andrade Machado¹

¹Department of Physical Education. State University of Maringá, Brazil. ²University of Ottawa, U. Ottawa, Canadá.

Recibido: 12.07.2018

Aceptado: 02.01.2019

Summary

Objective: The aim of the present study was to examine the relationship between 5-km running performance and peak running velocity (V_{peak}) in untrained men and women and propose sex-specific equations for performance prediction based on V_{peak} .

Methods: Fifty young and untrained participants (20 female and 30 male) aged between 20 and 35 years participated in this study. Firstly, they performed a continuous incremental test on treadmill to determine V_{peak} ; the second test was a 5-km running performance performed in 400 m outdoor track. V_{peak} test started with a velocity of 8 km·h⁻¹ and increased by 1 km·h⁻¹ between each successive 3-minute stage until participants reached volitional exhaustion. The 5-km time trial running performance for each participant were recorded and registered by the evaluator to determine the test duration (t_{5km}). The comparisons between female and male were performed using Student's *t* test for independent samples; the relationship between V_{peak} and 5km running performance was examined using Pearson correlation coefficient (*r*), adjusted coefficient of determination (R^2) and standard error of estimate (SEE). Simple linear regression analyses were used to generate predictive equations for t_{5km} from V_{peak} .

Results: The V_{peak} and 5-km performance (t_{5km} and M_{v5km}) were significant higher for the male group compared to the female group ($P < 0.001$). In addition, both female and male presented high correlations values for the association between V_{peak} and t_{5km} .

Conclusion: V_{peak} is a good predictor of 5-km endurance running performance in untrained men and women. In practical application, V_{peak} could be used to prescribe and control running training in beginners in running practice.

Key words:

Exercise test. Peak treadmill velocity. Performance prediction.

Time trial. Untrained runners.

Sex difference.

La velocidad máxima predice el rendimiento en la prueba de 5 km en hombres y mujeres no entrenados

Resumen

Objetivo: El objetivo del presente estudio fue examinar la relación entre el rendimiento en la carrera de 5 km y la velocidad máxima (V_{peak}) en hombres y mujeres no entrenados y proponer ecuaciones específicas de acuerdo con el sexo para la predicción del rendimiento basada en la V_{peak} .

Métodos: Cincuenta participantes jóvenes y no entrenados (20 mujeres y 30 hombres) con edades comprendidas entre 20 y 35 años participaron en este estudio. Primero, realizaron una prueba incremental continua en la cinta rodante para determinar la V_{peak} ; la segunda prueba fue una prueba de 5 km realizada en una pista de 400 m al aire libre. La prueba para determinar la V_{peak} comenzó con una velocidad de 8 km·h⁻¹ y aumentó en 1 km·h⁻¹ entre cada etapa sucesiva de 3 minutos hasta que los participantes alcanzaron el agotamiento volitivo. El rendimiento de cada participante fue registrado por el evaluador para determinar la duración de la prueba (t_{5km}). Las comparaciones entre mujeres y hombres se realizaron utilizando el Student's *t* test para muestras independientes; la relación entre V_{peak} y el rendimiento en la prueba de 5 km se examinó utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (*r*), el coeficiente de determinación ajustado (R^2) y el error estándar de estimación (SEE). Se utiliza el análisis de regresión lineal simple para generar ecuaciones predictivas para t_{5km} desde la V_{peak} .

Resultados: V_{peak} y 5-km (t_{5km} y M_{v5km}) fueron significativamente mayores para el grupo masculino en comparación con el grupo femenino ($P < 0.001$). Además, tanto hombres como mujeres presentaron altos valores de correlaciones para la asociación entre V_{peak} y t_{5km} .

Conclusión: V_{peak} es una buena predictora del rendimiento en la prueba de 5-km en hombres y mujeres no entrenados. En la aplicación práctica, V_{peak} puede utilizarse para prescribir y controlar el entrenamiento de carrera en principiantes en la práctica de correr.

Palabras clave:

Prueba de ejercicio. Velocidad máxima en la cinta rodante. Predicción del rendimiento. Prueba de 5.000 m.

Principiantes en la práctica de correr.

Diferencias entre sexos.

Correspondencia: Cecília Segabinazi Peserico

E-mail: ceciliapeserico@gmail.com

Introduction

Peak running velocity (V_{peak}) is the highest velocity attained during a maximal incremental test that reflects the maximal aerobic speed and an important advantage in using this variable is that its determination does not depend on highly expensive equipment, such as gas analyzers¹⁻³. V_{peak} is related to the speed associated with $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ($v\dot{V}O_{2\text{max}}$)³ and has been considered one of the most useful aerobic indices for running training prescription, with various application in different models of aerobic training sessions^{4,5}.

Previous studies demonstrated that V_{peak} is a good predictor of endurance running performance, in which high correlation values were found between V_{peak} and 5-km, 10-km, and 1-h time trials^{1-3,6}. It is important to emphasize that V_{peak} is also a great tool for practical application^{4,5}, and its use ranges from submaximal continuous training (e.g., light-intensity continuous training, moderate-intensity continuous training)⁷, high-intensity interval training at V_{peak} (also known as long high-intensity interval trainings)⁵ to supramaximal (i.e., above V_{peak}) interval training (also known as short high-intensity interval training)⁸.

However, these previous studies evaluated a specific sample of recreational^{1-3,6} or trained runners⁴, and the relationship between V_{peak} and endurance running performance in untrained individuals was unknown. More participants (including subjects not engaged in systematic running training programs) have been investigated for endurance running races⁹, and as these numbers increase, the need for tools with great practical application also increases. Given its extremely low cost of determination¹⁻³ and high correlation with performance¹, V_{peak} has gained attention of being this potential tool. It may become a better option to individualize and optimize training outcomes and race performance, as results related to training application were highly positive^{3,4,7}. Furthermore, in the majority of studies, only male runners were evaluated, and data on female participants are scarce. Sex-related differences in physical performance should be taken into account, given that men consistently present greater endurance performance than women of the same training level^{10,11}.

Given this, both performance level and differences between sexes may influence the prediction equation of running performance based on V_{peak} , which reinforces the need for reporting sex-specific equations in the same study with similar sample training level and procedures to determine exercise tests. Thus, we aimed to examine the relationship between 5-km running performance and V_{peak} in untrained men and women and propose sex-specific equations for performance prediction based on V_{peak} . Our hypothesis is that 5-km running performance is highly associated with V_{peak} in untrained men and women.

Material and method

Participants

Fifty young and untrained participants (20 female and 30 male) aged between 20 and 35 years participated in this study. We considered untrained runners as those who had never engaged in a systematic

running training program (i.e., with a coach, specific tests and individualized running training prescription). Volunteers were excluded if they use regular pharmacological agents or nutritional supplements; were smoking or have diabetes, hypertension, asthma, and/or present any cardiovascular disorder; have a body mass index $\geq 30 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$; and were engaged in systematic running training. Prior to testing, written informed consent was obtained from all participants and all procedures and test protocols were explained individually for each participant. The protocol was approved by the Local Human Research Ethics Committee (#623.581/2014; #409.162/2013) and appropriate standards for human experimentation have been followed.

Experimental overview

The participants performed two running tests after familiarization with the protocols to improve prediction power. Initially, in the first visit, the anthropometric measures were obtained in the laboratory. Subsequently, they performed a continuous incremental test under laboratory conditions (temperature = 20–22 °C and relative humidity = 50–60%) on a motorized treadmill (Super ATL; INBRAMED®, Porto Alegre, Brazil) to determine V_{peak} . The second was a 5-km running performance test performed in an outdoor track (temperature = 18–26 °C; relative humidity = 60–80%; air speed = 7–11 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$).

To minimize circadian variations in performance, all evaluations were performed at the same period of the day, between 06:00 and 8:00 h p.m., due to availability of participants and the fact that the performance is better during the night¹². These evaluations were performed in a maximum period of 7 days and had an interval of 48 h to ensure the recovery of the participants¹³. Participants were instructed to attend the testing sessions well rested, nourished, hydrated, and wearing comfortable clothing. Furthermore, were also instructed to avoid eating 2 h before the tests, to abstain from caffeine and alcohol, and to refrain from strenuous exercise for 24 h before testing.

Anthropometric measurements

All the anthropometric measures were obtained in the laboratory before the incremental test and were made by a single researcher to minimize possible inter-tester errors. Body mass (BM) and height were measured using standardized procedures. Body mass was measured to the nearest 0.05 kg using a Filizola® scale with a capacity of measuring 150 kg. Subjects were wearing light clothes and no shoes. Height was measured with a Seca® stadiometer to the nearest 0.05 cm and capacity of measuring 2 m. Participants were positioned in anatomic position and the reference being the distance between vertex and the plantar aspect of the foot. Skinfold measures were used to calculate body fat percentage using a Harpenden® skinfold caliper at seven sites: pectoral, triceps, abdominal, thigh, subscapular, suprailiac and midaxillary. Measures were taken at each site three times, adopting the average of these values as final value. Body density (BD) was determined using the seven skinfolds protocol of Jackson and Pollock¹⁴. Subsequently, body fat percentage (%BF) was calculated from BD using Siri's equation¹⁵.

Incremental exercise test to determine peak velocity (V_{peak})

After a warm-up, comprised walking at 6 km·h⁻¹ for three minutes, the continuous protocol started with a velocity of 8 km·h⁻¹ and increased by 1 km·h⁻¹ between each successive 3-minute stage until participants reached volitional exhaustion, with the gradient set at 1%^{1,2}. This protocol was chosen because we previously demonstrated that this incremental rate and stage duration presented the highest correlations with endurance running performance and has been suggested as a tool for endurance running training prescription^{4,5}. The V_{peak} of the incremental test was calculated as the velocity of the last complete stage added to the completed fraction of the incomplete stage¹⁶, calculated according to the equation $V_{peak} = V_{complete} + t/T$, in which $V_{complete}$ is the running velocity of the last complete stage, t the time in seconds sustained during the incomplete stage, and T the time in seconds required to complete a stage. During the test (*i.e.*, 15 seconds before the end of each stage) the HR (Polar RS800sd; Polar®, Finland) and rating of perceived exertion (RPE)¹⁷ were monitored and the maximal HR (HR_{max}) and maximal RPE (RPE_{max}) were defined as the highest (*i.e.*, 100%) HR and RPE values, respectively, obtained during the test. The percentage of age-predicted maximum heart rate (%APMHR) was calculated using the HR_{max} obtained during the incremental test and the age-based equation proposed by Tanaka *et al.*¹⁸ ($HR_{max} = 208 - 0.7 \times \text{age}$).

5-km running performance

The 5-km time trial running performance was performed on a 400 m outdoor track and preceded by a self-determined warm-up of 10 min. Participants freely choose their pacing strategy during the performance. Based on the incremental test result, experienced running coaches provided suggestion of pace to avoid participants to start the race too fast or too slow. All of the participants were encouraged to give their best performance. Participants performed the tests with more runners on the track; however, they started the race at different times.

The 5-km time for each participant were recorded and registered by the evaluator to determine the test duration (t_{5km}) and to calculate the mean velocity (MV_{5km}). This result was considered the running performance of the participant.

Statistical analysis

The Shapiro-Wilk test was used and confirmed the normality of the data distribution. Data are presented as means ± standard deviations

(SD) and were analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences 17.0 software (SPSS® Inc., USA). The comparisons between female and male were performed using Student's *t* test for independent samples. The relationship between V_{peak} and 5km running performance was examined using Pearson correlation coefficient (*r*), adjusted coefficient of determination (R^2) and standard error of estimate (SEE). Simple linear regression analyses were used to generate predictive equations for t_{5km} from V_{peak} . Statistical significance was set at $P < 0.05$.

Results

A total of 50 participants (20 female and 30 male) completed the study. There was no age difference between groups (Female = 25.9 ± 3.8 years, Male = 27.4 ± 4.5 years; $P = 0.247$). However, the anthropometric measures were different: height (m): Female = 1.7 ± 0.1, Male = 1.8 ± 0.1, $P < 0.001$; body mass (kg): Female = 61.8 ± 10.8, Male = 79.7 ± 8.7, $P < 0.001$; body mass index (kg·m⁻²): Female = 22.7 ± 4.1, Male = 25.4 ± 2.7, $P = 0.014$; body fat (%): Female = 26.1 ± 3.5, Male = 17.4 ± 5.4, $P < 0.001$. The results obtained during the incremental test and 5-km running performance are presented in Table 1. The V_{peak} and 5-km running performance (t_{5km} and MV_{5km}) were significantly higher in the male group compared to that in the female group ($P < 0.001$). In addition, % V_{peak} referring to the mean 5-km running velocity, was different between groups ($P < 0.001$).

Table 2 presents the relationship between V_{peak} and 5-km running performance and the prediction equations for the indirect determina-

Table 1. Comparison between groups for variables obtained during the performance tests.

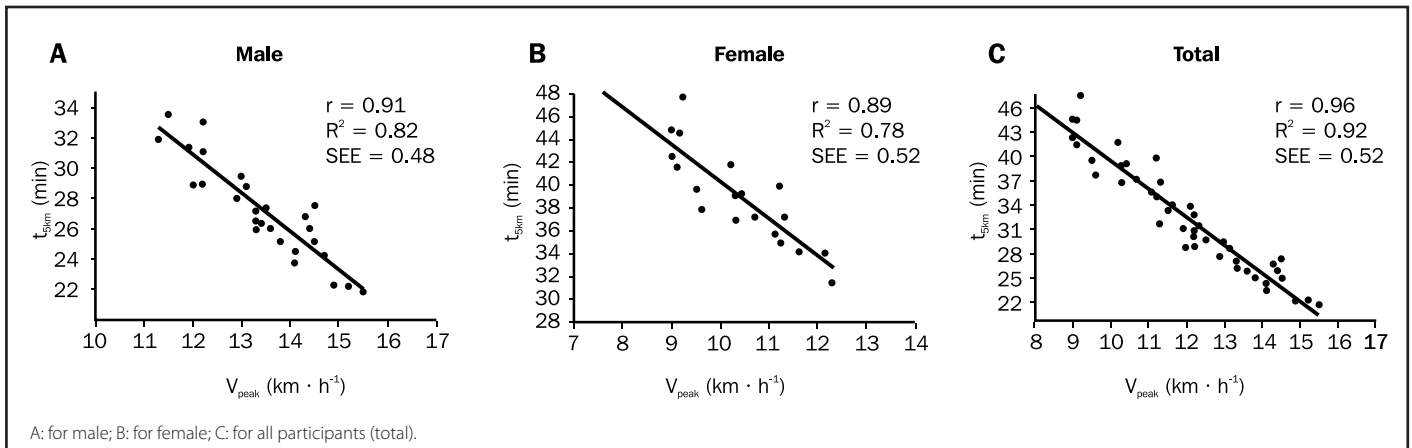
Variables	Female (n = 20)	Male (n = 30)	Total (n = 50)
V_{peak} (km·h ⁻¹)	10.5 ± 1.1	13.4 ± 1.1*	12.2 ± 1.8
HR_{max} from V_{peak} test (bpm)	195 ± 8.8	194 ± 9.9	195 ± 9.4
RPE_{max} from V_{peak} test (6-20)	19.8 ± 0.4	19.7 ± 0.7	19.7 ± 0.6
%APMHR	102.7 ± 4.5	102.9 ± 5.1	102.8 ± 4.8
t_{5km} (min)	38.7 ± 4.2	27.3 ± 3.1*	31.9 ± 6.6
MV_{5km} (km·h ⁻¹)	7.8 ± 0.8	11.1 ± 1.3*	9.8 ± 2.0
% V_{peak} of MV_{5km}	75.1 ± 3.9	82.9 ± 4.2*	79.8 ± 5.6

Note: V_{peak} : peak velocity; HR_{max} : maximal heart rate; RPE_{max} : maximal rating of perceived exertion; %APMHR: percentage of age-predicted maximum heart rate; t_{5km} : 5-km time; MV_{5km} : mean 5 km running velocity; % V_{peak} : referring to the mean 5-km running velocity. * $P < 0.05$ compared to female group.

Table 2. Relationship between peak velocity (V_{peak}) and 5-km time (t_{5km}) for different gender.

Protocols	r (95% CI)	Adjusted R ²	SEE (km·h ⁻¹)	Regression equation
Female (n=20)	0.89* (0.74–0.96)	0.78	0.52	$t_{5km} = 73.04 - 3.28 * V_{peak}$
Male (n=30)	0.91* (0.82–0.96)	0.82	0.48	$t_{5km} = 60.80 - 2.50 * V_{peak}$
Total (n=50)	0.96* (0.93–0.98)	0.92	0.52	$t_{5km} = 74.32 - 3.47 * V_{peak}$

CI: confidence interval; r: Pearson product-moment correlation coefficient; R²: coefficient of determination; SEE: standard error of estimate in km·h⁻¹; V_{peak} : peak velocity; t_{5km} : 5-km time. * $P < 0.05$.

Figure 1. Correlation between peak velocity (V_{peak}) and 5-km time ($t_{5\text{km}}$).

tion of 5-km time. Figure 1 illustrates these relationships. Both the female and male groups presented high correlation values for the association between V_{peak} and $t_{5\text{km}}$.

Discussion

The present study aimed to examine the relationship between 5-km running performance and V_{peak} in untrained men and women and propose sex-specific equations for performance prediction based on V_{peak} . The main finding was that V_{peak} is a good predictor of 5-km running performance for both untrained men and women.

It is important to highlight that V_{peak} is a performance variable with high reliability¹⁹ that should be determined during an incremental running test with initial speed of $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, with 3 min stage duration and $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ speed increment^{1,2,6}. We used this design because previous studies^{1,2,6} found that the V_{peak} values obtained were better correlated with endurance running performance than other protocols tested.

The correlation values in our results for the association between V_{peak} and 5-km were 0.89 and 0.91 for female and male participants, respectively. Our results are similar to others studies that investigated the relationship between V_{peak} and endurance running performance with different distances in male^{1,2,6,20} and female²¹⁻²³ runners and demonstrated high association. However, it is important to mention that Machado *et al.*¹ ($r = 0.95$ with 5-km), Alves *et al.*⁶ ($r = 0.92$ with 10-km) and Noakes *et al.*²⁰ ($r = 0.94$ with 10-km) demonstrated higher correlation values with runners compared to our data. In contrast, other studies reported the same correlation values^{22,24} or lower correlation values²¹ ($r = 0.83$ for male and 0.80 for female). Thus, based on these results, it appears that performance level does not largely influence the relationship between V_{peak} and endurance running performance.

It is important to note that, specifically with 5-km running performance, few studies determined this association^{1,21,24}. Machado *et al.*¹ in a sample of 27 male recreational runners determined V_{peak} using the same protocol as that in the present study and found a high association between V_{peak} and 5-km running performance with a correlation value of 0.95, SEE of 0.57 and R^2 of 0.91, which was similar to our findings.

The other two studies also demonstrated this association in those defining V_{peak} during an incremental test for $\text{VO}_{2\text{max}}$ determination^{21,25}. Stratton *et al.*²⁵ demonstrated similar results with those in our study, in which they found that final treadmill velocity was the best predictor (among other physiological variables) of 5-km performance in untrained ($r = 0.89$) and trained states ($r = 0.83$) (*i.e.*, pre and post six weeks of running training); in addition, a stepwise multiple regression analysis of the full pretesting data set revealed that, in the untrained state, 77.8% of the variance in 5-km performance could be explained by V_{peak} alone. Scott and Houmar²¹ investigated a group of highly trained male and female distance runners and found that V_{peak} was related to 5-km time trial performed on treadmill in both men ($r = 0.83$) and women ($r = 0.80$) and when the data of both groups were combined ($r = 0.94$). It is important to mention that the correlation values determined by Scott and Houmar²¹ were lower compared to those in our study; however, it is important to emphasize that the differences between protocols to determine V_{peak} influence these results^{1,2,3}, mainly because in the study of Scott and Houmar²¹ both maximal oxygen consumption ($\text{VO}_{2\text{max}}$) and V_{peak} were determined using the same incremental protocol. Moreover, it is expected that trained subjects present lower coefficient of variation in the sample than untrained subjects, which was observed in our study compared to Scott and Houmar²¹. This higher homogeneity could play a role in reducing the correlation values.

To our knowledge, this is the first study to associate V_{peak} determined in a protocol without use of a gas analyzer and 5-km running performance in untrained participants. Moreover, only study of Machado *et al.*¹ on recreational runners proposed a prediction equation of running performance based on V_{peak} . These equations have high practical application and can help coaches to combine V_{peak} assessment with training prescription and performance prediction^{4,5}.

In addition, women are poorly investigated in this context compared to men²⁶, although there are evidences that women are adhering more to endurance running races⁹ and consequently to running training programs in previously untrained subjects.

The reasons in separating women and men are related to different factors, including social, psychological, and physiological. However, due to the association between V_{peak} significance and physiological factors,

they play an important role in defining equations specifically for men and women¹². Joyner²⁶ recently suggested that from the key factors related to endurance performance (i.e., VO_{2max} , lactate threshold, and running economy), it seems that VO_{2max} is the main differential variable between sexes. Men present larger muscle cross-sectional area²⁷ and lower percentage body fat and higher red cell mass for a given body weight^{26,27}. Additionally, there are some evidences that women have smaller lungs relative to their body size and are more prone to arterial desaturation during intense exercise^{26,28,29}.

The $\%V_{peak}$ referring to the mean 5-km running velocity were $75.1 \pm 3.9\%$ and $82.9 \pm 4.2\%$ in women and men, respectively. These values were significantly different between groups and may be explained by the physiological differences between men and women discussed previously, such as larger muscle cross-sectional area²⁷, lower percentage body fat, and higher red cell mass for a given body weight^{26,27}. These physiological advantages should contribute to the higher percentages of V_{peak} observed in male participants²⁶.

It is important to emphasize that, although incremental test led participants to exhaustion (based on RPE_{max} , HR_{max} and the $\%APMHR$), this information was not obtained in the track test. However, both men and women performed 5-km running in similar percentages of V_{peak} with that in the study of Scott and Houmard²¹. It is also important to point out that participants were encouraged to give their best in the track test.

The V_{peak} test (i.e., incremental test) is highly applicable than 5-km running performance in training routines of different level runners, including untrained ones^{1,2,4,5}. In our perspective, it is very useful to provide prediction equations to obtain 5-km running performance with V_{peak} as it will add one more practical benefit for this variable besides all the possibilities related to a more individualized training prescription. V_{peak} can be applied to a variety of training sessions (e.g., long high-intensity interval training, short high-intensity interval training, moderate-intensity continuous training, light intensity continuous training, and race pace^{4,5,7,8} and presents very high correlation values with different running performance distances (e.g., from 1.5 to 90 km)^{1,20}.

Therefore, we concluded that V_{peak} is a good predictor of 5-km running performance in untrained men and women. In practical application, in agreement with previous studies that demonstrated the importance of this variable^{4,5}, V_{peak} could be used to prescribe and control training in beginners in running practice since its determination is simple and does not require expensive equipment or invasive techniques.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interests.

Bibliography

- Machado FA, Kravchychyn AC, Peserico CS, da Silva DF, Mezzaroba PV. Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. *J Sci Med Sport*. 2013;16:577-82.
- Peserico CS, Zagatto AM, Machado FA. Evaluation of the best-designed graded exercise test to assess peak treadmill speed. *Int J Sports Med*. 2015;36:729-34.
- da Silva DF, Simões HG, Machado FA. $\dot{V}O_{2max}$ versus V_{peak} , what is the best predictor of running performances in middle-aged recreationally-trained runners? *Sci Sports*. 2015;30:e85-92.
- Manoel FA, da Silva DF, de Lima JRP, Machado FA. Peak velocity and its time limit are as good as the velocity associated with VO_{2max} for training prescription in runners. *Sports Med Int Open*. 2017;1:E8-15.
- da Silva DF, Ferraro ZM, Adamo KB, Machado FA. Endurance running training individually-guided by HRV in untrained women. *J Strength Cond Res*. 2017 [Epub ahead of print].
- Alves JCC, Peserico CS, Nogueira GA, Machado FA. Influence of continuous and discontinuous graded exercise tests with different initial speeds on peak treadmill speed. *Sci Sports*. 2017;32:e15-22.
- Buchheit M, Chivot A, Parouty J, Mercier D, Haddad AH, Laursen PB, et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108:1153-67.
- Esfarjani F, Laursen PB. Manipulating high-intensity interval training: Effects on VO_{2max} , the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *J Sci Med Sport*. 2007;10:27-35.
- Cushman DM, Markert M, Rho M. Performance trends in large 10-km road running races in the United States. *J Strength Cond Res*. 2014;28:892-901.
- Lopes TJA, Simic M, Alves DS, Bunn PS, Rodrigues AI, Terra BS, et al. Physical performance measures of flexibility, hip strength, lower limb power and trunk endurance in healthy Navy cadets: normative data and differences between sex and limb dominance. *J Strength Cond Res*. 2018; ahead of print.
- Dada EO, Anderson MK, Grier T, Alemany JA, Jones BH. Sex and age differences in physical performance: a comparison of army basic training and operational populations. *J Sci Med Sport*. 2017;20:S68-73.
- Cruz R, Melo BP, Manoel FA, Castro PHC, Da Silva SF. Pacing strategy and heart rate on the influence of circadian rhythms. *J Exerc Physiol Online*. 2013;16:24-31.
- Mourot L, Boyhaddi M, Tordi N, Rouillon JD, Regnard J. Short- and long-term effects of a single bout of exercise on heart rate variability: comparison between constant and interval training exercises. *Eur J Appl Physiol*. 2004;92:508-17.
- Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. *Phys Sportsmed*. 1985;13:76-90.
- Siri WE. *Techniques for measuring body composition*. Washington DC: National Academy Press; 1961.
- Kuipers H, Rietjens G, Verstappen F, Schoenmakers H, Hofman G. Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables. *Int J Sports Med*. 2003;24:486-91.
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14:377-81.
- Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:153-6.
- Peserico CS, Zagatto AM, Machado FA. Reliability of peak running speeds obtained from different incremental treadmill protocols. *J Sports Sci*. 2014;32:993-1000.
- Noakes TD, Myburgh KH, Schall R. Peak treadmill running velocity during the VO_{2max} test predicts running performance. *J Sports Sci*. 1990;8:35-45.
- Scott BK, Houmard JA. Peak running velocity is highly related to distance running performance. *Int J Sports Med*. 1994;15:504-7.
- McLaughlin JE, Howley ET, Bassett DR, Thompson DL, Fitzhugh E. Test of the classic model for predicting endurance running performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42:991-7.
- Machado FA, de Moraes SM, Peserico CS, Mezzaroba PV, Higino WP. The D_{max} is highly related to performance in middle-aged females. *Int J Sports Med*. 2011;32:672-6.
- Slattery KM, Wallace LK, Murphy AJ, Coutts A. Physiological determinants of three-kilometer running performance in experienced triathletes. *J Strength Cond Res*. 2009;20:47-52.
- Stratton E, Obrien BJ, Harvey J, Blitvich J, Mcnicol AJ, Janissen D, et al. Treadmill velocity best predicts 5000-m run performance. *Int J Sports Med*. 2009;30:40-5.
- Joyner MJ. Physiological limits to endurance exercise performance: influence of sex. *J Physiol*. 2017;595:2949-54.
- Kanehisa H, Ikegawa S, Fukunaga T. Comparison of muscle cross-sectional area and strength between untrained women and men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1994; 68:148-54.
- Sterkowicz-Przybycien K, Almansba R. Sexual dimorphism of anthropometrical measurements in judoists vs untrained subject. *Sci Sport*. 2011;26:316-23.
- Harms CA, McClaran SR, Nিকেle GA, Pegelow DF, Nelson WB, Dempsey JA. Exercise induced arterial hypoxaemia in healthy young women. *J Physiol*. 1998;507:619-28.

Impacto de la gastrectomía vertical sobre la cinética de consumo de oxígeno en mujeres post cirugía bariátrica

Claudia Miranda-Fuentes¹, Paulina Ibacache Saavedra^{1,2}, Pedro Delgado-Floody³, Marcelo Cano-Cappellacci⁴, Daniel Jerez-Mayorga¹, Edgardo Opazo Diaz⁴

¹Universidad Andres Bello. Escuela de Kinesiología. Facultad de Ciencias de la Rehabilitación. Chile. ²Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Las Américas. Sede Viña del Mar. Chile. ³Departamento de Educación Física. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile. ⁴Departamento de Kinesiología. Universidad de Chile. Chile.

Recibido: 15.11.2018

Aceptado: 18.02.2019

Resumen

Introducción: La obesidad es considerada uno de los principales problemas de salud de la sociedad moderna, existiendo variados tratamientos para revertirla, siendo la cirugía bariátrica (CB) el método más efectivo en los casos de obesidad severa. La capacidad cardiorrespiratoria (CCR) es un componente de la condición física valorada a través del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}); la cinética del VO_2 es un aspecto poco estudiado de la CCR; se ha descrito que esta variable permite estimar la CCR sin elevados esfuerzos físicos en comparación con otras formas de evaluación; a pesar de lo anterior, no existe información respecto del impacto que tiene la gastrectomía vertical (GV) sobre la CCR evaluada a través de esta variable.

Objetivo: Determinar el impacto de la GV en la cinética del VO_2 de mujeres con obesidad.

Material y método: Estudio de tipo cuasi experimental, participaron 15 mujeres con edad de $32,9 \pm 10,3$ años y un IMC inicial de $35,2 \pm 3,9$ kg/m². La muestra es de tipo no probabilística a través de grupo de voluntarios evaluados en tres momentos: previo a la cirugía (*pre*), 30 y 90 días post gastrectomía vertical (30*post* y 90*post* respectivamente). Se evaluó peso corporal, índice de masa corporal (IMC), circunferencia cintura (CC), VO_{2peak} y cinética del VO_2 .

Resultados: Post cirugía las variables peso corporal, CC e IMC reportan disminución significativa ($p < 0,001$) respecto del momento pre cirugía. El VO_{2peak} relativo (ml/kg/min) aumentó entre 30*post* y 90*post* ($p < 0,001$); el VO_{2peak} absoluto (L/min) disminuyó entre los momentos pre con 30*post* y *pre* con 90*post* ($p < 0,05$); la cinética del VO_2 presentó un incremento del tiempo a los 30*post* ($p < 0,05$).

Conclusión: La cinética del VO_2 se ve incrementada en mujeres obesas intervenidas con GV a los 30 días post cirugía, lo que evidencia un deterioro de la capacidad cardiorrespiratoria.

Palabras clave:

Obesidad. Consumo de oxígeno. Cirugía bariátrica.

Impact of sleeve gastrectomy on the kinetics of oxygen consumption in women after bariatric surgery

Summary

Introduction: Obesity is considered one of the main health problems of modern society, there are several treatments to reverse it, being bariatric surgery (BS) the most effective method in cases of severe obesity. Cardiorespiratory fitness (CRF) is an aspect of physical condition assessed through maximum oxygen consumption (VO_{2max}); the kinetics of VO_2 is a less studied aspect of CRF; it has been described that this variable allows estimation of the CRF without high physical efforts in comparison with other forms of evaluation; In spite of the above, there is no information regarding the impact that sleeve gastrectomy (SG) has on the CRF evaluated through this variable.

Objective: To determine the impact of SG on the VO_2 kinetics of women with obesity.

Material and method: Quasi-experimental study, 15 women with an age of $32,9 \pm 10,3$ years and an initial BMI of $35,2 \pm 3,9$ kg/m² participated. The sample is non-probabilistic through a group of volunteers evaluated at three times: before surgery (*pre*), 30 and 90 days post vertical gastrectomy (30*post* and 90*post* respectively). Body weight, body mass index (BMI), waist circumference (WC), VO_{2peak} and VO_2 kinetics were evaluated.

Results: After surgery, the variables body weight, CC and BMI reported a significant decrease ($p < 0,001$) compared to the pre-surgery moment. The relative VO_{2peak} (ml/kg/min) increases between 30*post* and 90*post* ($p < 0,001$); the absolute VO_{2peak} (L/min) decreased between the pre moments with 30*post* and *pre* with 90*post* ($p < 0,05$); the kinetics of VO_2 showed an increase in time at 30*post* ($p < 0,05$).

Conclusion: The VO_2 kinetics is increased in obese women undergoing SG at 30*post* surgery, which shows a deterioration of this capacity.

Key words:

Obesity. Oxygen consumption. Bariatric surgery.

Correspondencia: Claudia Miranda Fuentes

E-mail: cmiranda@unab.cl

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad está definida como acumulación anormal o excesiva de grasa que puede deteriorar la salud, considerándose uno de los principales problemas de la sociedad moderna¹. En Chile, según la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017, la prevalencia de obesidad fue de un 31,2% (28,6% en hombres y 33,7% en mujeres), teniendo como causa principal el estilo de vida en lo que respecta a hábitos de alimentación poco saludables, inactividad física y conducta sedentaria, sumado a factores genéticos, fisiológicos, psicológicos, sociales, económicos y educativos². Los tratamientos para combatir la obesidad se encuentran enfocados en revertir los malos hábitos alimenticios, incrementar el nivel de actividad física, apoyo psicológico y administración de fármacos³. En los casos de obesidad severa, o cuando las intervenciones mencionadas anteriormente no han tenido el efecto esperado, el tratamiento pasa por la indicación de CB⁴, siendo considerado como el tratamiento más efectivo para reducción de peso a largo plazo, demostrando alta efectividad en la pérdida de peso y una considerable reducción en las comorbilidades asociadas⁴. La GV es la CB más utilizada en el mundo constituyendo el 45,9%⁵ del total de cirugías de este tipo y, en Chile, alcanza el 70,8% del total de CB⁶.

La condición física es un conjunto de atributos físicos que tiene que ver con la capacidad de realizar un trabajo y que pueden o no estar relacionados con la salud⁷. La CCR es un componente de esta condición utilizado como indicador de salud y de expectativa de vida, siendo objetivada a través del consumo de oxígeno máximo (VO_{2max})⁸. Para evaluar esta variable se requiere de la máxima CCR del sujeto, situación que puede resultar riesgosa en algunos casos⁹. En pacientes con obesidad, generalmente, la evaluación de esta variable es submáxima y se utiliza el término VO_{2peak} para denominar la cantidad de oxígeno consumido al momento de detención de la prueba, expresándose en valores absolutos (L/min) o relativos al peso corporal (ml/kg/min).

Uno de los aspectos poco abordados del VO_2 es su cinética al inicio del ejercicio de carga constante, representada por la unidad de medida tau (τ), la cual consiste en la respuesta temporal del VO_2 cuantificando la estabilización tras un ejercicio de carga constante durante 6 a 10 minutos, representando el funcionamiento integrado de la actividad cardiovascular, pulmonar y del sistema musculoesquelético¹⁰. La reacción del incremento del VO_2 en estas condiciones hace reconocible 3 fases¹¹, correspondiendo el valor de τ al tiempo en segundos donde se obtiene el 63% de la amplitud máxima de la meseta del VO_2 con carga submáxima en la fase II, el cual, ha demostrado ser sensible a cambios en la CCR en sujetos con patologías cardiorrespiratorias¹² y diabetes mellitus tipo II¹³, asociándose la disminución de τ a una mejora de esta capacidad.

Actualmente, existe limitada literatura que describe el comportamiento de τ en pacientes adultos con obesidad intervenidos con GV¹⁴. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue describir el impacto que tiene la GV en la cinética del VO_2 de mujeres con obesidad.

Material y método

El estudio es de tipo cuasi experimental donde participaron 15 mujeres de $32,9 \pm 10,3$ años de edad; peso, estatura e IMC inicial de

$90,2 \pm 10,49$ kg; $1,6 \pm 0,1$ m y $35,2 \pm 3,9$ kg/m² respectivamente. La muestra es de tipo no probabilística a través de grupo de voluntarios los cuales fueron evaluados en tres momentos diferentes: previo a la cirugía (*pre*) además de 30 y 90 días post intervención quirúrgica (*30post* y *90post* respectivamente). Los criterios de inclusión corresponden a: IMC ≥ 30 kg/m², haber cumplido con los criterios quirúrgicos y anestésicos para efectuarse una CB y que la intervención indicada sea una GV. Se excluyeron todos aquellos pacientes con CB previa, portadores de comorbilidades médicas como: enfermedad respiratoria crónica, cardíaca, hepática crónica o insuficiencia renal, pacientes que utilizaran beta bloqueadores, con hábito tabáquico, mujeres post menopáusicas y pacientes que presentaran patología musculoesquelética que impidiera la realización de las pruebas. La investigación y sus protocolos estuvieron de acuerdo a las pautas señaladas en la Declaración de Helsinki 2013 y aprobado por el Comité de Ética en Investigación en Seres Humanos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, Proy. N° 149-2014; el total de participantes firmó un consentimiento informado previo a la toma de datos.

Procedimientos

Al momento de llegar al laboratorio, cada sujeto debió cumplir un ayuno de 4 horas previas y no efectuar actividad física intensa en las 24 horas antes de la evaluación. La CC se valoró con una cinta métrica de adulto graduada en centímetros marca ROSSCRAFT®, ubicando el punto medio entre la cresta iliaca y borde inferior de la costilla. El peso y estatura se determinó con una balanza c/tallímetro graduada, modelo DETECTO 439 (Detecto, Webb City, Estados Unidos). El IMC se evaluó para estimar el grado de obesidad (kg/m²).

Para la medición de las variables cardiorrespiratorias se utilizó un equipo Metalyzer 3b, Cortex (CORTEX Biophysik, Leipzig, Alemania) y un cicloergómetro Monark 915E (Monark Exercise AB, Vansbro, Suecia). Para obtener los datos de cinética del VO_2 y VO_{2peak} , el protocolo consistió en 2 minutos de medición de parámetros basales cardiorrespiratorios en reposo sobre el cicloergómetro, para luego pedalear con una cadencia de 60 rpm a carga constante de 0,5 watt por kilogramo de masa corporal (W/kg) durante 6 minutos, para obtener los datos de tau. Posterior a esto, para conseguir los valores de VO_{2peak} se incrementó la carga en escalones de 20 o 25 W según nivel de actividad física, cada dos minutos hasta llegar a la fatiga o alcanzar un cociente respiratorio (RER) $\geq 1,1$, una percepción de esfuerzo ≥ 7 en Escala de Borg modificada o que el sujeto manifestara fatiga muscular que le impidiera mantener la cadencia de pedaleo de 60 rpm¹⁵. Posterior a esto, se mantuvo un pedaleo sin carga durante 3 minutos a modo de vuelta a la calma. Para definir tau se empleó el protocolo descrito por Poole¹⁶, donde su valor se obtuvo de los 6 minutos iniciales de la prueba de ejercicio en cicloergómetro. Los valores de VO_2 ventilación por ventilación fueron transformados para obtener valores con la frecuencia de 1Hz, para ser modelados matemáticamente según la ecuación que define la respuesta del VO_2 a carga constante e intensidades moderadas, descrita a continuación (Figura 1):

Figura 1. Fórmula para el cálculo de la cinética del consumo de oxígeno.

$$\dot{V}O_2(t) = \dot{V}O_2 \text{ basal} + \text{amplitud} \left(1 - e^{-\frac{t-TD}{\tau}} \right)$$

Donde $VO_2(t)$ es el VO_2 a cualquier tiempo t , VO_2 basal es el VO_2 antes del inicio del ejercicio, la amplitud es el "estado estable" hacia el cual se proyecta el VO_2 , TD es el tiempo de retraso que precede al incremento en el VO_2 muscular y τ es la constante de tiempo que describe la tasa a la cual el VO_2 se incrementa hacia el estado estable¹⁶.

Análisis estadístico

El análisis estadístico fue desarrollado con el software IBM® SPSS® Statistics, versión 24.0 (Chicago, USA). Las variables continuas fueron expresadas como media y desviación estándar previo análisis de normalidad de los datos a través del test de Shapiro-Wilk. Las comparaciones de variables cuantitativas fueron determinadas a través de la prueba de ANOVA de un factor de medidas repetidas y análisis post hoc de Bonferroni. Los valores de $p < 0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos.

Resultados

Las mujeres presentan obesidad tipo II en la evaluación previa a la intervención quirúrgica (IMC $35,2 \pm 3,9$ kg/m²), modificando a una condición de pre-obesidad ($28,5 \pm 3,4$ kg/m²) tres meses posteriores a esta¹⁷; 30 y 90 días post cirugía las variables peso corporal, CC e IMC reportan una disminución significativa entre los momentos pre con 30post y 90post, como así también entre 30post y 90post ($p < 0,001$) (Tabla 1).

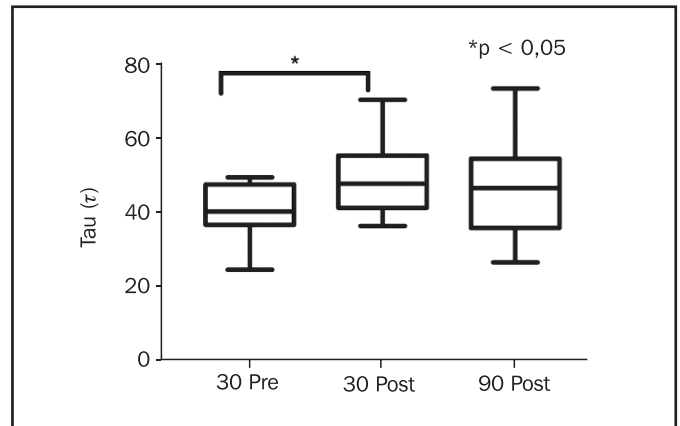
En relación al VO_{2peak} relativo (ml/kg/min), este mostró cambios significativos entre el momento pre con 90post ($p < 0,001$), a su vez, el VO_{2peak} absoluto (L/min) disminuyó entre los momentos pre con 30post ($p < 0,001$) y 90post ($p < 0,002$) (Tabla 1).

Por otra parte, la cinética del VO_2 presentó diferencias significativas entre los momentos pre con 30post ($p < 0,05$) (Figura 2).

Discusión

El propósito del estudio fue describir el impacto que tiene la GV en la cinética del VO_2 . Primeramente, resulta relevante destacar que en este trabajo no se consideró una evaluación de la composición corporal de forma detallada, por lo cual los investigadores consideran pertinente expresar los cambios en la CCR obtenidos de manera absoluta (VO_{2peak}

Figura 2. Cinética del consumo de oxígeno en condiciones pre y post gastrectomía vertical de mujeres con obesidad.



absoluto (L/min) en vez de normalizarlos por peso corporal; es así como se deja en evidencia que son suficiente sólo 30 días post intervención quirúrgica para presentar un deterioro significativo de esta capacidad; los resultados obtenidos se asemejan a los planteado por Browning *et al.* quien analizó los parámetros de esta variable en sujetos con obesidad intervenidos con CB afirmando una disminución promedio de 2,6 L/min a 2,4 L/min en 3 meses post intervención¹⁸. Lo anterior puede ser explicado por la pérdida de masa magra de sujetos intervenidos con este tipo de CB, siendo demostrado que esta variable depende altamente de la masa magra y no de la masa grasa¹⁹; por otro lado, se ha verificado una pérdida significativa del peso corporal asociado específicamente a la masa grasa predominantemente en los primeros meses posteriores a este tipo de cirugía²⁰.

En cuanto a los resultados de cinética del VO_2 obtenidos en esta investigación, es importante destacar que esta variable describe la respuesta dinámica de este gas a cambios repentinos de la tasa de trabajo externa, demostrando ser dependiente de la intensidad del ejercicio cuando este supera el umbral de intercambio gaseoso^{21,22}. Los resultados obtenidos de cinética del VO_2 muestran que a los 30 días posterior a la GV se evidencia un incremento significativo del tiempo de respuesta de estabilización de esta variable a la carga de trabajo impuesta por la actividad, lo que indica un componente fundamental más lento en la

Tabla 1. Efecto de la gastrectomía vertical en las capacidades físicas de mujeres con obesidad.

Variables	Evaluaciones			Valor de p	Bonferroni (Post hoc)		
	pre	30post	90post		pre vs 30post	pre vs 90post	30post vs 90post
Peso (kg)	91,5 ± 11,0	82,2 ± 11,2	74,2 ± 9,9	<0,001	9,3 (<0,001) **	17,3 (<0,001) **	8,0 (<0,001) **
IMC (kg/m ²)	35,2 ± 3,9	31,6 ± 3,9	28,5 ± 3,5	<0,001	3,6 (<0,001) **	6,6 (<0,001) **	3,0 (<0,001) **
CC (cm)	109,5 ± 6,7	102,5 ± 7,1	94,9 ± 7,9	<0,001	7,1 (<0,001) **	14,5 (<0,001) **	7,4 (<0,001) **
VO_{2peak} (L/min)	1,9 ± 0,2	1,6 ± 0,3	1,6 ± 0,2	<0,001	0,2 (<0,001) **	0,2 (<0,005) *	-0,05 (0,402)
VO_{2peak} (ml/kg/min)	21,0 ± 3,6	19,6 ± 2,6	22,5 ± 2,8	<0,001	1,3 (0,077)	-1,4 (0,099)	-2,8 (<0,001) **
Tau (τ)	39,8 ± 6,8	48,8 ± 9,5	46,1 ± 12,4	<0,001	-9,0 (<0,005) *	-6,3 (0,124)	2,7 (1,00)

Los datos son presentados como medias y desviación estándar, valor de p, prueba de ANOVA y Bonferroni Test. Tau (τ): Cinética del consumo de oxígeno; IMC: Índice de Masa Corporal. * $p < 0,05$ ** $< 0,001$.

cinética del VO_2 , determinando un mayor déficit de oxígeno durante la transición del reposo al ejercicio. Los resultados obtenidos pueden ser comparados con los propuestos por Neunhaeuserer *et al.*, quien también refiere un incremento de esta variable en sujetos con obesidad sometidos a CB del tipo GV²³. Este resultado deja de manifiesto que este tipo de intervención influye de manera negativa la tolerancia al ejercicio, proponiendo que un incremento de esta variable (τ) retrasa la activación del metabolismo muscular oxidativo²⁴ pudiendo ser causa de un menor gasto energético por actividad frente a una disminución del peso corporal post GV. Por otra parte, Simoneau y Kelley dejaron en evidencia que, en sujetos con condición de salud asociada a mal nutrición por exceso, existe una reducida actividad de las enzimas oxidativas y un aumento desproporcionado de la actividad de las enzimas glucolíticas, lo que podría explicar los resultados de τ obtenidos en esta investigación²⁵. En este mismo aspecto, se ha referido en la literatura valores de τ cercanos a ~10 segundos en individuos sanos con alto nivel de entrenamiento físico²⁶ y entre 20 y 60 segundos en adultos sanos²⁷; las publicaciones expuestas han descrito que el incremento de la captación de oxígeno al comienzo del ejercicio expresa los ajustes circulatorios a las modificaciones metabólicas inducidas por esta actividad donde el aporte de oxígeno no es una limitante de rendimiento durante el ejercicio submáximo, lo que refleja una eficiente bioenergética muscular y una eficaz difusión de oxígeno tisular²⁸, condiciones no presentes en sujetos con obesidad¹⁵. Por otro lado, también se ha evidenciado en la literatura el comportamiento de τ en adultos con obesidad (sin intervención quirúrgica) encontrándose datos cercanos a $58,7 \pm 35,8$ segundos²³; sujetos con enfermedad vascular pulmonar 74 ± 16 segundos²⁹ y con diabetes mellitus II $55,7 \pm 20,6$ segundos³⁰, atribuyendo el incremento de esta variable a la intensidad del ejercicio físico empleado y la capacidad del sistema cardiorrespiratorio para responder a la mayor demanda de esta actividad. Otros antecedentes han informado que sujetos con obesidad presentan cambios a nivel músculo esquelético tanto en lo estructural, asociado principalmente a la mayor proporción de fibras musculares tipo IIb³¹, como a la cantidad de músculo en comparación con sujetos normopeso³² lo que trae como consecuencia incapacidad para incrementar la oxidación de grasas durante la estimulación β -adrenérgica en el ejercicio, con el consiguiente incremento de almacenamiento de lípidos intramusculares³³. Por otro lado, en cuanto al funcionamiento del sistema respiratorio, se ha encontrado información que estos sujetos presentan una reducción del volumen corriente al realizar un ejercicio físico, lo cual deben compensar aumentando la frecuencia respiratoria, acelerando el inicio del umbral ventilatorio, precipitando la aparición del componente lento del VO_2 vulnerando la tolerancia al esfuerzo y adaptación al trabajo físico³⁴.

Conclusión

Se plantea que la cinética del VO_2 se ve incrementada en mujeres con obesidad intervenidas con GV a los 30 días post cirugía, por lo tanto, el tiempo para estabilizar la respuesta cardiorrespiratoria a la carga de trabajo impuesta es más lento. Lo anterior resulta de gran utilidad clínica para el tratamiento de sujetos con esta condición de salud, siendo relevante a la hora de planificar pautas de ejercicio físico en esta población.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. World Health Organization. Obesity and overweight 2017 [cited 2018 May 31]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
2. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Encuesta Nacional de Salud 2016-2017 Primeros resultados 2017 [cited 2018 January 29]. Disponible en: http://web.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf.
3. Yarborough CM, 3rd, Brethauer S, Burton WN, Fabius RJ, Hymel P, Kothari S, et al. Obesity in the Workplace: Impact, Outcomes, and Recommendations. *J Occup Environ Med*. 2018;60(1):97-107.
4. le Roux CW, Heneghan HM. Bariatric Surgery for Obesity. *Med Clin North Am*. 2018; 102(1):165-82.
5. Plamper A, Deitel M, Rheinwalt KP. Letter to the Editor: Bariatric Surgery and Endoluminal Procedures: IFSO Worldwide Survey 2014. *Obesity Surgery*. 2018;28(1):249-50.
6. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, Formisano G, Buchwald H, Scopinaro N. Bariatric Surgery Worldwide 2013. *Obesity surgery*. 2015;25(10):1822-32.
7. Castillo-Garzon MJ, Ruiz JR, Ortega FB, Gutierrez A. Anti-aging therapy through fitness enhancement. *Clin Interv Aging*. 2006;1(3):213-20.
8. Lee DC, Sui X, Ortega FB, Kim YS, Church TS, Winett RA, et al. Comparisons of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness as predictors of all-cause mortality in men and women. *Brit J Sport Med*. 2011;45(6):504-10.
9. Mezzani A, Agostoni P, Cohen-Solal A, Corra U, Jegier A, Kouidi E, et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation: official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*. 2009;16(3):249-67.
10. Grassi B. Oxygen uptake kinetics: old and recent lessons from experiments on isolated muscle in situ. *Eur J Appl Physiol*. 2003;90(3-4):242-9.
11. Grassi B, Poole DC, Richardson RS, Knight DR, Erickson BK, Wagner PD. Muscle O2 uptake kinetics in humans: implications for metabolic control. *J Appl Physiol*. 1996;80(3):988-98.
12. Borghi-Silva A, Beltrame T, Reis MS, Sampaio LMM, Catai AM, Arena R, et al. Relationship between oxygen consumption kinetics and BODE Index in COPD patients. *Int J Chronic Obstr*. 2012;7:711-8.
13. Brandenburg SL, Reusch JEB, Bauer TA, Jeffers BW, Hiatt WR, Regensteiner JG. Effects of exercise training on oxygen uptake kinetic responses in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 1999;22(10):1640-6.
14. Neunhaeuserer D, Gasperetti A, Savalla F, Gobbo S, Bullo V, Bergamin M, et al. Functional Evaluation in Obese Patients Before and After Sleeve Gastrectomy. *Obesity surgery*. 2017;27(12):3230-9.
15. Littleton SW. Impact of obesity on respiratory function. *Respirology*. 2012;17(1):43-9.
16. Poole DC, Jones AM. Oxygen uptake kinetics. *Compr Physiol*. 2012;2(2):933-96.
17. World Health Organization. Obesity and overweight - 10 facts about obesity 2017 [cited 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
18. Browning MG, Franco RL, Herrick JE, Arrowood JA, Evans RK. Assessment of Cardio-pulmonary Responses to Treadmill Walking Following Gastric Bypass Surgery. *Obesity Surgery*. 2017;27(1):96-101.
19. Muñoz R, Hernández J, Palacio A, Maiz C, Pérez G. El ejercicio físico disminuye la pérdida de masa magra en pacientes obesos sometidos a cirugía bariátrica. *Rev Chil Cir*. 2016;68:411-6.
20. Chaston TB, Dixon JB, O'Brien PE. Changes in fat-free mass during significant weight loss: a systematic review. *Int J Obes (Lond)*. 2007;31(5):743-50.
21. McNarry MA, Kingsley MI, Lewis MJ. Influence of exercise intensity on pulmonary oxygen uptake kinetics in young and late middle-aged adults. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2012;303(8):R791-8.
22. Miranda C, Ibacache P, Opazo E, Rojas J, Cano M. Uso de la cinética del consumo de oxígeno para la evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes con obesidad. *Rev Med Chile*. 2018;146:15-21.
23. Neunhaeuserer D, Gasperetti A, Savalla F, Gobbo S, Bullo V, Bergamin M, et al. Functional Evaluation in Obese Patients Before and After Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg*. 2017;27(12):3230-9.

24. Grassi B. Oxygen uptake kinetics: Why are they so slow? And what do they tell us? *J Physiol Pharmacol.* 2006;57 Suppl 10:53-65.
25. Simoneau JA, Kelley DE. Altered glycolytic and oxidative capacities of skeletal muscle contribute to insulin resistance in NIDDM. *J Appl Physiol* (1985). 1997;83(1):166-71.
26. Koppo K, Bouckaert J, Jones AM. Effects of training status and exercise intensity on phase II $\dot{V}O_2$ kinetics. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):225-32.
27. Whipp BJ, Rossiter HB, Ward SA. Exertional oxygen uptake kinetics: a stamen of stamina? *Biochemical Society transactions.* 2002;30(2):237-47.
28. Ba A, Bregeon F, Delliaux S, Cisse F, Samb A, Jammes Y. Cardiopulmonary response to exercise in COPD and overweight patients: relationship between unloaded cycling and maximal oxygen uptake profiles. *Biomed Res Int.* 2015;2015:378469.
29. Sietsema KE. Oxygen uptake kinetics in response to exercise in patients with pulmonary vascular disease. *Am Rev Respir Dis.* 1992;145(5):1052-7.
30. Regensteiner JG, Bauer TA, Reusch JE, Brandenburg SL, Sippel JM, Vogelsong AM, et al. Abnormal oxygen uptake kinetic responses in women with type II diabetes mellitus. *J Appl Physiol* (1985). 1998;85(1):310-7.
31. Pattanakuhar S, Pongchaidecha A, Chattipakorn N, Chattipakorn SC. The effect of exercise on skeletal muscle fibre type distribution in obesity: From cellular levels to clinical application. *Obes Res Clin Pract.* 2017;11(5s1):112-32.
32. Ciolac EG, Greve JA. Exercise-induced improvements in cardiorespiratory fitness and heart rate response to exercise are impaired in overweight/obese postmenopausal women. *Clinics.* 2011;66(4):583-9.
33. Blaak EE. Basic disturbances in skeletal muscle fatty acid metabolism in obesity and type 2 diabetes mellitus. *Proc Nutr Soc.* 2004;63(2):323-30.
34. Arena R, Cahalin LP. Evaluation of cardiorespiratory fitness and respiratory muscle function in the obese population. *Prog Cardiovasc Dis.* 2014;56(4):457-64.

Obesity vs. Whole-body-fat and myocardial infarction risk prediction. Body fat percentage is better indicator

Ángel Martín Castellanos^{1,2}, Pedro Martín Castellanos^{1,3}

¹Centro de Medicina Deportiva. Cáceres. ²Departamento de Anatomía. Grupo de Investigación en Bio-Antropología y Ciencias Cardiovasculares. Universidad de Extremadura. Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional. Cáceres. ³Centro de Atención Primaria. Cáceres.

Recibido: 19.09.2018

Aceptado: 21.12.2018

Summary

Objective: Our aim was to realize an anthropometric analysis to identify both the association and plausibility of measurements and indicators of general obesity and whole-body fat on the risk prediction for myocardial infarction (MI) in men.

Material and method: A case-control study in 244 European men aged 30-74 years was conducted. We measured weight, height, waist and hip perimeters and skinfolds: triceps, subscapular and supraspinal, according to standardized protocols. We calculated the areas under the ROC curves, the odds ratios and correlations for indicators.

Results: Body mass index (BMI) [AUC: 0.687, 95% CI (0.619-0.715); OR: 3.5]. Waist circumference (WC) [AUC: 0.742, 95% CI (0.679-0.805); OR: 5.9]. Waist-to-height ratio (WHtR) [AUC: 0.780, 95% CI (0.721-0.839); OR: 8.4]. Endomorphy [AUC: 0.721, 95% CI (0.656-0.785); OR: 2.4]. Body fat percentage (%BF) [AUC: 0.774, 95% CI (0.714-0.834); OR: 10.2]. Lean body mass (LBM) [AUC: 0.490, 95% CI (0.413-0.568); OR: 1]. BMI correlated with %BF (0.84), endomorphy (0.80), WC (0.69), WHtR (0.72) and LBM (0.65). WHtR correlated with WC (0.97), %BF (0.92), endomorphy (0.62) and LBM (0.32). %BF correlated with WC (0.86) and endomorphy (0.78). The correlations between WHtR and body fat-associated indicators were strong (all $r \geq 0.62$, $p < 0.001$).

Conclusions: In MI men, body fat-associated indicators show different discriminative ability. BMI-defined obesity presents moderate discrimination and anthropometric association bias that do not lent support their suitability as risk predictor. Abdominal adiposity and whole-body fat percentage show the highest discriminative abilities and robust anthropometric reasons related with the true biological risk. We defend the use of WHtR as concept of risk volume and individual visceral adiposity for the early identification of adult men at risk of myocardial infarction.

Key words:

Obesity. Myocardial infarction.
Anthropometric indicator.
Body fat. Cardiometabolic risk.
Risk prediction.

Obesidad vs. grasa corporal total y predicción de riesgo de infarto. El porcentaje de grasa corporal es mejor indicador

Resumen

Introducción: Nuestro objetivo era realizar un análisis por antropometría para identificar la asociación y plausibilidad de mediciones e indicadores de obesidad general y grasa corporal total en la predicción de riesgo de infarto en varones.

Material y método: estudio caso-control en 244 varones de 30 a 74 años de edad. Medimos peso y talla, perímetros de cintura y cadera, y pliegues de triceps, subescapular y supraespinal, según protocolos estandarizados. Obtuvimos las áreas bajo la curva ROC y las odds ratios para la asociación de indicadores.

Resultados: índice de masa corporal (IMC) [ABC: 0,687, 95% CI (0,619-0,715); OR: 3,5]. Circunferencia de cintura (CC) [ABC: 0,742, 95% CI (0,679-0,805); OR: 5,9]. Índice cintura-talla (ICT) [ABC: 0,780, 95% CI (0,721-0,839); OR: 8,4]. Endomorfía [ABC: 0,721, 95% CI (0,656-0,785); OR: 2,4]. Porcentaje de grasa corporal (GC%) [ABC: 0,774, 95% CI (0,714-0,834); OR: 10,2]. Masa magra (MM) [ABC: 0,490, 95% CI (0,413-0,568); OR: 1]. IMC correlacionó con GC% (0,84), endomorfía (0,80), CC (0,69), ICT (0,72) y MM (0,65). ICT correlacionó con CC (0,97), GC% (0,92), endomorfía (0,62) y MM (0,32). GC% correlacionó con CC (0,86) y endomorfía (0,78). Las correlaciones entre ICT y los indicadores asociados a la grasa corporal fueron fuertes (todas $r \geq 0,62$, $p < 0,001$).

Conclusiones: En los varones infartados, los indicadores asociados a la grasa corporal muestran diferente capacidad discriminativa. El IMC presenta moderada discriminación y sesgos de asociación antropométrica que no avalan su idoneidad como predictor de riesgo. La obesidad abdominal y el porcentaje de grasa corporal muestran las mayores capacidades discriminativas y robustas razones antropométricas relacionadas con el verdadero riesgo biológico. Nosotros defendemos el uso del índice cintura-talla como concepto de volumen de riesgo y adiposidad visceral individual para la temprana identificación de varones adultos en riesgo de infarto de miocardio.

Palabras clave:

Obesidad. Infarto de miocardio.
Indicador antropométrico.
Grasa corporal.
Riesgo cardiometabólico.
Predicción de riesgo.

Trabajo premiado con el Accésit a la Mejor Comunicación Oral presentada al XVII Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. Toledo 29 de noviembre a 1 de diciembre de 2018.

Correspondencia: Ángel Martín Castellanos
E-mail: angelmartincastellanos@gmail.com

Introduction

Obesity is a public health problem with high prevalence in Spain and worldwide^{1,2}. Adiposity is associated with several diseases, including cardiovascular disease as the leading cause of morbidity and mortality worldwide². Coronary heart disease represents 31.2% of cardiovascular mortality in Spanish men³. Body mass index (BMI) has been associated with myocardial infarction (MI) in Europe and worldwide⁴⁻⁷ but in spite of its wide use does not provide accurate information on the whole-body fat percentage (%BF) and fat distribution. Thus, accurate estimation of the body fat distribution is highly relevant from a public health perspective, an aspect that has been endorsed by the American Heart Association Obesity Committee⁸. Technological methods for assessing whole-body fat such as dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) can support the criterion of a more accurate evaluation; however, it is impractical in clinical settings. The diagnosis of BMI-defined obesity is the failure to consider the impact of real adiposity on MI risk prediction⁵⁻⁷. Further, BMI has been found as a worse index than %BF to diagnose obesity in patients with coronary disease or acute coronary syndrome^{9,10}. Evidence is accumulating in support of the anatomical distribution of adipose tissue as strong indicator of coronary heart disease and mortality¹¹⁻¹³. Equally, our study previously published supports the anatomical distribution of adipose tissue as strong indicator of risk in proving the different biological risk for both visceral and subcutaneous adipose tissue¹⁴. From the INTERHEART and Norwegian studies, waist-to-hip ratio (WHR) is confirmed as a strong indicator to explain MI and risk attributable to obesity^{5,6}. However, we have revealed statistical error bias for WHR-associated risk if the cutoff were not biologically equivalent with other indicators such as waist circumference (WC) and waist-to-height ratio (WHtR)¹⁴. Equally, we have described the anthropometric reasons that do not lend support WHR-associated risk unlike WHtR^{7,10,14}. Additionally, in the same study of body composition by somatotyping we have warned about the spurious risk attributed to both BMI and WHR, being very important to know that in the MI-associated risk the role of each component as metabolic mediator is well different for each one¹⁴.

Although a wide variety of anthropometric methods to estimate body composition in adults has been developed without taking into account hip dimension¹⁵, WHR derived from cross-sectional and prospective larger studies^{5,6} is still very considered even without keeping in mind our revelations^{7,14}. In addition, WHtR has been described as the best predictor of %BF and visceral adipose tissue mass (by DXA) in Caucasian individuals¹⁶, and in a recent study, relative fat mass (RFM) as new indicator of %BF, founded on WHtR inverse, also has been validated by DXA in European-American adult individuals¹⁷. We know that BMI-defined obesity is associated to MI beyond other cardiovascular risk factors but provide poor discriminative performance^{5,7,14}. Maybe this indicator used as proxies of obesity may not have the validity relative to use of a standard method of reference to assess real adiposity of risk.

Our aim was to assess the relative importance of measurements, general obesity, relative fatness, %BF and other classic indicators on the MI risk prediction in a sample of European men. We evaluated the discriminative ability by comparing the Receiver Operating Curves (ROC). Furthermore, we determined the correlations between anthropometric indicators in differentiating those that estimate body fat-associated risk

by measuring total body weight, subcutaneous and visceral adipose tissue, and %BF.

Material and method

Study participants were recruited from a Hospital Complex in the Health Area of Caceres in Spain. Cases were selected from a post-myocardial infarction Cardiac Rehabilitation Program. The minimum sample size for calculating was of 91 cases and at least 1 control per case, with an obesity exposition for adult population of 22%, a level of safety of 0.99 and a statistical power of 0.99. The odds ratio (OR) to detect was of 3. A sample of 244 subjects, men of European ethnicity, aged 30-74 years, from 2012 database and new additions during 2018 was evaluated. Cases data were collected in the first fitting days after hospital diagnosis. Exclusion criteria were nonage, physical disability or any chronic disease. One control age-matched (± 5 years) was recruited per case at two Health Centers (60%), a wellness center (20%) and a department of workers of the State General Administration (20%). Exclusion criteria for controls were identical to those described for cases, with the additional criterion that controls had no previous diagnosis of coronary disease or history of exertional chest pain.

All subjects signed an informed consent approved by the Ethical Committee of the Hospital, according to the principles of the Declaration of Helsinki and Data Protection.

Anthropometric measures

Measurements were made according to standard international protocols^{18,19}. Weight was measured (kg) wearing light underwear. Height was measured (cm) without shoes and the head was positioned in the Frankfort plane. Skinfolts (mm): triceps, subscapular and supraspinale were measured on the right side. WC and hip circumference were measured to the nearest 0.1 cm. WC was determined in a horizontal plane in the perimeter passing through the navel and just above the uppermost lateral border of the right iliac crest at the midaxillary line, and at the end of a normal expiration. HC was measured at the maximum perimeter around the buttocks with feet together and without gluteus contraction. Technical error of measurement for each dimension with an anthropometric tolerance for skinfolts about 5%, for perimeters 1%, and for height and weight 0.5%, was calculated.

BMI dividing body weight by square height (kg/m^2), WHR and WHtR (waist, hip and height in cm) were calculated. BMI ≥ 25 -29.9 was defined as overweight and ≥ 30 as general obesity. Endomorphy rating was calculated according to the Heath-Carter Instruction Manual²⁰. The equation to calculate endomorphy was:

$$\text{Endomorphy} = -0.7182 + 0.1451(X) - 0.00068(X^2) + 0.0000014(X^3).$$

Where X = (sum of triceps, subscapular and supraspinale skinfolts) \times (170.18/height).

Rating on endomorphy component of 0.5 to 2.5 was considered low, 3 to 5 were moderate, and 5.5 to 7 were high. RFM as %BF was calculated according to the formula from Woolcott and Bergman for men: $64 - (20 * \text{height (m)}/\text{WC (m)})$ ¹⁷. Lean body mass (LBM) was calculated by subtracting body fat mass (BFM) of total body weight: $\text{LBM} = \text{weight} - \text{BFM (kg)}$. BFM is the transformation from %BF to unit of mass = $\text{RFM} * 100/\text{weight (kg)}$.

Statistical analysis

Data were computed using SPSS® software (version 20.0 IBM for Windows). Descriptive statistics as means, standard deviations are provided. Normal distributions were assessed using Kolmogorov Smirnov test. Student -test as parametric and Chi-square as no parametric test were applied to establish differences. Bivariate analysis was used for calculating Pearson’s correlation coefficients (r). Sensitivity and specificity by ROC analysis were assessed. The total area under the curve (AUC) was tested with no parametric differences and their values were used for identifying the strength of association for each indicator. The cutoff were defined there where sensitivity plus specificity was the highest. The odds ratio (OR) of prevalence of indicators according to different cutoff was calculated by using contingency tables and binary logistic regression analysis. The confidence interval was set at 95% in all cases. A value of p <0.01 was considered significant.

Results

Baseline anthropometric indicators are shown in Table 1. The main anthropometric indicators present significant differences. Both indicators of general obesity and abdominal obesity show strongly differences with level of significance. Indicators measured by skinfolds (endomorph) as well as %BF also show significant differences. Only LBM and HC do no show anthropometric differences (p = 0.8, p= 0.2 respectively).

The AUC to establish the differences between groups were calculated according to sensitivity and specificity at each point of the ROC curve (Table 2). It is worth noting that an inferior limit less than 0.5 included in the confidence interval would indicate lack of association.

The cut-off point, sensitivity, specificity, OR and confidence interval for risk indicators are shown (Table 3). The different ROC curve patterns are plotted in Figure 1 and 2. The correlation coefficients for the main variables in MI men are given in Table 4. BMI correlated with endomorphy, LBM and %BF (0.80, 0.65 and 0.84 respectively). The correlations for WHtR with WC, endomorphy, LBM and %BF were 0.97, 0.62, 0.32 and

Table 2. Analysis ROC for the association of anthropometric indicators in myocardial infarction men.

Anthropometric variables	AUC	Error	95% CI	p
BMI	0.687	0.034	0.619-0.715	<0.001
BFM	0.721	0.033	0.657-0.785	<0.001
WC	0.742	0.033	0.679-0.805	<0.001
WHtR	0.780	0.030	0.721-0.839	<0.001
Inverse WHtR	0.220	0.030	0.161-0.279	<0.001
LBM	0.490	0.039	0.413-0.568	0.808
Endomorphy	0.721	0.033	0.656-0.785	<0.001
%BF	0.774	0.030	0.714-0.834	<0.001

AUC: Area under the curve; BF: Body fat; BFM: Body fat mass; BMI: Body mass index; LBM: lean body mass; WC: waist circumference; WHtR: Waist-to-height ratio. p: Significance level.

0.92 respectively. WHtR was notably correlated with body fat-associated risk indicators. LBM correlated strongly with BMI and weakly with both skinfold and central obesity variables (all r <0.5).

Discussion

Our study shows that indicators proxies of adiposity are associated to MI men with different discriminative ability. Previous studies have shown the association of both general and abdominal obesity with MI although BMI-defined obesity and WHR have presented statistical error bias on their predictive ability^{4-7,14}. In addition, statistical association for any indicator is not the same as epidemiological causality and implicit risk. Therefore, some anthropometric indicators could show confusing in its true putative risk¹⁴. To our knowledge, the anthropometric risk associated to MI would depend on body fat-associated risk rather than the indicators may be responsible for all or much of the statistical association. In this line, BMI does not discriminate between musculoskeletal

Table 1. Baseline anthropometric indicators of the study participants.

Variable	MI (n=122)	95% CI	Control (n=122)	95% CI	p
Age (years)	53.8 ± 9.8	52.07 – 55.5	51.7 ± 9.5	50.1 – 53.5	0.09
Height (cm)	169.4±7.3	168.1 – 170.7	173.5 ± 6.8	172.3 – 174.8	<0.01
HC (cm)	99.1 ± 13.1	96.8 – 101.5	97.5 ± 6.4	96.3 – 98.6	0.21
BMI (kg/m ²)	28.5 ± 4.0	27.7 – 29.2	25.2 ± 3.4	25.6 – 26.8	<0.01
WC (cm)	101.6 ± 20.7	97.9 – 105.3	91.3 ± 10.2	89.4 – 93.1	<0.01
WHR	1.02 ± 0.13	0.9 – 1.04	0.93 ± 0.06	0.92 – 0.95	<0.01
WHtR	0.60 ± 0.12	0.57 – 0.62	0.52 ± 0.06	0.51 – 0.53	<0.01
Endomorphy	4.6 ± 1.2	4.3 – 4.8	3.6 ± 0.9	3.4 – 3.8	<0.01
%BF	29.8±4.6	28.9 – 30.6	25.5±4.0	24.8 – 26.3	<0.01
BFM (kg)	36.8±5.1	35.8 – 37.7	32.6 – 4.8	31.7 – 33.4	<0.01
LBM (kg)	45.0±16.4	42.1 – 48.0	46.4±14.5	43.8 – 49	0.8

Abbreviations: BF: Body fat; BFM: Body fat mass; BMI: Body mass index; HC: Hip circumference; LBM: Lean body mass; MI: Myocardial infarction; WC: waist circumference; WHR: Waist-to-hip ratio; WHtR: Waist-to-height ratio. p: Significance level.

Table 3. Cut-off points, sensitivity, specificity and odds ratio for the association between anthropometric indicators and myocardial infarction men.

Variables	Cut-off point	Sensitivity	Specificity	OR	95% CI	p
BMI (kg/m ²)	≥30	0.322	0.918	3.5	2.3-10.3	<0.001
WC (cm)	≥94.4	0.711	0.605	5.9	3.4-10.3	<0.001
WHtR	≥0.54	0.777	0.746	8.4	4.7-15.1	<0.001
LBM	45.5	0.492	0.459	1	0.6-1.2	<0.001
%BF	27.2	0.769	0.754	10.2	5.7-18.5	0.8
Endomorphy	≥3.9	0.682	0.581	2.4	1.4-4.2	<0.001
BFM	33.3	0.694	0.607	3.9	2.3-6.8	<0.001

BF: Body fat; BFM: Body fat mass; BMI: Body mass index; LBM: Lean body mass; WC: Waist circumference; WHtR: Waist-to-height ratio; p: significance level.

Table 4. Correlations between anthropometric variables of European men with myocardial infarction (N = 122).

Variables	BMI	WC	WHR	WHtR	Endo	%BF	LBM
BMI	1	0.69(*)	0.69(*)	0.72(*)	0.80(*)	0.84(*)	0.65(*)
WC	0.69(*)	1	1	0.97(*)	0.59 (*)	0.86(*)	0.49(*)
WHR	0.52(*)	0.76(*)	0.76(*)	0.75(*)	0.48 (*)	0.79(*)	0.24(*)
WHtR	0.72(*)	0.97(*)	0.97(*)	1	0.62(*)	0.92(*)	0.32(*)
Endo	0.80(*)	0.59 (*)	0.59 (*)	0.62(*)	1	0.78(*)	0.45(*)
%BF	0.84(*)	0.86(*)	0.86(*)	0.92(*)	0.78(*)	1	0.30(*)
LBM	0.65(*)	0.49(*)	0.49(*)	0.32(*)	0.45(*)	0.30(*)	1

Data are correlation coefficients.

BF: Body fat; BMI: Body mass index; Endo: Endomorphy; LBM: Lean body mass; WC: Waist circumference; WHR: Waist-to-hip ratio; WHtR: Waist-to-height ratio;

*Correlation is significant at the .01 level.

Figure 1. Graph representing of the ROC curves for calculated indicators. AUC denotes area under the curve, BF body fat, BMI body mass index, LBM lean body mass and WHtR waist-to-height ratio.

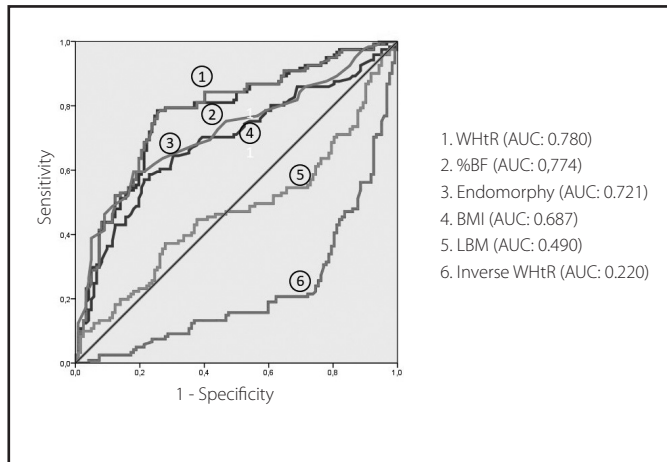
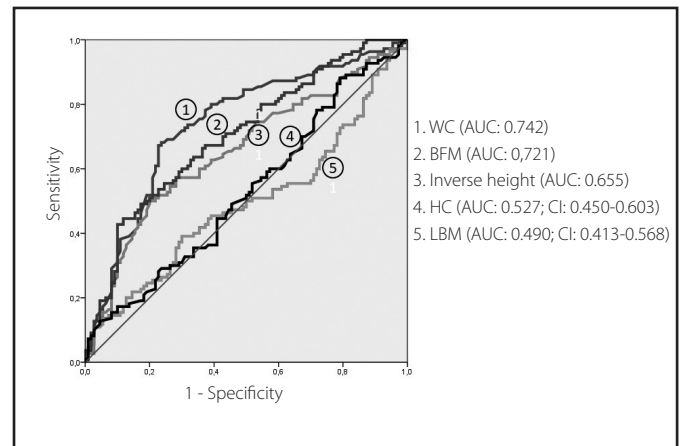


Figure 2. Graph representing of the ROC curves for simple indicators and others represented by units of mass. AUC denotes area under the curve, BFM body fat mass, LBM lean body mass, HC hip circumference and WC waist circumference.



component and body fatness in attributing partially a spurious risk to mesomorphy component¹⁴. Thus, BMI in depending on various components (muscle, bone, fat and residual mass) it underestimates abdominal obesity risk. Moreover, whether LBM does not show discriminative ability BMI provides an association bias beyond of BFM-associated risk. Our study is in agreement with previous study about body composition by somatotyping¹⁴, and we can prove the different discriminative association between BMI-defined obesity and %BF by measuring WC and height. Equally, relative body fatness (expressed by endomorphy) in measuring three skinfolds, shows moderate discrimination according to somatotype of MI patients^{7,14}. These observations could confirm the

different biological risk for both visceral and subcutaneous fat depots what is in agreement with body composition and high prevalence of %BF-defined obesity in coronary disease men^{9,10,14}. Additionally, in the Spanish thesis from the Complutense University of Madrid¹⁰, %BF estimated from four skinfold thickness (method of Durnin-Womersley)¹⁵ presented clear higher prevalence than BMI-defined obesity. In this study, %BF mean value (27.4 ±4.5) was lesser than RFM mean of the present study. This is important, since subcutaneous adipose tissue is less deleterious than intra-abdominal fat accumulation, which influences cardiometabolic processes and atherosclerotic coronary events risk^{5-7,9,11-14,21-25}.

Our study supports the anatomical distribution of adipose tissue as notable risk predictor although all variables with WC measurements shown higher discrimination than indicators with skinfolds distribution or body fat associated to body weight. In strict anthropometric sense WC as proxy of abdominal obesity is the true focal component of risk to relate adiposity and coronary risk and mortality in European men^{11-14,21,23-28}. At time, in a recent research, WC has been found as the only metabolic syndrome component independently associated with left ventricular global longitudinal strain impairment²⁹. Strain by echocardiography is an advanced cardiological technique that seems to be an independent predictor long-term risk of cardiovascular morbidity and mortality³⁰. In this line, we have exposed the role of WC and height as physical dimensions in relation to a body volume index through WHtR^{7,14}. Thus, our data strengthen the ability of WHtR to predict MI risk actually being WC and height measurements the founded anthropometric basis for estimating %BF¹⁷. In our results, %BF shows the same discriminative power as WHtR actually drawing inverse WHtR the same reciprocal ROC curve as %BF but associated to status of healthy controls. The question is the scientific deduction, %BF comes from equations of statistical models and WHtR provides an index of biological risk volume by unit of height, with too little - too much dependence on LBM - visceral adiposity^{7,14}. To our knowledge, this is the first time that anthropometrically-predicted %BF provide a clear discriminative association by using ROC analysis.

On the other hand, the differences of associated risk between simple measurements or unit of measure (e.g. length, mass) such as WC, height, HC, and body weight, BFM and LBM are the fundamental anthropometric key for the understanding of the true risk for each compound indicator. Our findings are in agreement with previous studies^{7,14} and it strengthen statistical bias in research for BMI and WHR. Both indicators depend at time on peripheral body fat (with lesser discriminative risk) and LBM (without associated risk) in underestimating abdominal obesity. Anthropometric evidence supports that HC does not influence body composition but vice versa and WHR in showing a spurious risk would be misleading on the risk association¹⁴.

According to our reasoning, the validity for any indicator depends on strength of their formula to reflect body fat-associated risk although keeping in mind the discriminative ability as well as epidemiological causality and real risk equivalence from each biological measurement¹⁴. Therefore, anthropometric evaluation will have more strength with those formulas that properly may translate a higher, verifiable, and plausible biological risk. In our results, WHtR and %BF show the highest real discriminative abilities although conceptually are different. We have proposed WHtR as risk volume concept where WC and inverse height (associated risk factors) always would be proportional to the individual biological risk¹⁴. However, %BF in spite of being a more intuitive concept, in depending on other statistical numerical variables could not translate the whole and true biological risk.

Lastly, our results provide critical perspectives on cardiovascular research related with obesity classification criteria. In MI risk prediction, we defend WHtR-associated risk as the best classification criteria, at least in adult men. Anyway, a pending question in research is to determine validated geographic region-specific and ethnicity-specific cutoff values for both WHtR and anthropometrically predicted %BF.

One limitation of our study is that the cross-sectional design did

not allow showing long-term epidemiological causality between MI and associated risk indicators. Another limitation is that our results cannot be generalized by the sample size. Despite this, thousands of subjects are not needed for the interpretation about an anthropometric profile similar to those of other from large studies. The new data referenced help to better understanding a profile related with obesity and %BF on MI risk prediction. The relevance of these results extends the knowledge for the large number of infarcted people whose degree of BMI-defined obesity or %BF measured by anthropometry could be very close to our values. Future studies should confirm this possibility.

Conclusions

In MI men, body fat-associated indicators show different discriminative ability. BMI-defined obesity presents moderate discrimination and anthropometric association bias that do not lent support their suitability as risk predictor. Abdominal adiposity and whole-body fat percentage show the highest discriminative abilities and robust anthropometric reasons related with the true biological risk. We defend the use of WHtR as concept of biological risk volume and individual visceral adiposity for the early identification of men at risk of myocardial infarction.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

1. WHO. Obesity and overweight; 2014 [updated June 2016]. [Web page]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en>. Accessed Feb 12, 2018
2. Aranceta-Batrina J, Pérez-Rodrigo C, Alberdi-Aresti G, Ramos-Carrera N, Lázaro-Masedo S. Prevalencia de obesidad general y obesidad abdominal en la población adulta española (25-64 años) 2014-2015: estudio ENPE. *Rev Esp Cardiol*. 2016; 69: 579-87.
3. Instituto Nacional de Estadística. Causas de defunción. 2016. Madrid: INE; 2017. Available in: <http://www.ine.es/inebase/index.html>. Accessed Mar 15, 2018
4. Lassale C, Tzoulaki I, Moons KGM, Sweeting M, Boer J, Jhonsan L, et al. Separate and combined associations of obesity and metabolic health with coronary heart disease: a pan-European case-cohort analysis. *Eur Heart J*. 2018;39(5):397-406.
5. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commenford P, et al. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27,000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet*. 2005;366:1640-9.
6. Egeland GM, Igland J, Vollset SE, Sulo G, Eide GE, Tell GS. High population attributable fractions of myocardial infarction associated with waist-hip ratio. *Obesity*. 2016;24(5):1162-9.
7. Martín-Castellanos A, Cabañas-Armesilla MD, Barca-Durán FJ, Martín-Castellanos P, Gómez-Barrado JJ. Obesity and risk of Myocardial Infarction in a Sample of European Males. Waist To-Hip-Ratio Presents Information Bias of the Real Risk of Abdominal Obesity. *Nutr Hosp*. 2017;34(1):88-95.
8. Cornier MA, Després JP, Davis N, Grossniklaus DA, Klein S, Lamarche B, et al. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011; 124(18):1996-2019. Available in: <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e318233bc6a>. Accessed 14 Sep 2018.
9. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Jensen MD, Thomas RJ, Squires RW, et al. Diagnostic performance of body mass index to detect obesity in patients with coronary artery disease. *Eur Heart J*. 2007;28(17):2087-93.
10. Martín-Castellanos A. Estudio sobre el perfil antropométrico, la composición corporal y el somatotipo en pacientes con síndrome coronario agudo en el área de salud de Cáceres. Tesis doctoral. Universidad Complutense. Madrid, España, 2014. <https://ucm.on.worldcat.org/oclc/1026112318>.
11. National Cholesterol Education Program (NCEP). Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel

- III). Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III) final report. *Circulation*. 2002;106:3143-421.
12. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Doanto KA, *et al*. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*. 2009;120(16):1640-5.
 13. Brown JC, Harhay MO, Harhay MN. Anthropometrically-predicted visceral adipose tissue and mortality among men and women in the third national health and nutrition examination survey (NHANES III). *Am J Hum Biol*. 2017;29:e22898.
 14. Martín-Castellanos A, Cabañas MD, Martín-Castellanos P, Barca-Durán FJ. The body composition and risk prediction in myocardial infarction men. Revealing biological and statistical error bias for both general obesity and waist-to-hip ratio. *Card Res Med*. 2018; 2: 13-20. Available in: http://www.globalaccesspub.com/journals/cardiovascular_research_and_medicine_articles_in_press. Accessed 30 Aug 2018
 15. Alvero JR, Cabañas MD, Herrero A, Martínez L, Moreno C, Porta J. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE). Versión 2010. *Arch Med Deporte*. 2010; XXVII (139): 330-44.
 16. Swainson MG, Batterham AM, Tsakirides C, Rutherford ZH, Hind K. Prediction of whole-body fat percentage and visceral adipose tissue mass from five anthropometric variables. *PLoS One*. 2017;12(5):e0177175.
 17. Woolcott OO, Bergman RN. Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage. A cross-sectional study in American adult individuals. *Scientific Reports*. 2018;8(1):10980.
 18. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, De Ridder H. International standards for anthropometric assessment. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. ISAK. Lower Hutt, New Zealand; 2011. pp. 50-3, 83-85.
 19. National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). Anthropometry procedures manual 2007. Available in: http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_07_08/manual_an.pdf.
 20. Carter JEL. The Heath-Carter Anthropometric Somatotype Instruction Manual. Department of Exercise and Nutritional Sciences. San Diego State University: San Diego CA; 2002. p.15.
 21. Gruson E, Montaye M, Kee F, Wagner A, Bingham A, Ruidavets JB, *et al*. Anthropometric assessment of abdominal obesity and coronary heart disease risk in men: the PRIME study. *Heart*. 2010;96(2):136-40.
 22. Zeng Q, Dong S-Y, Sun X-N, Xie J, Cui Y. Percent body fat is a better predictor of cardiovascular risk factors than body mass index. *Braz J Med Biol Res*. 2012;45(7):591-600.
 23. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2012;13(3):275-86.
 24. Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, Covas MI, Corella D, Arós F, *et al*. PREDIMED Study Investigators. Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet. *N Engl J Med*. 2013;368(14):1279-90.
 25. Gavriilidou NN, Pihlsgard M, Elmstahl S. Anthropometric reference data for elderly Swedes and its disease related pattern. *Eur J Clin Nutr*. 2015;69(9):1066-75.
 26. Guasch-Ferré M, Bulló M, Martínez-González MÁ, Corella D, Estruch R, Covas MI, *et al*. Waist-to-Height Ratio and Cardiovascular Risk Factors in Elderly Individuals at High Cardiovascular Risk. *PLoS ONE*. 2012;7(8):e43275.
 27. Savva SC, Lamnisis D, Kafatos AG. Predicting cardiometabolic risk: waist-to-height ratio or BMI. A meta-analysis. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2013;6:403-19.
 28. Song X, Jousilahti P, Stehouwer CD, Söderberg S, Onat A, Laatikainen T, *et al*. Comparison of various surrogate obesity indicators as predictors of cardiovascular mortality in four European populations. *Eur J Clin Nutr*. 2013;67(12):1298-302.
 29. Cañón-Montañez W, Santos ABS, Nunes LA, Pires JCG, Freire CMV, Ribeiro ALP, *et al*. Central obesity is the key component in the association of metabolic syndrome with left ventricular global longitudinal strain impairment. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2018; 71(7):524-30.
 30. Biering-Sørensen T, Biering-Sørensen SR, Olsen FJ, Sengeløv M, Jørgensen PG, Mogelvang R, *et al*. Global longitudinal strain by echocardiography predicts long-term risk of cardiovascular morbidity and mortality in a low risk general population: The Copenhagen City Heart Study. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2017;10:e005521.

La recuperación parasimpática tras el esfuerzo como medida de carga de trabajo

José F. Ruso Álvarez, Claudio Nieto

Universidad Pablo de Olavide. Sevilla.

Recibido: 20.09.2018

Aceptado: 21.12.2018

Resumen

En la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), la RMSSD (raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes) es el indicador de actividad parasimpática más utilizado en el deporte. Su recuperación tras un esfuerzo puede ser un buen indicador de carga de trabajo, pero existe cierta controversia sobre cómo utilizarla y sobre su relación con la intensidad o el volumen.

Tras una prueba de esfuerzo máxima para determinar umbrales ventilatorios (VT1 y VT2), 14 hombres físicamente activos realizaron dos pruebas separadas por 48-72 horas. En la primera, corrieron durante 20 minutos a velocidad de VT1. En la segunda, corrieron a velocidad de VT2 un tiempo en el que el producto de intensidad por duración fuese el mismo que el VT1 (calentamiento 5 minutos). En las 2 sesiones, medimos la VFC durante 10 minutos en reposo y hasta 10 minutos posterior al ejercicio, en posición sentado, con un dispositivo Polar V-800. Se registró la percepción subjetiva del esfuerzo en escala de Borg. Se calculó la RMSSD obteniendo la pendiente formada por los valores de los 10 minutos de recuperación (Slope-10).

Durante el ejercicio, se produjo una caída muy significativa ($p < 0,001$) de la RMSSD idéntica en ambas pruebas. Todos los valores de recuperación se mantuvieron significativamente por debajo de los de reposo, siendo superiores en VT1 respecto a VT2. Los valores de Slope-10 fueron de 1,51 en VT1 y 0,34 en VT2, correlacionando inversamente con la escala de Borg ($r = -0,63$). La reducción parasimpática producida por una carga de trabajo es independiente del tipo de trabajo realizado. La recuperación del sistema parasimpático es inversa a la intensidad. La pendiente de recuperación de la RMSSD es un buen indicador de carga interna.

Palabras clave:

Variabilidad de la frecuencia cardíaca.
Carga de trabajo. RMSSD.

Parasympathetic recovery after effort as a measure of work load

Summary

In the Heart Rate Variability (HRV), the RMSSD (root mean square of the successive differences between adjacent RR intervals in ms) is the most used indicator of parasympathetic activity in sport. Its recovery after an effort can be a good indicator of workload but there is some controversy about how to use it and its relationship with intensity or volume.

After a maximum stress test to determine ventilatory thresholds (VT1 and VT2), 14 physically active men performed two separate tests for 48-72 hours. In the first one, subjects ran for 20 minutes to VT1 speed. In the second one, subjects ran to VT2 speed a time in which the product of intensity per duration was the same as VT1 (5 minutes warming-up). In both sessions, we measured the HRV during 10 minutes at rest and up to 10 minutes after the exercise, in a sitting position, with a Polar V-800 device. The subjective perception of effort on the Borg scale was recorded.

The RMSSD was calculated obtaining the slope formed by the values of the 10 minutes of recovery (Slope-10).

During the exercise, there was an identical and very significant fall ($p < 0,001$) of RMSSD in both tests. All recovery values remained significantly below those at rest, being higher in VT1 compared to VT2. Slope-10 values were 1.51 at VT1 and 0.34 at VT2, inversely correlating with the Borg scale ($r = -0,63$).

The parasympathetic reduction produced by any workload is independent of the type of work performed. The recovery of the parasympathetic system is inverse to the intensity of the work done. The recovery slope of the RMSSD is a good indicator of internal load.

Key words:

Heart Rate Variability.
Workload. RMSSD.

Trabajo premiado con el Premio a la Mejor Comunicación Oral presentada al XVII Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. Toledo 29 de noviembre a 1 de diciembre de 2018

Correspondencia: José F. Ruso Álvarez
E-mail: joserusoalvarez@gmail.com

Introducción

El uso de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) en el campo del deporte y de la actividad física se ha extendido en los últimos años por tratarse de una herramienta no invasiva que permite evaluar la modulación simpática y parasimpática^{1,2}.

Por otra parte, el control de la carga de entrenamiento en los deportistas³ es actualmente uno de los principales retos de investigación en entrenamiento y varios autores han propuesto la VFC como un método válido para evaluar la respuesta individual a una carga de trabajo (TL)^{4,5}. Sin embargo, todavía hay discrepancias metodológicas y algunos resultados discordantes como para poder extraer conclusiones claras aplicables de forma sencilla al control del entrenamiento.

La metodología más utilizada es la medición de la VFC inmediatamente después del ejercicio para valorar la forma en la que se recuperan los valores. Sin embargo, no existe una metodología de trabajo, existiendo estudios en laboratorio⁶⁻⁹ junto a otros que valoran sesiones completas de entrenamiento^{4,5,10,11} o sesiones diseñadas específicamente en campo¹².

Tampoco hay uniformidad en cuanto a las variables medidas, habiendo autores que utilizan variables del dominio del tiempo^{6,10,13}, otros del dominio de la frecuencia¹⁴ y otros ambas¹⁵⁻¹⁷.

Al analizar la respuesta de la VFC tras una carga de ejercicio, la mayoría de los estudios se centran en los efectos de la intensidad^{14,16-18}, aunque algunos trabajos muestran cambios en relación con la duración del esfuerzo¹⁹ y otros con ambos aspectos⁷.

En resumen, aunque no hay un acuerdo absoluto ni una metodología uniforme, parece predominar en la bibliografía la idea de que: a) las variables del dominio del tiempo ofrecen menos discrepancias que las del dominio de frecuencias²⁰; b) lo más útil es explorar varias intensidades de esfuerzo^{7,16,17}; c) la recuperación inmediata de las variables parasimpáticas (especialmente la RMSSD o su logaritmo natural) está condicionada principalmente por la intensidad del ejercicio¹.

Sin embargo, en la bibliografía revisada no se ajustan estas variables (intensidad y volumen) para que la carga obtenida sea la misma, con lo que no hay información respecto al comportamiento de la VFC frente a la TL en su conjunto.

Por otra parte, de los comportamientos observados post ejercicio no se extraen índices útiles que puedan aplicarse de forma fácil en el día a día para controlar la respuesta a las cargas de entrenamiento. En este sentido, aunque se han descrito algunos índices^{6,8}, su aplicación no muestra datos coherentes ni se ha impuesto en el uso cotidiano.

Por eso, este estudio se centra en analizar la respuesta de la RMSSD a dos trabajos de diferente intensidad y duración, pero con la misma TL; con el objetivo de diseñar un índice de recuperación basado en la RMSSD que sea de utilidad en la valoración de deportistas.

Material y método

En el estudio participaron 14 hombres sanos, físicamente activos y no fumadores (edad $20,93 \pm 1,38$ años; peso $75,34 \pm 10,07$ kg; talla $178,04 \pm 5,83$ cm; VO_{2max} $49,33 \pm 3,93$ ml · kg⁻¹ · min⁻¹).

Siguiendo las indicaciones generales de la *Task Force*² se advirtió a todos los sujetos de que no tomaran bebidas alcohólicas y/o que

contuvieran cafeína, además de abstenerse de realizar actividad física durante las 24 h previas a cada test.

A cada sujeto se le realizó un interrogatorio médico para descartar que estuvieran recibiendo tratamientos o padecieran desórdenes cardiovasculares o de cualquier otro tipo que pudieran incidir o alterar el estado del sistema nervioso autónomo. Todos los sujetos fueron informados del procedimiento a seguir y dieron su consentimiento por escrito para participar en el experimento. El Comité de Ética aprobó el estudio, que siguió todos los principios expresados en la Declaración de Helsinki.

La duración total del experimento fue de 2 semanas, realizando 3 sesiones separadas entre sí por 48-72h, aproximadamente a la misma hora del día $10:00 (\pm 2$ h) y manteniendo unas condiciones ambientales estables (temperatura y humedad).

En la primera sesión, se cumplimentó un cuestionario de antecedentes en cada sujeto y se les midió el peso y la talla. Se realizó una prueba de esfuerzo cardiopulmonar incremental y máxima en tapiz rodante Ergo Run Medical 8 (Daum Electronic; Fürth, Germany) siguiendo un protocolo escalonado con una carga inicial de 7 km/h, con inclinación de 1%, durante 3 minutos y aumentos de 1 km/h cada minuto hasta el agotamiento. La prueba se realizó con un ergoespirómetro Breezesuit CPX (Medical Graphics; St. Paul, Minnesota, USA) calibrado antes de cada medición. Los datos de ventilación fueron obtenidos respiración a respiración a partir de un flujómetro de diferencia de presión y las fracciones inspiratoria y espiratoria de O₂ y CO₂ a partir de un analizador de célula galvánica y de infrarrojos respectivamente.

A los efectos de este estudio, una vez finalizada cada prueba se determinó la posición de los umbrales ventilatorios (VT1 y VT2) siguiendo la técnica ventilatoria propuesta por Skinner y Mclellan²¹ y se anotó la velocidad correspondiente a cada umbral. Igualmente se determinó el VO_{2max} y la velocidad aeróbica máxima (VAM) como referencia.

En la segunda sesión, cada sujeto corrió durante 20 minutos a la velocidad del VT1 de forma constante y sin calentamiento previo, dada la baja intensidad.

En la tercera sesión, cada sujeto corrió a la velocidad del VT2 de forma constante durante un tiempo que se estableció de forma que el producto de intensidad por duración fuera el mismo que en el VT1. Esta prueba estuvo precedida de un calentamiento de 5 minutos al 60% de la VAM de cada uno de los sujetos.

De esta forma se aseguraba que ambas pruebas correspondían a la misma TL, que en cada sesión se calculó como el producto de la intensidad (velocidad) por el volumen (tiempo)²⁰. Al expresar la velocidad en km/h y el tiempo en horas, la TL queda expresada como la distancia recorrida en kilómetros.

En las sesiones 2 y 3 se colocó un pulsómetro V800 Polar con una banda torácica H10 HR Sensor (Polar Inc., Kempele, Finland) desde 10 minutos previos a la prueba hasta 10 minutos después de finalizada la misma para realizar mediciones de VFC. Todas las mediciones pre y post ejercicio se hicieron en posición sentado y en un ambiente tranquilo y silencioso. Para ello, en todas las sesiones el sujeto debía sentarse inmediatamente al terminar la prueba (sin recuperación activa) para realizar la medición de la recuperación.

Las series de tiempo RR se descargaron mediante la aplicación Polar FlowSync (versión 2.6.2) para ser analizadas con el software Kubios VFC (Versión 2.1, University of Eastern Finland, Kuopio, Finland).

En cada sesión se tomaron los últimos 5 minutos del registro de reposo (rep.) y del ejercicio (ejer.). En el caso de los 10 minutos de recuperación las mediciones se dividieron en dos periodos de 5 minutos (rec. 5 y rec. 10).

Con la finalidad de desarrollar una metodología sencilla y fácil de utilizar en situaciones reales de evaluación de deportistas, se optó por utilizar para el análisis una sola variable de estado parasimpático. En este sentido, y de acuerdo con la bibliografía, se calculó en el dominio de tiempo² la RMSSD, por ser la más utilizada en la valoración de la actividad parasimpática^{20,22}.

Cada registro analizado fue examinado previamente para detectar la posible presencia de artefactos y latidos anómalos, procediendo en caso necesario a aplicar los filtros correspondientes.

En cada sesión de ejercicio se registró la percepción subjetiva del esfuerzo mediante la escala de Borg 1-10²³.

Para comparar con estos algoritmos, y con la finalidad de proponer un índice de recuperación basado en la VFC, hemos calculado la pendiente de recuperación de los valores de la RMSSD a lo largo de los 10 minutos y a partir del valor final del ejercicio para cada una de las intensidades realizadas en el experimento (VT1 y VT2). Se elaboró así un índice al que denominamos Slope-10 con la finalidad de que pudiera ser aplicado sin dificultad en situaciones de valoración real.

Análisis estadístico

En primer lugar, se realizó un estudio descriptivo de forma que todos los datos están presentados mediante la media y desviación estándar. Posteriormente se realizaron pruebas de contraste de hipótesis. En primer lugar, se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad de las distribuciones. A continuación se aplicó el Test de Levene para comprobar la igualdad de varianzas y, al tratarse de más de dos distribuciones independientes, se aplicó un ANOVA utilizando como prueba *post-hoc* el test de Games-Howell. Para descartar la hipótesis nula se utilizó como nivel de significación una $p < 0,05$ para un nivel de confianza del 95%.

Para analizar las relaciones entre las pendientes propuestas y otras variables de carga, se realizó un análisis de correlación de Pearson.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 15.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL).

Resultados

En la Tabla 1 se muestran los datos de intensidad (velocidad), duración y TL, así como los valores de la escala de Borg para las dos pruebas.

La Tabla 2 muestra los valores de RMSSD medidos en reposo, en los últimos 5 minutos de ejercicio y a lo largo de la recuperación. Se muestran los valores de p comparando cada dato con el valor de reposo y los de recuperación con el ejercicio.

No hubo diferencias significativas en los valores basales de VFC entre las pruebas. Se observan diferencias significativas en la RMSSD en todos los minutos de recuperación a las 2 intensidades con respecto al reposo.

En la Figura 1 se muestran de forma comparativa los datos de la RMSSD y su evolución durante las dos pruebas realizadas. En esta figura los valores de p muestran las diferencias entre las dos intensidades de

Tabla 1. Características de los test.

	VT1	VT2
Velocidad (km/h)	10,24 ± 1,44	13,71 ± 0,89
Tiempo (h)	0,33 ± 0	0,22 ± 0,05
TL (km)	3,43 ± 0,48	3,43 ± 0,88
Borg (1-10)	3,93 ± 0,92	7,57 ± 1,74

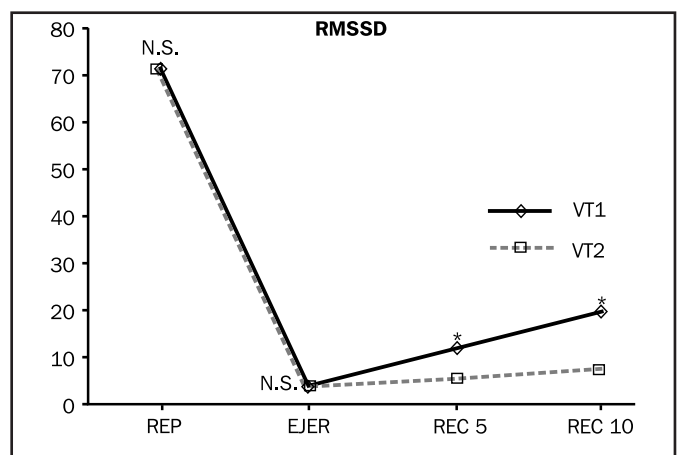
VT1: primer umbral ventilatorio; VT2: segundo umbral ventilatorio; TL: carga de trabajo.

Tabla 2. Valores de RMSSD en los test.

		RMSSD	
		VT1	VT2
REP	Media	71,24	71,15
	DE	31,22	21,69
EJER.	Media	3,92	4,26
	DE	1,11	0,83
	p (rep.)	0,000	0,000
REC. 5	Media	12,21	5,15
	DE	7,77	2,02
	p (rep.)	0,000	0,000
	p (ejer.)	0,025	0,782
REC. 10	Media	19,56	7,69
	DE	10,33	4,58
	p (rep.)	0,001	0,000
	p (ejer.)	0,001	0,184

RMSSD: raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes en ms; VT1: primer umbral ventilatorio; VT2: segundo umbral ventilatorio; Rep: reposo; Ejer: ejercicio; Rec: recuperación; DE: desviación estándar.

Figura 1. Evolución de los valores de RMSSD en los test.



RMSSD: raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes en ms; VT1: primer umbral ventilatorio; VT2: segundo umbral ventilatorio; Rep: reposo; Ejer: ejercicio; Rec: recuperación. NS: no significativo.

ejercicio. Se observa que en los valores de RMSSD no hay diferencias entre las dos pruebas ni en reposo ni en ejercicio. Sin embargo, durante toda la recuperación hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambas pruebas.

Tabla 3. Valores de la pendiente de recuperación de la RMSSD.

	Min	Slope-10 Med	Max
VT1	0,64	1,51	2,49
VT2	0,10	0,34	0,72

RMSSD: raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes en ms; VT1: primer umbral ventilatorio; VT2: segundo umbral ventilatorio; MIN: mínimo; MED: medio; MAX: máximo.

En la Tabla 3 se muestran los valores medios, mínimos y máximos de Slope-10 para ambas cargas de ejercicio.

El índice Slope-10 presenta un coeficiente de correlación de Pearson (r) de 0.37 con la TL, de -0.63 con la escala de Borg, -0.16 con el VO_{2max} a VT1 y -0.11 con el VO_{2max} a VT2.

Discusión

El principal hallazgo de este estudio es que la reducción parasimpática producida por una misma carga de trabajo es independiente del tipo de trabajo realizado, mientras que la recuperación del sistema nervioso autónomo depende de la intensidad del trabajo.

La RMSSD sufre una caída importante en sus valores con independencia de la intensidad y de la duración del ejercicio (Figura 1), por tanto, podemos afirmar que la supresión del estímulo parasimpático durante el esfuerzo físico es total con independencia de la intensidad realizada, siempre que la TL sea la misma. Sin embargo, una vez comenzada la recuperación vemos un aumento progresivo de los valores de la RMSSD que es significativamente más rápido cuando la intensidad es más baja (VT1). Otros estudios también encuentran que a intensidades más bajas la recuperación de la RMSSD es mucho más rápida^{1,6,14,16,17}.

No obstante, en estos estudios no se toman las intensidades en función de los umbrales sino como porcentaje de la FCmax, ni se ajusta la intensidad a la duración^{7,19} como hemos hecho nosotros con las cargas de VT1 y VT2 para obtener así la misma TL.

Dado que la RMSSD recupera más rápido cuanto menor es la intensidad y que esto se traduce en una pendiente diferente para cada situación, entendemos que el valor numérico de esa pendiente puede ser un buen indicador de la facilidad de recuperación y, por tanto, de la carga interna que supone el trabajo realizado. Es decir, a mayor pendiente de recuperación, menor carga interna. Para ello, hemos valorado esa pendiente en los primeros 10 min de recuperación (Slope-10) tratando de buscar un indicador fácil de medir en situación real tras los entrenamientos.

Cuando estas pendientes se compararon con la escala de Borg, que es otro indicador habitual de carga interna, se encontró que correlacionaban bien y de forma inversa ($r=-0,63$). La Tabla 3 muestra los valores de Slope-10 que cabría esperar como referencia para cada una de las intensidades exploradas.

En conclusión, la reducción del estímulo parasimpático es independiente del tipo de trabajo realizado y su recuperación depende de

la intensidad del trabajo. La pendiente de recuperación de la RMSSD parece ser un buen indicador de la carga de trabajo interna.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Stanley J, Peake JM, Buchheit M. Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: Implications for training prescription. *Sport Med.* 2013;43:1259–77.
- Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J.* 1996;17:354–81.
- Bourdon PC, Cardinale M, Murray A, Gastin P, Kellmann M, Varley MC, et al. Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12:161–70.
- Pichot V, Roche F, Gaspoz JM, Enjolras F, Antoniadis A, Minini P, et al. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1729–36.
- Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kinnunen H, Tulppo MP. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *Eur J Appl Physiol.* 2007;101:743–51.
- Goldberger JJ, Le FK, Lahiri M, Kannankeril PJ, Ng J, Kadish AH, et al. Assessment of parasympathetic reactivation after exercise. *Am J Physiol Circ Physiol.* 2006;290:2446–52.
- Kaikkonen P, Hynynen E, Mann T, Rusko H, Nummela A. Can HRV be used to evaluate training load in constant load exercises? *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:435–42.
- Saboul D, Balducci P, Millet G, Pialoux V, Hautier C. A pilot study on quantification of training load: The use of HRV in training practice. *Eur J Sport Sci.* 2016;16:172–81.
- Kaikkonen P, Hynynen E, Mann T, Rusko H, Nummela A. Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112:829–38.
- Plews DJ, Laursen PB, Kilding AE, Buchheit M. Heart Rate Variability and Training Intensity Distribution in Elite Rowers. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9:1026–32.
- Schumann M, Botella J, Karavirta L, Häkkinen K. Training-load-guided vs standardized endurance training in recreational runners. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12:295–303.
- Seiler S, Haugen O, Kuffel E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: Intensity and duration effects. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1366–73.
- de Oliveira TP, de Alvarenga Mattos R, da Silva RBF, Rezende RA, de Lima JRP. Absence of parasympathetic reactivation after maximal exercise. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2013;33:143–9.
- Kaikkonen P, Nummela A, Rusko H. Heart rate variability dynamics during early recovery after different endurance exercises. *Eur J Appl Physiol.* 2007;102:79–86.
- Buchheit M, Gindre C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2006;291:451–8.
- Michael S, Jay O, Halaki M, Graham K, Davis GM. Submaximal exercise intensity modulates acute post-exercise heart rate variability. *Eur J Appl Physiol.* 2016;116:697–706.
- Casonatto J, Tinucci T, Dourado AC, Polito M. Cardiovascular and autonomic responses after exercise sessions with different intensities and durations. *Clinics.* 2011;66:453–8.
- Cottin F, Médigue C, Leprêtre PM, Papelier Y, Koralsztein JP, Billat V. Heart Rate Variability during Exercise Performed below and above Ventilatory Threshold. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:594–600.
- Michael S, Jay O, Graham KS, Davis GM. Longer exercise duration delays post-exercise recovery of cardiac parasympathetic but not sympathetic indices. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117:1897–906.
- Halson SL. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sport Med.* 2014;44:139–47.
- Skinner JS, McLellan TH. The Transition from Aerobic to Anaerobic Metabolism. *Res Q Exerc Sport.* 1980;51:234–48.
- Buchheit M, Laursen PB. Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. *Am J Physiol Circ Physiol.* 2007;293:133–41.
- Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982; 14:377–81.

Anthropometric profile and estimation of competition weight in elite judokas of both genders

Alicia S. Canda

Servicio de Antropometría. Centro de Medicina del Deporte. AEPSAD. Consejo Superior de Deportes.

Recibido: 23.01.19

Aceptado: 18.02.19

Summary

Introduction: The aim of the research is to define the anthropometric profile of judokas by gender and weight categories and to estimate the most suitable competition weight according to their physical constitution using regression equations.

Methods: An cross-sectional retrospective anthropometric study was carried out on three hundred and eighteen judokas when their weight was no more than 5% over the limit stipulated for their category, 187 males and 131 females, in all seven weight categories; mean age was 22.5 ± 3.4 years (18-37 years). The anthropometric profile included forty-two direct variables. Their body composition was assessed by estimating the percentage of fat, muscle mass and theoretical minimal weight (TMW) and somatotype. Multiple linear regression equations were developed with each type of variable (lengths, breadths, girths) and in combination as predictors of body weight.

Results: Significant differences ($p < 0.05$) were established in the anthropometric profile between the male and female samples and between the different weight categories within each gender. Only 2.4% of the judokas were at their TMW at the moment of the study. In males, height and 4 breadths (A-P chest, biiliocristal, femur and bimalleolar) explained 86.8% of the weight variation and 98.3% when girths were added, with an SEE of 4.2 and 1.5 kg, respectively. Among women, height and 3 breadths (A-P chest, biacromial and femur) gave 87.3% and, with girths, 97.9%, with an SEE of 3.3 and 1.3 kg, respectively.

Conclusions: In competition, judokas do not reduce the percentage of fat to the minimum and will lose weight at the expense of lean component. The regression equations developed may be useful to advise the most suitable weight category according to the anthropometric characteristics.

Key words:

Judo. Weight loss. Minimal weight. Anthropometry. Regression analysis.

Perfil antropométrico y estimación del peso de competición en judocas de elite de ambos sexos

Resumen

Introducción: Definir el perfil antropométrico del judoca por sexos y categorías de peso y estimar el peso de competición más adecuado según la constitución física mediante ecuaciones de regresión.

Métodos: Se realizó un estudio retrospectivo del control antropométrico de trescientos dieciocho judocas cuando su peso no excedía al 5 % del estipulado para su categoría, incluyendo 187 varones y 131 mujeres, de las siete categorías de peso, edad media de $22,5 \pm 3,4$ años (18-37 años). El perfil antropométrico incluyó cuarenta y dos variables directas. Se valoró la composición corporal, estimándose el porcentaje de grasa, la masa muscular y el peso mínimo teórico (PMT) y el somatotipo. Se desarrollaron las ecuaciones de regresión lineal múltiple con cada tipo de variable (longitudes, diámetros, perímetros) y en combinación como variables predictoras del peso corporal.

Resultados: Se establecieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el perfil antropométrico entre las muestras masculina y femenina y dentro de cada sexo entre las diferentes categorías de peso. Sólo el 2,4% de los judocas se encontraba en el PMT en el momento del estudio. En varones, la talla y 4 diámetros (A-P de tórax, biiliocrestal, fémur y bimalleolar) explicaron el 86,8% de la variación del peso y añadiendo perímetros el 98,3%, con un Se de 4,2 y 1,5 kg respectivamente. En las mujeres, talla y 3 diámetros (A-P de tórax, biacromial and fémur) el 87,3% y con perímetros el 97,9%, con un Se de 3,3 y 1,3 kg respectivamente.

Conclusiones: El judoca en competición no baja al porcentaje de grasa mínimo y perderá peso a expensas del componente magro. Las ecuaciones de regresión desarrolladas pueden servir para aconsejar según las características antropométricas la categoría de peso más adecuada.

Palabras clave:

Judo. Pérdida de peso. Peso mínimo. Antropometría. Análisis de regresión.

Correspondencia: Alicia S. Canda

E-mail: alicia.canda@aeapsad.gob.es ; acandamoreno@yahoo.es

Introduction

Weight categories have been established in combat sports in order to promote balanced competition for athletes of different sizes and to ensure the safety of participants. The athletes wish to lower their body weight as far as possible to compete in a lower weight category and thus have an advantage. Because of this, very serious health problems sometimes arise, as the fast weight loss methods to reach that minimum often use different techniques that produce dehydration and consequential hyperthermia.

In the United States, following three cases of deaths among wrestlers in 1977, the National College Athletics Association (NCAA)¹, began a programme involving professionals at all levels. The measures adopted include the establishment, at the start of the season, of the weight category in which each wrestler can compete according to their physique.

In judo, competitions are divided into seven weight categories, with differences in both functional capacity and body composition as well as in technical-tactical aspects between competitors in different categories²⁻⁴. Effective bout time is 4 minutes, with predominance of the oxidative system, although decisive actions will depend on the anaerobic system⁵⁻⁷. Their physical condition will require high values of maximum strength, aerobic and anaerobic capacity^{3,8,9}.

The body composition of judokas is of great importance not only to achieve those functional capacities but also to conform to the most suitable weight category. In judo competition is, the official weigh-in takes place the day before the bout, and random controls may be carried out subsequently, at which up to 5% more than the wait for the category is allowed¹⁰. In principle, this would give more margin for athletes to think about the possibility of compensating their dehydration and the loss of energy deposits and facilitate fast weight loss practices. In 2010, Artioli *et al.* proposed a regulation for judo similar to that of wrestling (NCAA) incorporating a hydration test at the official weigh-in prior to the bout¹¹.

The aim of our study was to define anthropometric profiles of judokas for each weight category, both males and females, and to develop regression equations in order to estimate body weight based on anthropometric variables in order to provide guidance about the most suitable weight category according to their physique.

Material and method

A retrospective study was conducted on the judokas attending for assessment between 1993 and 2016, including Caucasians over 18 years of age. For each judoka, the control at which his or her body weight was closest to the competition category weight was chosen. Subsequently, we excluded those with the body weight more than 5% above that of the category. The sample finally comprised 318 athletes, 187 males (V) and 131 females (M), with a mean age of 22.5 ± 3.4 years (18-37 years), in training for 12.2 ± 5.1 years for 5.4 ± 0.8 days a week and 3.2 ± 1 hours a day at the moment of the study. Their distribution by categories was as follows: males < 60 kg (V1, n=28), < 66 kg (V2, n=33), < 73 kg (V3, n=42), < 81 kg (V4, n=32), < 90 kg (V5, n=25), < 100 kg (V6, n=14), > 100 kg (V7, n=13); females: < 48 kg (M1, n=24), < 52 kg (M2, n=19), < 57 kg (M3, n=18), < 63 kg (M4, n=30), < 70 kg (M5, n=23), < 78 kg (M6, n=8), > 78 kg (M7, n=9).

The protocol included 42 variables: general measurements (weight, height, sitting height and arm span), girths (head, neck, shoulders, chest, waist, hip, arm relaxed, arm flexed and tensed, forearm, wrist, thigh, mid-thigh, calf and ankle), bone breadths (biacromial, A-P chest depth and transverse chest, iliocrestal, bitrochanteric, bi-styloid wrist, biepicondylar humerus, biepicondylar femur, bimalleolar ankle), lengths (upper arm, forearm, hand, thigh, tibial height, and foot) and skinfolds (pectoral, iliac crest, supraspinal, abdominal, subscapular, biceps, triceps, front thigh and medial calf).

The material used was: scales, Seca brand; stadiometer, measuring table for seated position, bone calibrator and body fat calliper, Holtain brand; large calliper with curved arms and anthropometer from GPM Siber Hegner Machinery Limited; and an anthropometry tape, Roscraft brand. The anthropometrist, qualified to level III by the ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry), observed this society's standards¹², except for the variables of shoulders¹³ and mid-thigh girth¹⁴.

The body composition was assessed by means of: skinfold profile; sum of 8 skinfolds (all those in the protocol except for the pectoral skinfold); percentage of fat estimated using modified equations by Lohman¹⁵ (males), Slaughter¹⁶ (females) and Withers¹⁷ (both samples), fat weight; lean or fat-free weight; muscle mass using Lee's equation¹⁴ (% and kg/m²); and muscular cross-sectional areas (CSA), arm, thigh and calf, using Heymesfield equations¹⁸. The theoretic minimal weight (TMW)¹⁹ was estimated and set, in males, for a 7% fat percentage according to Lohman's equation and 14% in females using Slaughter's equation. The somatotype was calculated using the Heath-Carter method²⁰.

Prior to the study, athletes signed an informed consent form and the work was conducted in accordance with the ethical standards of the Helsinki Declaration.

In order to determine the difference between genders, the Mann-Whitney U test was applied. Comparison between weight categories was by ANOVA (Tukey HSD subsets). The correlation and linear regression (stepwise method) was analysed for each gender between the weight and the rest of the anthropometric variables, excluding athletes in the last category (> 78 kg and > 100 kg). Values were considered statistically significant with a $p \leq 0.05$. The software used was Excel and SPSS Statistics.

Results

Body composition and somatotype are shown in Tables 1 and 2. Male judokas have a lower value for the skinfold profile, sum of skinfolds, percentage of fat and fat weight; and a larger height, weight, lean and muscular component both in percentage terms and in kg/m² than the females ($p = 0.015$ in subscapular skinfold, $p = 0.002$ in pectoral skinfold and $p < 0.0001$ in the rest of the variables).

In the comparison by weight categories for both the male and the female samples, there are significant differences $p < 0.0001$ in body composition. In terms of skinfolds, the greatest differences between groups were established in the supraspinal and abdominal skinfolds of males; and the least difference was seen in the medial calf. In the case of the women, however, the differences established were smaller due to the greater range in each category, with those in M7 always showing

higher values that significantly differentiated them from the rest (except with V6 in the whole profile and V5 in the values for the lower limbs). In terms of fat percentages, four sub-groups can be established among the males (V1-V4, V3-V5, V6, and V7) and three among the women (V1-V4, V4-V6, and V7). In terms of lean weight, there are as many subgroups defined as there are weight categories in both the male and female samples. And with respect to muscle weight kg/m², three subgroups existed in males (V1-V3, V3-V6, V7) and in females (V1-V5, V3-V6, V6-V7).

Muscle development at the level of the arm, thigh and calf (CSA) was greater in males (p < 0.0001) compared to females. By weight category, the CSA also gave significant differences (p < 0.0001) in each sample. The CSA values in males indicate that judokas in one category may have similar values to those of the category immediately below them. In women, however, there is more overlap between groups, with coincidences in more than two categories.

The mean somatotype for judokas was dominant mesomorphic located in balanced mesomorph in males and in endomorphic mesomorph in females. Males had a lower endomorphic component and a larger mesomorphic component than females (p < 0.0001), with similar levels of ectomorphism. By weight categories, the judoka somatotype is fundamentally different if the extreme categories are compared. In males, endomorphism was greater in V6 V7; mesomorphism was lower in V1 V3; and ectomorphism was less in V4 V7 and greater in V1 V2. Three categories were classified as balanced mesomorph (V1, V3 and V4), two as ectomorphic mesomorph (V2 and V5) and two as endomorphic

mesomorph (V6 and V7). Among the females, endomorphism and mesomorphism were greater in V7; and ectomorphism lower in V6 V7. Endomorphic mesomorph occurred in five categories (V1, V4 V7) and balanced mesomorph in two (V2 and V3). The somatocharts (Figure 1) represent the mean somatotype and the somatotype for each weight category in both samples.

Table 3 shows the estimated TMW if the judokas had the theoretical minimum body fat percentage and maintained their current lean weight; and the difference in this value with its real weight, in absolute terms (kg) and as a percentage.

The correlation between the bodyweight and the rest of the direct variables was significant with p<0.0001, except for pectoral skinfold (0.05) and biceps (0.01) in the women. The greatest correlation in lengths was height (R²= 0.840 and R²= 0.847). In bone breadths, biepicondylar femur (R²= 0.800 and R²= 0.826). In girths, hip girth (R²= 0.913 and R²= 0.910). Lastly, in skinfolds, the coefficients are lower with the largest among males being abdominal (R²= 0.590) and triceps among women (R²= 0.470).

If we estimate bodyweight by simple regression exclusively on the basis of height (in cm), weight (kg) is found to be equal to:

Males: (height*1.230) - 141.250 (R²=0.706, SEE=6.2 kg).

Females: (height*1.004) - 104.187 (R²=0.718, SEE=4.8 kg).

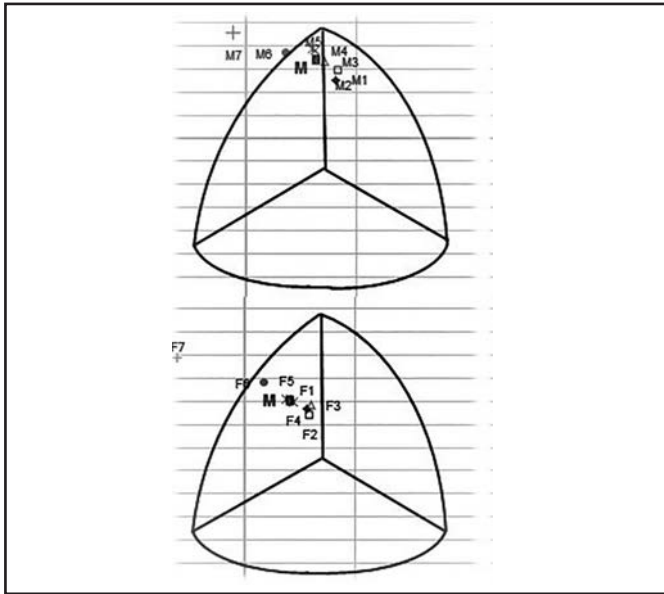
Tables 4 and 5 show the different multiple linear regression models, first independently with each type of variable (lengths, breadths, girths) and then combining them by selecting those with the lowest estimation

Table 1. Body composition and somatotype in the total male sample and by weight categories (m±SD).

	Total n=187	-60 kg n= 28	-66 kg n = 33	-73 kg n = 42	-81 kg n=32	-90 kg n =25	-100 kg n =14	+100 kg n =13
Weight (kg)	78.9±15.7	60.9±1.2	66.9±1.2	73.5±1.9	80.6±1.9	90.1±2	98.4±3	118.7±8.4
Height (cm)	177.6±8.6	166.5±4.2	172.5±5.6	175.2±3.5	178.8±3.6	185.4±3.6	188.7±4.6	191.9±4.3
Profile Skinfolds (mm)								
Chest	5.2±2.2	4.2±0.7	4.1±0.7	4.7±0.9	4.8±0.9	5.4±1.4	6.3±1.4	10.6±4.4
Iliac crest	10.3±6.1	7.4±2.2	7.1±1.9	8.7±2.4	9.3±2.8	10.6±3.1	15.4±5.9	26.5±8.9
Supraspinale	7.8±4.4	5.8±1.2	5.6±1.0	6.4±1	7±1.6	7.9±2.5	11.1±4	20±7.3
Abdominal	10.6±7.2	6.9±2.0	6.8±1.9	8.2±2.6	9.3±2.9	11.4±5.1	16.9±6.6	30.9±7.3
Subscapular	9.9±3.9	8.2±1.6	7.8±1.7	8.6±1.5	9.3±1.2	10.1±2.2	13.6±3.1	20±6.1
Biceps	3.7±1.3	3.2±0.5	3.1±0.4	3.4±0.5	3.6±0.4	3.9±0.6	3.8±0.5	7.2±2.8
Triceps	7.8±3.5	6.3±1.4	6.1±1.4	7±1.6	7.5±2	7.6±1.5	10.6±3.1	16.2±6.2
Front thigh	10.3±4.6	8.1±1.8	8.2±1.9	9.1±2.5	9.5±2.3	11.2±3	13.4±3.6	21.7±8.1
Medial calf	7.1±4.1	5.6±1.2	5.6±1.5	5.8±1.3	6.5±1.8	6.8±2.1	9.2±4	17.4±8.7
∑ 8 Skinfolds (mm)	67.5±32.3	51.6±9.8	50.3±9.2	57.2±10	61.9±12.2	69.7±16.8	93.8±22.3	160±44.5
% fat by E. Lohman	10.9±4.1	8.9±1.3	8.6±1.3	9.6±1.5	10.3±1.7	11.2±2.4	14.8±3.2	22.5±4.7
Minimum weight from the Lohman (kg)	75±11.6	59.6±1.4	65.7±1.5	71.4±2.1	77.8±2.4	86±2.8	90.2±4.4	98.7±6.1
% fat by E. Withers	10.1±4.7	7.9±1.3	7.7±1.3	8.6±1.4	9.3±1.8	10.4±2.4	13.8±3.1	23.6±7
Fat weight by E. Withers (kg)	8.6±6.6	4.8±0.8	5.1±0.9	6.3±1.1	7.5±1.4	9.4±2.2	13.5±3.1	28.3±10
Lean weight by E. Withers (kg)	70.3±10.7	56.1±1.3	61.7±1.3	67.2±1.9	73.1±2.3	80.8±2.6	84.9±4	90.4±7.4
Muscle mass. % by E. Lee	46.6±3.3	49.6±2.0	48.4±2.1	47.5±2	46.5±1.9	45.3±1.7	43.3±2.4	39.8±4.4
Muscle mass. kg/m ² by E. Lee	11.5±1.0	10.9±0.7	10.9±0.9	11.4±0.8	11.7±0.6	11.9±0.7	12±0.9	12.8±1.6
Cross-sectional areas (cm ²)								
CSA Arm	67.8±13.5	53.1±5.5	57.2±6.6	65.3±7	71.1±7.7	78.7±6.1	81.2±10	90.9±15.2
CSA Thigh	205.1±33.4	171.2±15.0	182.6±16.7	196.2±16.7	209.8±14	225.8±19.4	238.6±23.4	276.4±33
CSA Calf	103.7±16.0	86.7±8.3	93.6±8.2	99±8	108.1±8.1	114.6±8	119±10.7	132.6±21.8
Somatotype								
Endomorphy	2.4±1.0	2±0.5	1.8±0.5	2.1±0.4	2.2±0.5	2.3±0.6	3.2±0.8	4.9±1.3
Mesomorphy	6.4±1.0	5.7±0.7	5.9±1.0	6.2±0.9	6.6±0.7	6.7±0.7	6.8±0.9	8±1.2
Ectomorphy	1.9±0.9	2.4±0.7	2.5±1.0	2±0.6	1.7±0.5	1.7±0.6	1.4±0.6	0.5±0.4

Significant between-group differences, p < 0.0001.

Figure 1. Somatochart. M, sample mean. Distribution from seven weight categories: M1-M7 males and F1-F7 females.



error. In the male sample, height and 4 breadths (A-P chest, biiliocrystal, femur and bimalleolar) explain 86.8% of the variation in weight and 98.3% when girths are added, with an SEE of 4.2 and 1.5 kg respectively.

In the female sample, height and 3 breadths (A-P chest, biacromial and femur) explain 87.3% and 97.9% when girths are added, with an SEE of 3.3 and 1.3 kg respectively.

Discussion

The study has been conducted on a wide sample of male and female judokas representing the different weight categories, all members of high-level Spanish teams and while they were at competition weight. The sample included finalists from the Olympic Games, World and European Championships²¹. The anthropometric profile for the valuation of judokas by genders and weight categories is provided as a reference. There is sexual dimorphism and intra-category dimorphism in the anthropometric characteristics of judokas as has been mentioned by other authors. Furthermore, these differences are reflected both in the competition and in judo fitness tests²²⁻²⁶.

As judo is a sport in which competitors are divided by weight categories, it is necessary to identify the most appropriate weight for each participant. In practice, the tendency is to choose the lowest possible bodyweight in order to maximize the advantages potentially provided by a greater physique and muscle mass. In judo, methods for fast weight loss are extremely prevalent²⁷⁻³⁰ and may affect both health and performance³¹⁻³⁴. In order to determine the athletes' weight category, use is often made of the theoretical minimal weight (TMW)

Table 2. Body composition and somatotype in the total female sample and by weight categories (m±SD).

	Total n = 131	-48 kg n = 24	-52 kg n = 19	-57 kg n = 18	-63 kg n = 30	-70 kg n = 23	-78 kg n = 8	+78 kg n = 9
Weight (kg)	62.4±12.1	48.8±1.1	52.8±0.9	57.2±1.2	63±1.6	70.5±1	78.4±1.8	92.6±5.5
Height (cm)	164.3±7.7	154.1±3.4	158.6±4.3	162.9±3.6	166.3±3	171.7±5	173.8±5.1	172.5±3.4
Profile Skinfolds (mm)								
Chest	5.8±2.4	4.8±1.1	5±1.7	5.3±1.5	5.5±1.4	5.6±1.4	6±1	12.2±3.2
Iliac crest	12.2±6.0	9.2±2.6	9.3±3.4	9.4±3.2	12.3±3.6	12.5±4.4	14.9±4.6	28.3±5.4
Supraspinale	9.3±5.0	7.1±1.7	7.1±2.2	7.3±2.2	8.5±3	9.6±3.5	11.1±3.1	23.7±5.7
Abdominal	13.5±7.4	9.7±3.4	10.3±3.8	10.7±4.4	12.6±4.7	15.2±7.3	16.7±6.9	31±7.2
Subscapular	11.1±5.5	9.2±3.1	8.7±2	8.5±1.4	10.7±2.2	11.1±3.1	12.8±3.7	27.2±7.6
Biceps	5.0±2.2	4.2±1.3	4.5±1.3	4.4±1	4.9±1.2	4.4±1	6.2±2.7	10.2±4
Triceps	13.7±5.6	10.8±3.2	11.2±3.7	11.2±2.5	13.4±2.7	14.4±4	16.6±5.3	28.1±6.2
Front thigh	20.7±7.6	16.4±5.6	18.2±5.3	17.4±4	20.6±4.3	22.7±5.9	23±7.3	38±9.4
Medial calf	12.7±5.8	9.7±3.4	10.5±3.7	10.1±2.5	12.1±2.8	13.6±4.4	16.1±5.7	26.7±8.1
∑ 8 Skinfolds (mm)	98.2±39.9	76.2±17.7	79.8±22.4	79±14	95.2±15.8	103.4±22.8	117.3±33	213.3±40.6
% fat by E. Slaughter	21.8±6.6	18.6±3.5	18.5±4	18.5±2.7	21.8±2.8	22.5±4.3	25±5.3	39.9±7.1
Minimum weight from the Slaughter (kg)	56.1±7.5	46.2±2	50±2.4	54.2±2.2	57.3±2.3	63.5±3.5	68.3±3.8	64.5±6.1
% fat by E. Withers	18.7±4.8	15.9±3	16.1±3.6	16.2±2.3	18.8±2.2	19.7±3.6	21.8±4.3	31±3.2
Fat weight by E. Withers (kg)	12.1±5.7	7.8±1.5	8.5±2	9.2±1.3	11.9±1.5	13.9±2.6	17.1±3.6	28.8±4.4
Lean weight by E. Withers (kg)	50.3±7.3	41.1±1.6	44.3±1.8	47.9±1.7	51.2±1.8	56.6±2.6	61.3±2.4	63.8±2.9
Muscle mass % by E. Lee	40.9±3.6	44±2.4	41.8±2.9	42.8±1.9	41.1±1.9	39.2±2.5	37.9±2.5	33±2.4
Muscle mass kg/m ² by E. Lee	9.3±0.7	9.1±0.7	8.8±0.5	9.2±0.6	9.4±0.8	9.4±0.7	9.8±0.4	10.3±0.7
Cross-sectional areas (cm ²)								
CSA Arm	46.4±9.1	38.5±4.3	38.9±6	45.1±5.7	47.5±7.8	51.4±7	58.3±5.9	58.6±7.3
CSA Thigh	156.5±25.1	135.2±13.9	136.1±10.8	152.0±14.1	158.6±17.1	163.4±14.5	193.1±9.1	208.3±19.7
CSA Calf	81.7±12.3	70.4±7.7	70.6±7.4	79.2±7.9	85.4±7.2	90.0±10.2	91.3±9.7	97.6±11.8
Somatotype ¹⁸								
Endomorphy	3.5±1.3	3.0±0.7	2.9±0.9	2.9±0.6	3.4±0.7	3.5±0.9	4.0±1.1	7.0±1.2
Mesomorphy	5.2±1.1	4.8±0.7	4.5±0.7	4.9±0.9	5.2±0.8	5.2±0.9	5.8±1.1	7.8±1.2
Ectomorphy	2.0±0.9	2.3±0.6	2.4±0.8	2.4±0.7	2.0±0.6	1.9±0.8	1.3±0.9	0.3±0.3

Significant between-group differences, p < 0.0001.

Table 3. Theoretical minimal weight (mean±SD).

Weight categories	n	TMW kg	Difference BW – TMW kg (%)	range (kg)
M 1 - 60 kg	28	59.6±1.4	1.2±0.9 (2)	-0.3 ; 3.4
M 2 - 66 kg	33	65.7±1.5	1.2±1.0 (1.8)	0.0 ; 3.7
M 3 - 73 kg	42	71.4±2.1	2.0±1.2 (2.8)	0.3 ; 6.2
M 4 - 81 kg	32	77.8±2.4	2.8±1.4 (3.5)	0.8 ; 5.9
M 5 - 90 kg	25	86.0±2.8	4.1±2.4 (4.5)	0.7 ; 8.9
M 6 -100 kg	14	90.2±4.4	8.3±3.4 (8.3)	2.8 ; 13.7
F 1 - 48 kg	24	46.2±2.0	2.6±2.0 (5.4)	-0.6 ; 6.6
F 2 - 52 kg	19	50.0±2.4	2.8±2.4 (5.3)	-1.0 ; 8.4
F 3 - 57 kg	18	54.2±2.2	3.0±1.8 (5.3)	0.1 ; 6.1
F 4 - 63 kg	30	57.3±2.3	5.7±2.1 (9.1)	1.1 ; 9.5
F 5 - 70 kg	23	63.5±3.5	7.0±3.5 (10.0)	-0.6 ; 12.1
F 6 - 78 kg	8	68.3±3.8	10.1±5.0 (12.9)	0.6 ; 17.1

M: males; F: females; TMW: theoretical minimal weight; BW: body weight. The estimate of minimal weight through percent fat. In males, the modified Lohman equation (7%); and in females, the Slaughter equation (14%).

defined as the bodyweight at which the fat percentage is as close to the minimum possible without harmful effect on health³⁵. This is calculated by performing a body composition study in which the fat-free component is assumed to remain stable compared to a fatty component that will be reduced to the minimum required. However, TMW is rarely achieved with the percentage of fat with which it was estimated as only some athletes in fact come down to those body fat ranges (5-7% in males; 12-14% in females)¹⁹ therefore, after that weight is achieved, if we were to determine the body composition, we would verify that the lean component has also been diminished. In our sample, only one male (0.6%) obtained values of less than 7% of fat and only six women (4.9%) less than 14%. The most frequent percentage falls between 7 and 11% of fat among males and between 18 and 22% in females. For this reason, it is common in judo to be above the TMW, with this difference increasing as athletes move up through weight categories, and larger among the female sample.

Another way to determine weight was proposed by Tchong and Tipton³⁶ in 1973 and was subsequently modified by Oppliger and Tipton³⁷. These authors developed anthropometric equations to estimate TMW in wrestlers, relating their weight to height along with bone breadths ($R^2 = 0.852$, $SD = 4.04$ kg) or adding thigh girth ($R^2 = 0.953$, $SEE = 2.36$ kg). For our study on judokas, we have included additional anthropometric variables (forty-one compared to the fifteen of the previous authors), and have obtained lower estimation errors.

Bone structure as determined by height, lengths and bone breadths in both the trunk and the limbs after growth has finished in an adult athlete conforms the frame size and this does not change through training, therefore estimation equations based on this will give us an initial approach about judokas' competition weight, explaining around 87% of its variability. In men, the estimated weight is more related to the width of the pelvis and in women with the width of the shoulders. And in both genders with the depth of the thorax and the width of the knee.

The equations developed with inclusion of girths are the ones that determine the bodyweight of judokas with fewest errors. There is some discussion as to whether the girth is a measure that includes subcutaneous fat and this might be overvalued in the case of athletes with a greater adipose panicles, which might be lost in order to reduce weight.

Table 4. Multiple stepwise regressions to estimate body weight. Males.

Variables	Weight	R ²	SEE
L	-141.915 + (Tibial height 1.416) + (Sitting height 0.987) + (Foot length 2.268)	0.764	5.6
B	-130.229 + (A-p chest depth 1.846) + (Bimalleolar 5.736) + (Biiliocrystal 1.444) + (Humerus 4.094) + (Biacromial 0.730) + (Femur 2.611)	0.844	4.6
G	-149.672 + (Hip 0.665) + (Chest 0.177) + (Calf 0.767) + (Wrist 1.281) + (Head 0.495) + (Waist 0.283) + (Shoulders 0.219) + (Armflexed and tensed 0.454)	0.949	2.6
H,B	-145.285 + (Height 0.512) + (A-P Chest 1.862) + (Biiliocrystal 1.160) + (Bimalleolar 4.515) + (Femur 2.661)	0.868	4.2
H,G	-164.304 + (Height 0.493) + (Waist 0.345) + (Mild-Thigh 0.400) + (Forearm 0.787) + (Hip 0.213) + (Chest 0.180) + (thigh 0.264) + (Calf 0.276) + (Head 0.298)	0.983	1.5
H,B,G	-164.610 + (Height 0.479) + (G. waist 0.340) + (G. thigh 0.335) + (G. Forearm 0.748) + (G. Mid-thigh 0.370) + (G. Chest 0.177) + (G. Hip 0.149) + (G. Calf 0.287) + (G. Head 0.308) + (B. Bitrochanteric 0.223)	0.983	1.5

L: length; B: breadth; G: Girth; H: Height; R²: coefficient of determination; SEE: standard error of estimate; p<0.0001.

Table 5. Multiple stepwise regressions to estimate body weight. Females.

Variables	Weight	R ²	SEE
L	-118.030 + (Height 0.156) + (Sitting height 0.796) + (Arm spam 0.306) + (Foot length 1.382)	0.764	4.5
B	-110.85 + (Femur 5.509) + (A-P chest depth 1.372) + (Biacromial 0.948) + (Bimalleolar 5.699) + (Biiliocrystal 0.901)	0.856	3.5
G	-121.536 + (Hip 0.304) + (Calf 0.759) + (Shoulders 0.312) + (Waist 0.226) + (Wrist 1.603) + (Thigh 0.397) + (Head 0.567)	0.948	2.1
H,B	-116.688 + (Height 0.456) + (Femur 5.565) + (A-P chest 1.424) + (Biacromial 0.694)	0.873	3.3
H,G	-118.433 + (Height 0.455) + (Waist 0.448) + (Mild-Thigh 0.591) + (Hip 0.248) + (Forearm 0.785)	0.977	1.4
H,B,G	-118.313 + (Height 0.447) + (G. Mid-thigh 0.597) + (G. waist 0.398) + (G. Hip 0.219) + (G. Forearm 0.817) + (B. A-P chest 0.352) +	0.979	1.3

L: length; B: breadth; G: Girth; H: Height; R²: coefficient of determination; SEE: standard error of estimate; p<0.0001.

However, when in good physical condition, the value of the skinfold in comparison to the total value of the girth is proportionally small. The problem lies in athletes who are still growing or those who have not yet

achieved suitable muscle development and therefore their estimated weight would be undervalued with respect to what they would obtain after full development of their muscular and skeletal system.

After reviewing the percentiles of our general population³⁸, we have confirmed that the weights established in the respective categories 1 to 7 by the official organizations correspond to percentiles 10, 25, 50, 75-80, 90, 98 and > 98 in both samples. While the mean of the heights by categories would be in a somewhat lower range: percentiles 3 (V1), 20 (V2), 25-50 (V3), 50 (V4), 85 (V5), 90-97 (V6) and 98 (V7) in males and percentiles 3 (M1), 15-20 (M2), 25-50 (M3), 50-75 (M4), 85 (M5) and 90 (M6, M7 and M8) in females. Moreover, the weights in the different categories coincide with the independent subsets that can be established, while the heights in some of the categories overlap or, to put it another way, a judoka with a particular height may belong to one or another adjacent category, except those in V1 and M1.

The female sample presents a greater adipose panicle and greater variability, their higher weight categories are fundamentally due to having a larger fatty component, whereas the lean component increases in all categories for males. In both samples, the lean component is what classifies a sample into as many groups as there are weight categories established, confirming that this component is the determining factor, although the increase in lean weight is more marked in males than in females as we move up through the weight categories since, as mentioned above, the fatty component also increases markedly in female judokas in higher categories. The categories are also more clearly defined for males with regard to muscle mass compared to height than in females, where there is more overlap.

If general rules are adopted internationally and strictly enforced, then, on the one hand, there would be an end to techniques that are dangerous for health and, on the other hand, competition would be fairer. The safest method, as Artioli²⁰ proposes, would be to determine urine density by refractometer on the day of the competition together with the official weigh-in, thus confirming that the judokas is normohydrated at competition weight.

Conclusion

There is sexual dimorphism and intra-category dimorphism in the anthropometric characteristics of judokas. The anthropometric profile for the valuation of judokas by genders and weight categories is provided as a reference for the individualized assessment of athletes.

In competition, judokas do not come down to the minimum fat percentages and that their bodyweight estimated in this way will be undervalued, obliging them to lower it at the expense of the lean component. The regression equations proposed may be useful as tools for athletes to adapt to the most suitable weight category according to their anthropometric characteristics.

Acknowledgments

The author would like to thank the judokas who came for a sports medical follow-up and took part in this study and the staff of the Anthropometric Department for their help in everyday work.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

References

- Loenneke JP, Wilson JM, Barnes JT, Pujol TJ. Validity of the current NCAA minimum weight protocol: a brief review. *Ann Nutr Metab.* 2011;58:245-9.
- Callister R, Callister RJ, Staron RS, Fleck SJ, Tesch P, Dudley GA. Physiological characteristics of elite judo athletes. *Int J Sport Med.* 1991;12:196-203.
- Franchini E, Del Vecchio FB, Matsushige KA, Artioli GG. Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Med.* 2011;41(2):147-66.
- Franchini E, Sterkowicz-Przybycien K, Takito MY. Anthropometrical profile of judo athletes: comparative analysis between weight categories. *Int J Morphol.* 2014;32(1):36-42.
- Amtmann J, Cotton A. Strength and Conditioning for Judo. *Strength Cond J.* 2005; 27(2):26-31.
- Julio UF, Panissa VLG, Esteves JVC, Cury RL, Agostinho MF, Franchini E. Energy System Contributions to Simulated Judo Matches. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;5(4):676-83.
- Sterkowicz-Przybycien K, Fukuda DH. Sex differences and the effects of modified combat regulations on endurance capacity in judo athletes: A meta-analytic approach. *J Hum Kinet.* 2016;51:113-20.
- Azoury J. A descriptive study of Australian elite Judo players. *J Sci Med Sport.* 2002;5(4):36.
- Ghrai M, Hammouda O, Malliaropoulos N. Muscular strength profile in Tunisian male national judo team. 2014;4(2):149-53.
- International Judo Federation (Sport Commission). Sport and Organization Rules of the International Judo Federation 2018. [Cited 2018 July 10]. Available from: <https://www.ijf.org/ijf/documents/>.
- Artioli GG, Franchini E, Nicasio H, Sterkowicz S, Solis MY, Lancha AH Jr. The need of a weight management control program in judo: a proposal based on the successful case of wrestling. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7:15.
- Norton K, Whittingham N, Carter L, Kerr D, Gore C, Marfell-Jones M. Measurement Techniques in Anthropometry. In Norton K, Olds T. *Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses.* Sydney, University of New South Wales Press; 1996. p. 25-75.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual.* Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988. p. 42-43.
- Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(3):796-803.
- Thorland WG, Tipton CM, Lohman TG, Bowers RW, Housh TJ, Johnson GO, et al. Midwest wrestling study: prediction of minimal weight for high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(9):1102-10.
- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988;60(5):709-23.
- Norton K. Anthropometric Estimation of Body Fat. In: In Norton K, Olds T. *Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses.* Sydney, University of New South Wales Press; 1996. p. 172-198.
- Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr.* 1982;36(4):680-90.
- Oppliger RA, Case HS, Horswill CA, Landry GL, Shelter AC. American College of Sports Medicine position stand. Weight loss in wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(10):135-8.
- Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping - Development and Applications.* Cambridge, Cambridge University Press; 1990. p. 374-5.
- Gutiérrez C, Santos L, Montero-Carretero C, Escobar-Molina, R. Éxitos del judo español a nivel internacional: una perspectiva histórica. *Revista de Artes Marciales Asiáticas.* 2018;13(2s):3-8.
- Casals C, Huertas JR, Franchini E, Sterkowicz-Przybycien K, Sterkowicz, S, Gutierrez-Garcia C, et al. Special judo fitness test level and anthropometric profile of elite spanish judo athletes. *J Strength Cond Res.* 2017;31(5):1229-35.
- Torres-Luque G, Hernández-García R, Escobar-Molina R, Garatachea N, Nikolaidis PT. Physical and Physiological Characteristics of Judo Athletes: An Update. *Sports (Basel).* 2016; 4:20.
- Ceylan B, Gurses VV, Akgul MS, Baydi B, Franchini, E. Anthropometric Profile, Wingate Performance and Special Judo Fitness Levels of Turkish Olympic Judo Athletes. *J Martial Arts Anthropol.* 2018;18(3):15-20.

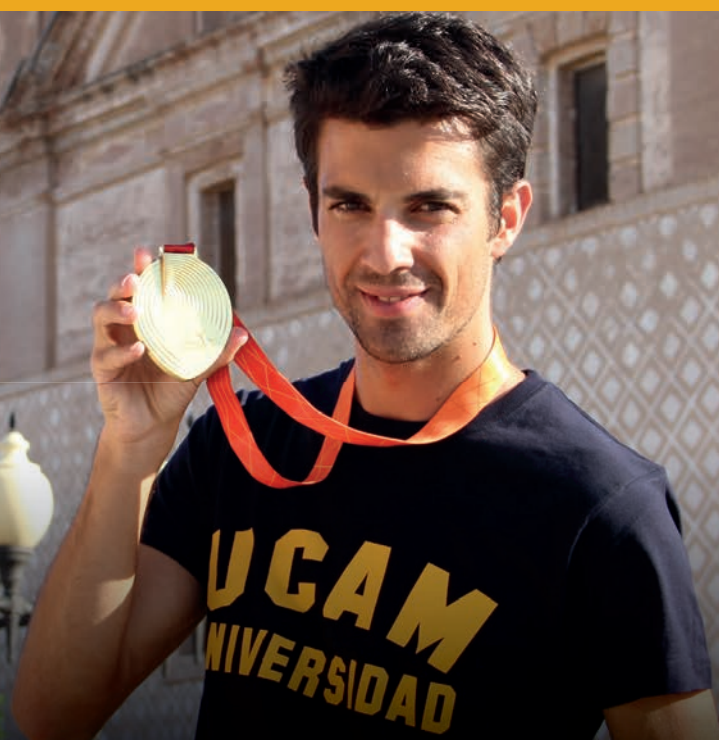
25. Martins FP, Pinto de Souza LSC, de Campos RP, Bromley SJ, Takito MY, Franchini E. Techniques utilised at 2017 Judo World Championship and their classification: comparisons between sexes, weight categories, winners and non-winners. *J Martial Arts Anthropol*. 2019;19(1): 58-65
26. Franchini E, de Moura C FD, Shiroma SA, Humberstone C, Julio UF. Pacing in judo: analysis of international-level competitions with different durations. *Int J Perform Anal Sport*. 2019;1-10.
27. Artioli GG, Gualano B, Franchini E, Scagliusi FB, Takesian M, Fuchs M, et al. Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(3):436-42.
28. Malliaropoulos N, Rachid S, Korakakis V, Fraser SA, Bikos G, Maffulli N, et al. Prevalence, techniques and knowledge of rapid weight loss amongst adult british judo athletes: a questionnaire based study. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2017;7(3):459-66.
29. Mazzocante RP, Sousa IC, Mendes LCV, Mendes MCV, Asano RY. Comparação da prevalência de métodos de perda de peso pré-competição em judocas de diferentes categorias. *Rev Bras Ciênc Esporte*. 2016;38(3):297-302.
30. Reale R, Slater G, Burke LM. Weight Management Practices of Australian Olympic Combat Sport Athletes. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018;13(4):459-66.
31. Koral J, Dosseville F. Combination of gradual and rapid weight loss: Effects on physical performance and psychological state of elite judo athletes. *J Sports Sci*. 2009;27(2):115-20.
32. Franchini E, Brito CJ, Artioli GG. Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. *J Int Soc Sports Nutr*. 2012;9:52.
33. Fortes LS, Costa BDV, Paes PP, Cyrino ES, Vianna JM, Franchini E. Effect of rapid weight loss on physical performance in judo athletes: is rapid weight loss a help for judokas with weight problems? *Int J Perform Anal Sport*. 2017;17(5):763-73.
34. Morales J, Ubasart C, Solana-Tramunt M, Villarrasa-Sapiña I, González LM, Fukuda D, et al. Effects of Rapid Weight Loss on Balance and Reaction Time in Elite Judo Athletes *Int J Sports Physiol Perform*. 2018;13(10):1371-7.
35. Lohman TG. *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers;1992. p.109-118.
36. Tchong TK, Tipton CM. Iowa Wrestling Study: anthropometric measurements and the prediction of a "minimal" body weight for high school wrestlers. *Med Sci Sports*. 1973;5(1):1-10.
37. Oppliger RA, Tipton CM. Iowa wrestling study: cross-validation of the Tchong-Tipton minimal weight prediction formulas for high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*. 1988;20(3):310-6.
38. Carrascosa A, Fernández JM, Fernández C, Ferrández A, López-Siguero JP, Sánchez E, et al. Estudio transversal español de crecimiento 2008. Parte II: valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. *An Pediatr*. 2008; 68(6):552-69.

Espíritu **UCAM** Espíritu Universitario

Miguel Ángel López

Campeón del Mundo en 20 km. marcha (Pekín, 2015)

Estudiante y deportista de la UCAM



- **Actividad Física Terapéutica** ⁽²⁾
- **Alto Rendimiento Deportivo:**
 - **Fuerza y Acondicionamiento Físico** ⁽²⁾
- **Performance Sport:**
 - **Strength and Conditioning** ⁽¹⁾
- **Audiología** ⁽²⁾
- **Balneoterapia e Hidroterapia** ⁽¹⁾
- **Desarrollos Avanzados de Oncología Personalizada Multidisciplinar** ⁽¹⁾
- **Enfermería de Salud Laboral** ⁽²⁾
- **Enfermería de Urgencias, Emergencias y Cuidados Especiales** ⁽¹⁾
- **Fisioterapia en el Deporte** ⁽¹⁾
- **Geriatría y Gerontología:**
 - **Atención a la dependencia** ⁽²⁾
- **Gestión y Planificación de Servicios Sanitarios** ⁽²⁾
- **Gestión Integral del Riesgo Cardiovascular** ⁽²⁾
- **Ingeniería Biomédica** ⁽¹⁾
- **Investigación en Ciencias Sociosanitarias** ⁽²⁾
- **Investigación en Educación Física y Salud** ⁽²⁾
- **Neuro-Rehabilitación** ⁽¹⁾
- **Nutrición Clínica** ⁽¹⁾
- **Nutrición y Seguridad Alimentaria** ⁽²⁾
- **Nutrición en la Actividad Física y Deporte** ⁽¹⁾
- **Osteopatía y Terapia Manual** ⁽²⁾
- **Patología Molecular Humana** ⁽²⁾
- **Psicología General Sanitaria** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Presencial ⁽²⁾ Semipresencial

Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular

Elena Barceló Cormano¹, Raquel Blasco Redondo², Mar Blanco Rogel¹, Anna Bach-Faig³

¹Universitat Oberta de Catalunya. Barcelona. ²Unidad de Medicina Interna y Nutrición del Centro Regional de Medicina Deportiva de la Junta de Castilla y León. Departamento de Nutrición y Bromoterapia. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. ³Grupo de Investigación FoodLab. Universitat Oberta de Catalunya. Barcelona.

Recibido: 12.04.2019

Aceptado: 09.09.2019

Resumen

La cafeína, una de las sustancias psicoactivas de mayor consumo a nivel mundial, se ha relacionado con el retraso en la aparición de la fatiga muscular y la disminución en la percepción del esfuerzo durante la actividad física. Debido al aumento progresivo en el consumo de complementos alimenticios para mejorar el rendimiento deportivo, decidimos realizar esta revisión con el objetivo de sintetizar la evidencia disponible sobre el efecto de la cafeína como ayuda ergogénica en la fatiga central y periférica, examinando los mecanismos de acción y especificando las dosis y la forma de administración idóneas para obtener el efecto ergogénico deseado. Para ello se realizó una búsqueda bibliográfica entre enero de 2008 y mayo de 2018, identificando estudios publicados en bases de datos electrónicas (PubMed, SciELO, Dialnet) y documentos de organismos nacionales e internacionales (EFSA, AECOSAN, SEMED/FEMEDE, AIS, EUFIC, WADA) sobre la cafeína y su efecto sobre la fatiga muscular. Se analiza el mecanismo de acción de la cafeína en deportes de fuerza y resistencia, así como las dosis, vías y pautas de administración óptimas. Se revisan además otros aspectos como la toxicidad, el dopaje y la normativa actual que regula el etiquetado de los complementos alimenticios que contienen cafeína.

Palabras clave:

Cafeína. Efecto ergogénico. Fatiga muscular. Fuerza muscular. Mejora del rendimiento.

Effect of caffeine as an ergogenic aid to prevent muscle fatigue

Summary

Caffeine, one of the most widely used psychoactive substances worldwide, has been linked to the delay in the appearance of neuromuscular fatigue and the reduction in the effort perception during physical activity. As a result of a progressive increase in the consumption of food supplements to improve the sports performance, we decided to review the ergogenic effect of caffeine on muscle fatigue at central and peripheral levels. A bibliographic search was conducted between January 2008 and May 2018, identifying studies published in electronic databases (PubMed, SciELO, Dialnet) and documents from national and international organizations (EFSA, AECOSAN, SEMED/FEMEDE, AIS, EUFIC, WADA) about caffeine and its effect on muscle fatigue. The mechanism of action of caffeine in strength and endurance sports is analyzed, as well as the optimal dosage, routes of administration and dosology guidelines. We also review other aspects such as toxicity, doping and the current legislation that regulates the labeling of food supplements containing caffeine.

Key words:

Caffeine. Ergogenic effect. Muscle fatigue. Muscle strength. Performance-enhancing effect.

Correspondencia: Elena Barceló Cormano
E-mail: elenabarceloc@gmail.com

Introducción

La práctica de actividad física constituye una estrategia imprescindible para mantener un estilo de vida saludable, siendo también recomendable en la prevención y tratamiento de numerosas patologías.

Desde siempre se ha reconocido la importancia de la alimentación en el rendimiento físico, no solo en el ámbito de la competición, sino también entre quienes practican deportes de ocio y actividades de musculación. Para alcanzar el éxito deportivo, el entrenamiento debe acompañarse de una alimentación óptima y adecuada para cada actividad deportiva. No obstante, dado que una de las causas más importantes de aparición de lesiones deportivas es la fatiga muscular, se constata un aumento progresivo del consumo de ayudas ergogénicas por parte de deportistas de diferentes niveles y disciplinas^{1,2} con el propósito de minimizar el efecto de la fatiga tanto de origen central como periférico^{3,4}.

El "Instituto Australiano del Deporte", basándose en la evidencia científica y en criterios de seguridad, legalidad y eficacia en el rendimiento deportivo, clasifica la cafeína (junto con la β -alanina, el bicarbonato sódico, la creatina, el zumo de remolacha y el glicerol) dentro del grupo *Suplementos/Ingredientes de ayuda ergogénica con grado de evidencia A*⁵.

Químicamente, la cafeína (1,3,7-trimetilxantina) es un alcaloide de la familia de las xantinas, sustancias derivadas de las purinas que se encuentran de forma natural en las plantas del té, café, mate, cacao, chocolate, guaraná y nuez de cola. Junto con la teobromina de la planta del cacao, y la teofilina del té negro y verde, la cafeína es una de las sustancias psicoactivas de mayor consumo a nivel mundial⁶. Existen además productos (bebidas energizantes, geles, chicles, algunos medicamentos) que ofrecen concentraciones adicionales de cafeína para aumentar el rendimiento físico o psicológico, produciendo también efectos en otras funciones fisiológicas como el estado de ánimo, el humor, el sueño o el dolor⁴.

La capacidad de la cafeína para mejorar el trabajo muscular ha sido ampliamente estudiada a lo largo de los años, constando investigaciones que datan incluso de principios del siglo XX, aunque su uso como ayuda ergogénica por parte de los deportistas no se hizo evidente hasta las décadas de 1970-1980⁴. Dado que se trata de una sustancia casi omnipresente en la dieta habitual de los humanos, suscita gran interés el estudio de su efecto en el cuerpo humano y uno de los aspectos que más curiosidad ha generado es su influencia en la aparición de la fatiga que acompaña a la práctica de actividades deportivas.

El objetivo de esta revisión es sintetizar la evidencia disponible sobre el efecto de la cafeína como ayuda ergogénica en la fatiga central y periférica, examinando los mecanismos de acción y especificando las dosis y la forma de administración idóneas para obtener el efecto ergogénico deseado.

Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre el efecto ergogénico de la cafeína en la fatiga muscular consultando bases de datos electrónicas (PubMed, SciELO, Dialnet), seleccionando fundamentalmente revisiones sistemáticas, meta-análisis y artículos específicos de expertos publicados entre enero de 2008 y mayo de 2018 y siguiendo la estrategia de "bola de nieve" para obtener la mayor cantidad de información posible. También se revisaron documentos de organismos nacionales e internacionales: EFSA, AECOSAN, SEMED/FEMEDE, AIS, EUFIC, WADA (Tabla 1).

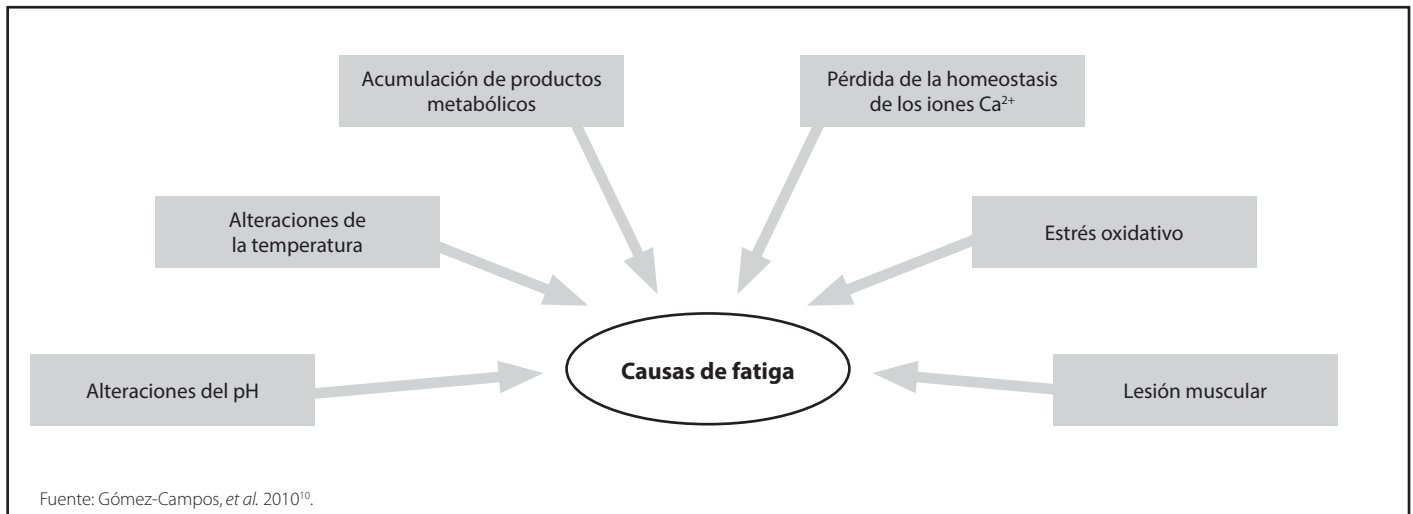
Consideraciones sobre la fatiga muscular

La *fatiga muscular*, fenómeno que generalmente limita la actividad deportiva y la realización de ejercicios prolongados y extenuantes, se

Tabla 1. Criterios de inclusión / exclusión, palabras clave, bases de datos consultadas.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> - Información relevante sobre el efecto ergogénico de la cafeína y la fatiga muscular - Documentos de consenso basados en evidencia científica - Idiomas: español, inglés y francés - Artículos de acceso a texto completo - Período de publicación: enero 2008 – mayo 2018 - Diseño del estudio: artículos originales, revisiones de la literatura, revisiones sistemáticas y meta-análisis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Artículos no relacionados con el objeto del estudio - Estudios no realizados en humanos - Artículos sin relevancia científica
Palabras clave	
<ul style="list-style-type: none"> - cafeína - efecto ergogénico - fatiga muscular - fuerza muscular - mejora del rendimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - caffeine - ergogenic effect - muscle fatigue - muscle strength - performance-enhancing effect
Bases de datos electrónicas	Organismos y sociedades científicas nacionales e internacionales
<ul style="list-style-type: none"> - PubMed - Scielo - Dialnet 	<ul style="list-style-type: none"> - EFSA: European Food Safety Authority - AECOSAN: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición - SEMED/FEMEDE: Sociedad Española de Medicina del Deporte - AIS: Australian Institute of Sport - EUFIC: European Food Information Council - WADA: World Anti-Doping Agency

Figura 1. Causas sugeridas de fatiga.



define como una disminución en la producción de fuerza o potencia máxima en respuesta a una actividad contráctil. A pesar de que las causas de la fatiga provocada por el ejercicio son complejas, en general se acepta que depende del nivel de entrenamiento y del estado nutricional de la persona, del tipo de fibras musculares, así como de la intensidad, duración y tipo de ejercicio realizado. Cabe destacar que la fatiga muscular difiere de la lesión muscular en que la primera es reversible tras unas horas de descanso, mientras que el restablecimiento completo tras la lesión puede prolongarse durante días o semanas⁷.

Alteraciones a diferentes niveles de la vía motora pueden contribuir en la aparición de la fatiga muscular, lo que nos permite clasificarla en *central* cuando se origina por alteraciones en el sistema nervioso central (SNC), a nivel encefálico o de la médula espinal, que disminuyen la conducción del impulso nervioso hacia el músculo, y *periférica* cuando se produce por disfunción del sistema nervioso periférico (SNP) o por patología músculo-esquelética, debiéndose a cambios a nivel de la unión neuromuscular o bien a nivel de las terminaciones nerviosas⁷⁻⁹.

La hipótesis sobre el origen de la *fatiga central* se basa en los cambios que el ejercicio induce en la concentración a nivel del SNC de neurotransmisores (serotonina, dopamina, noradrenalina) que producen estímulos a nivel de las motoneuronas espinales, activando finalmente las unidades motoras para conseguir la generación de potencia. La ralentización o cese de esta activación contribuye a la pérdida de fuerza propia de la fatiga^{7,9}. Otros factores que pueden influir en la génesis de la fatiga central son los niveles cerebrales de glucógeno y amoníaco, y además, la hipertermia que frecuentemente se asocia al ejercicio también podría reducir la actividad del SNC⁹.

En cambio, se considera que la *fatiga periférica* resulta de las alteraciones de la homeostasis en el músculo esquelético debido a una limitación de uno o más procesos en la unidad motora¹⁰.

La producción de la fuerza músculo-esquelética depende de mecanismos contráctiles y algunas de las alteraciones a nivel neuronal, mecánico o energético que pueden generar fatiga son las siguientes⁷:

- Acúmulo de metabolitos intracelulares (iones hidrógeno, lactato, fosfato inorgánico, especies reactivas de oxígeno) que modifican la

actividad contráctil muscular por interferencia en la liberación de calcio del retículo sarcoplásmico, disminución de la sensibilidad de la fibra muscular al calcio e inhibición directa de las motoneuronas. No obstante, la aparición de fatiga muscular atribuida al descenso del pH por acúmulo de iones hidrógeno está siendo actualmente cuestionada, ya que a temperaturas fisiológicas no parece ser un mecanismo limitante^{7,11}.

- Disminución del aporte sanguíneo, y por consiguiente de oxígeno, a los grupos musculares activos durante la contracción muscular voluntaria por aumento de la tensión arterial media⁷.
- Desequilibrio entre consumo y producción de adenosín trifosfato (ATP) a nivel muscular por disminución de las reservas de glucógeno durante el ejercicio⁹. El mecanismo por el cual la depleción de glucógeno en el músculo conduce a la fatiga muscular continúa en estudio⁷.

Efecto de la cafeína

La cafeína ejerce su efecto ergogénico mediante diferentes mecanismos, entre los que destaca la inhibición competitiva de los receptores de adenosina que se encuentran en el SNC a nivel de las terminaciones presinápticas y que regulan la liberación de otros neurotransmisores como la acetilcolina, el glutamato y la dopamina, potenciando así la atención, la concentración y el estado de alerta en el ejercicio mental y físico, y reduciendo la percepción de fatiga durante el ejercicio^{4,12,13}.

También se han observado alteraciones en la percepción del dolor con la ingesta de cafeína por un aumento de la secreción de β-endorfinas¹⁴, lo cual favorece un aumento de la resistencia al ejercicio.

Este modelo central es el que mejor explicaría el efecto ergogénico de la cafeína en los ejercicios de alta intensidad, en contraposición a la teoría ampliamente defendida de la estimulación de los ácidos grasos y consiguiente ahorro de glucógeno muscular^{15,16}.

En referencia a los factores relacionados con la fatiga periférica, existen evidencias de los posibles mecanismos que explicarían el efecto ergogénico de la cafeína en deportes de fuerza a nivel muscular, entre

los que destacan la pérdida de potasio durante las contracciones y la potenciación de la liberación de calcio desde el retículo sarcoplásmico, generando todo ello una mejora global de la función neuromuscular^{9,16}.

Resultados y discusión

Cafeína en deportes de fuerza

Sobre el efecto de la cafeína en la fuerza y potencia muscular, los resultados son equívocos. Autores pioneros como Astorino *et al.*¹⁷ o Williams *et al.*¹⁸, ambos en 2008, y otros posteriores como Ali *et al.*¹⁹ en 2016 no demostraron efectos ergogénicos significativos en deportes de fuerza, mientras que Goldstein *et al.*²⁰ en 2010 y Grgic y Mikulic²¹ en 2017 apoyan la efectividad de la cafeína a dosis de 6 mg/kg de peso para aumentar la fuerza de grupos musculares de la parte superior e inferior del cuerpo, respectivamente.

Los estudios individuales muestran resultados inconsistentes por causas diversas: número total de participantes y sus características específicas (nivel de entrenamiento, género, grado de habituación a la cafeína,...), tipo de ejercicio estudiado, forma de dispensación, etc., no permitiendo sacar conclusiones sólidas sobre el potencial ergogénico de la cafeína para los resultados de fuerza muscular máxima.

Por este motivo, Grgic *et al.*²² publicaron en 2018 una revisión sistemática y metaanálisis sobre resultados de estudios individuales en cuanto al efecto agudo de la ingesta de cafeína sobre la fuerza muscular máxima, concluyendo que dosis de 3-6 mg/kg de peso pueden inducir mejoras significativas en la producción de fuerza y potencia muscular expresada como altura de salto vertical, lo cual sería aplicable a una amplia variedad de deportes en los que el salto es una actividad predominante que afecta al rendimiento deportivo. A pesar de evidenciar efectos ergogénicos pequeños o medianos, cabe señalar que en algunos deportes pequeñas mejoras del rendimiento representan diferencias significativas en los resultados.

Cafeína en deportes de resistencia

Existe una extensa documentación científica sobre la utilidad de la cafeína en la mejora del rendimiento en el *ejercicio aeróbico* observada a través de diversos parámetros como el aumento del tiempo de trabajo y del tiempo hasta el agotamiento, la mejora del pico de consumo de oxígeno en ejercicio submáximo y la mejora en la percepción del esfuerzo, entre otros^{23,24}.

Ya en 2009, una revisión sistemática de Ganio *et al.*²⁵ sobre 33 ensayos clínicos evidenció un beneficio del rendimiento con una mejora media de 3,2-4,3% con la administración de cafeína en cantidades de 3-6 mg/kg de peso antes y/o durante actividades de resistencia contrarreloj de duración variable (5-150 min) y en diversas modalidades de ejercicio (ciclismo, carrera, remo, esquí de fondo y natación). Estos autores concluyeron además que la abstención del consumo de cafeína durante al menos 7 días antes de la competición, mejoraba el efecto ergogénico. Ahora bien, aunque Irwin *et al.*²⁶ muestran una mejora ergogénica en ejercicios de resistencia de alta intensidad con dosis de 3 mg/kg independientemente de un periodo de abstención previo, la revisión de Naderi *et al.*²⁷ de 2016 refuerza las conclusiones obtenidas

por Ganio *et al.*²⁵, atribuyendo dicho efecto a la regulación enzimática secundaria a la ingesta crónica de cafeína.

Los efectos de la cafeína en *esfuerzos anaeróbicos* como actividades intensas de corta duración, supramáximas y sprints de repetición han sido menos estudiados²⁸. Existen revisiones sistemáticas como la realizada por Astorino y Roberson²⁹ en 2010 sobre el rendimiento en ejercicios de alta intensidad y corta duración (≤ 5 min), en donde aproximadamente un 65% de los estudios mostraron un beneficio medio del 6,5% en el rendimiento, con variaciones según el nivel de entrenamiento y de consumo de cafeína de los participantes, dosis total ingerida y tipos de pruebas, además de las diferencias genéticas entre deportistas.

Un estudio a doble ciego con placebo en 2013³⁰ mostraba cómo dosis de cafeína de 5 mg/kg de peso mejoraban no sólo el rendimiento, sino también la percepción de fatiga y de dolor muscular en ejercicios de resistencia en deportistas entrenados. En 2017, Wellington *et al.*³¹ muestran una mejora del 1% en una prueba de sprint de repetición en jugadores de rugby con dosis de 300 mg de cafeína 60 minutos antes del ejercicio, y Christensen *et al.*¹² demuestran en un metaanálisis una mejora del 1% en la velocidad promedio también en pruebas de resistencia. Así mismo, los resultados del metaanálisis de Grgic *et al.*²² de 2018 se suman a las investigaciones que sugieren la mejora del rendimiento anaeróbico de la cafeína, demostrando una diferencia significativa en comparación con placebo en la producción de potencia media y máxima en un cicloergómetro.

Farmacocinética y timing

Debido a sus características farmacocinéticas, la cafeína administrada vía oral es absorbida rápidamente desde el sistema gastrointestinal hacia el torrente sanguíneo, observándose concentraciones plasmáticas elevadas a los 15 minutos de su ingesta que llegan a alcanzar un máximo en 30-60 minutos, con una vida media de 3 a 10 horas. La absorción a nivel de la mucosa oral alcanza niveles máximos mucho más rápidamente. La cafeína presenta una biodisponibilidad del 100% y una alta solubilidad, por lo que se distribuye rápidamente por todo el organismo atravesando con gran facilidad las membranas celulares, así como las barreras hematoencefálica y placentaria, alcanzando grandes concentraciones en todo el organismo, inclusive en el encéfalo³².

El metabolismo tiene lugar principalmente a nivel hepático (en mucha menor proporción a nivel cerebral y renal) mediante las enzimas del citocromo P-450, dando lugar a metabolitos que se excretan por vía renal y que podrían mediar algunos de los efectos potenciadores del rendimiento propios de la cafeína¹³.

Entre los factores intrínsecos que pueden explicar las modificaciones en la farmacocinética de la cafeína tenemos los diferentes polimorfismos genéticos del citocromo P-450. Además, la ingesta crónica de cafeína acelera su aclaramiento metabólico, dando lugar a una habituación en la mayoría de consumidores, con lo que la abstención de alimentos y bebidas con cafeína en los días previos a la competición podría potenciar el efecto ergogénico. También se ha demostrado una mayor respuesta en la mejora de la función neuromuscular con el consumo matutino de cafeína respecto al vespertino, debido a la mayor actividad enzimática durante las primeras horas del día²⁷. Como factores exógenos que también pueden modificar el aclaramiento de la

cafeína podemos destacar el consumo concomitante de fármacos o el hábito tabáquico, el cual puede llegar a duplicar la tasa de eliminación de la cafeína^{4,23}.

A pesar de que podemos encontrar cafeína en concentraciones considerables en diversos alimentos, pueden no ser suficientes para conseguir el deseado efecto ergogénico debido a las cantidades variables de cafeína que presentan (según la elaboración o preparación) o bien a la presencia de sustancias antagónicas o modificadoras de la absorción, por lo que se defiende el consumo de preparados específicos^{23,33} (Tabla 2).

En entornos deportistas la cafeína se suele administrar en forma anhidra (deshidratada), bien en comprimidos o en soluciones en polvo. Otras formas de presentación pueden tener un grado de absorción diferente, como en el caso de la administración a través de la mucosa oral o nasal que constituye una ruta directa hacia el SNC, permitiendo detectar niveles plasmáticos elevados en solo 5-15 minutos³⁴.

En diferentes estudios que demuestran los beneficios ergogénicos de la cafeína, observamos que las dosis habituales en adultos (consultar Figura 2 para niños-adolescentes) oscilan entre 3-6 mg/kg de peso, administradas 30-60 minutos antes del ejercicio, obteniendo mejoras en el tiempo hasta el agotamiento, la capacidad de trabajo y la percepción del esfuerzo en deportes de resistencia^{13,16}.

Investigando el uso de dosis bajas de cafeína (<3 mg/kg de peso, ~200 mg) antes o durante el ejercicio, se observa también una mejora en el rendimiento, sobre todo a nivel cognitivo, con la consiguiente mejora de la vigilancia y los estados de alerta y de ánimo durante y después del ejercicio extenuante por el efecto de la cafeína sobre el SNC^{27,35}.

Por otro lado, dosis elevadas de cafeína (≥9 mg/kg de peso) no parecen aportar mayores beneficios, pudiendo en cambio aumentar el riesgo de efectos adversos (náuseas, diarrea, deshidratación, ansiedad, insomnio, inquietud)^{16,27} que condicionarán el rendimiento deportivo²⁸.

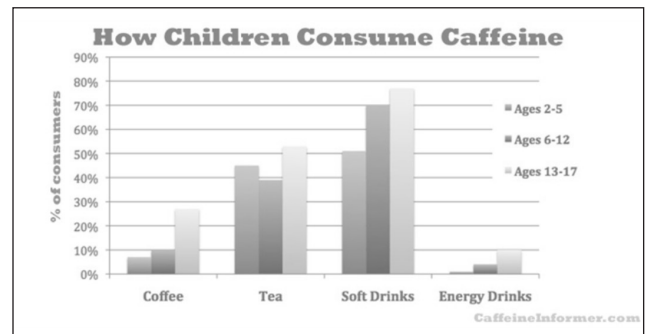
Tabla 2. Cafeína en alimentos y bebidas.

Alimento o bebida	Contenido en cafeína (mg)
Café expreso (60 ml)	80
Café filtrado (250 ml)	95-165
Café descafeinado	1-2
Café 'Starbucks' (Corto /Venti)	160 / 400
Té negro (220 ml)	50
Té verde (220 ml)	25-30
Bebida de cola (330 ml)	40
Bebida energizante (250 ml)	80
Chocolate negro (50 g)	25
Chocolate con leche (50 g)	10
Barrita cafeinada (65 g)	50
Gel deportivo con cafeína (40-60 ml)	25-150
Gel energético 'Shot' (33 ml)	200-300
Cafeína en cápsulas (1 g)	100
Bebida de guaraná (330 ml)	30

Fuente: Elaboración propia, a partir de:
 - EUFIC (2016): Caffeine (Q&A): How much caffeine is found in different foods and drinks? (<https://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/caffeine-qas>)
 - Mayo Clinic (2018): Contenido de cafeína del café, el té, las gaseosas y más. (<https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/caffeine/art-20049372>)
 - Botanical on-line (2019): Cantidad de cafeína de los alimentos, plantas y bebidas. (<https://www.botanical-online.com/alimentos/caffeina-alimentos-ricos>)
 - Verster & Koenig (2018): Caffeine intake and its sources: A review of national representative studies. Crit Rev Food Sci Nutr. 2018;58(8):1250-59 (<https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1247252>)

Figura 2. Consumo de cafeína en la infancia-adolescencia.

- Consumo diario estable durante la última década, a pesar de la introducción de nuevas bebidas con cafeína¹
- Prevalencia: ~ 75 % niños entre 6-17 años²
- Ingesta media diaria total por debajo de las recomendaciones de consumo de cafeína (EFSA: 3 mg/kg/día para niños y adolescentes)^{1,2,3}:
 - 6-11 años: 25 mg/día
 - 12-17 años: 50 mg/día
- Principales fuentes (variable según los países)⁴:
 - café y té (consumo en ascenso)
 - bebidas de cola (consumo en descenso) y
 - bebidas energizantes (mayor consumo a mayor edad, sobre todo en varones)
- Metabolismo más lento que en adultos por menor eficacia de la enzima CYP1A2³
- Dosis de 1,5 mg/kg/día ya pueden producir alteraciones del sueño³
- Bebidas energizantes^{1,5}:
 - representan un bajo porcentaje del consumo total de cafeína (5-12%)
 - pueden comportar mayor riesgo de efectos adversos por su elevada concentración de cafeína (80-250 mg)
 - su consumo entre adolescentes se asocia con mayor prevalencia de conductas de riesgo (tabaquismo, alcoholismo, drogadicción,...)



Fuente:

1. Verster & Koenig, 2018 (<https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1247252>)
2. Ahluwalia, et al., 2015 (<https://doi.org/10.3945/an.114.007401>)
3. EFSA, 2015 (<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4102>)
4. Tran, et al., 2016 (<https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.06.007>)
5. Temple et al., 2017 (<https://doi.org/10.3389/fpsy.2017.00080>)

Así pues, teniendo en cuenta el amplio rango de dosis con efecto ergogénico debido a la considerable variación interindividual¹³, se aconseja ensayar diferentes estrategias durante los entrenamientos con el fin de conseguir protocolos individualizados que aporten el máximo beneficio con el menor riesgo posible²⁸.

Toxicidad de la cafeína

El progresivo aumento del consumo de bebidas energéticas conllevando concentraciones elevadas de cafeína y otras sustancias como taurina, guaraná, L-carnitina, ginseng, ha comportado un mayor número de casos de toxicidad³⁶ tanto cardíaca (fibrilación auricular) como a nivel del SNC (convulsiones). No obstante, recientes investigaciones apuntan a que dichos componentes consumidos por separado pueden tener un efecto neutro o incluso positivo en la salud, siempre que no se superen las dosis tóxicas³⁷.

El consumo agudo de cafeína puede producir un aumento leve de la tensión arterial y de la frecuencia cardíaca que se asocia a un descenso del flujo sanguíneo miocárdico, así como un aumento de los niveles plasmáticos de catecolaminas, renina y ácidos grasos libres³⁸ y aunque un estudio prospectivo publicado por Klatsky *et al.*³⁹ en 2011 muestra una relación inversa independiente del sexo, raza y edad entre el consumo de café y el riesgo de ingreso hospitalario por arritmias cardíacas, existe evidencia de los posibles efectos adversos de la cafeína cuando se consume a dosis elevadas (>500-600 mg/día), produciendo nerviosismo, ansiedad, irritabilidad, insomnio, cefalea y problemas gastrointestinales, además del aumento de la actividad nerviosa simpática a nivel cardíaco, estimándose una dosis letal media de 10 g de cafeína para adultos⁴⁰.

Yamamoto *et al.*⁴¹ en 2015 revisaron diversos casos de intoxicación por cafeína, especialmente aquellos que resultaron en muerte, y en la mayoría de ellos se asoció al consumo de otro tipo de drogas, sobretudo alcohol, comprobando que la concentración de cafeína en los individuos que no habían consumido alcohol era superior a aquellos que combinaron ambas sustancias. Se ha especulado sobre el mecanismo letal de la cafeína, asociándose a arritmias ventriculares, pero existen estudios que sugieren otros mecanismos como convulsiones, rhabdomiólisis y fallo renal agudo⁴² o paro respiratorio por daño cerebral funcional⁴¹. Estudios en animales⁴³ y en humanos⁴¹ muestran en casos letales de intoxicación que la cafeína se distribuye en diferentes órganos, principalmente riñón, cerebro e hígado, por lo que la causa de muerte puede asociarse no sólo al mecanismo de arritmia ventricular sino también al daño orgánico generalizado.

Dopaje

La cafeína figuró en la lista de sustancias prohibidas por la Asociación Mundial Antidopaje - *World Anti-Doping Agency* (AMA-WADA) desde 1984 hasta el año 2004, momento en que fue retirada. El nivel permitido en orina se limitó a <12 µg/ml, (~6-8 tazas de café). Debido a que las dosis ergogénicas de cafeína son casi indistinguibles de las de un consumo normal, la AMA eliminó su restricción para evitar penalizar injustamente a los atletas. Sin embargo, ante el creciente uso de la cafeína desde su liberalización y para elucidar si la intención de dicho consumo era la mejora del rendimiento, los expertos consideraron en 2017 que se debía incluir en la lista de vigilancia de la AMA, donde continúa a día de hoy, por lo que se siguen monitoreando sus niveles en la actualidad^{44,45}.

Etiquetado / Normativa

La Unión Europea refuerza las obligaciones de informar al consumidor acerca de las bebidas y alimentos (incluidos los complementos alimenticios) que contengan una cantidad elevada de cafeína mediante el Reglamento (UE) nº 1169/2011 que regula la información alimentaria facilitada al consumidor⁴⁶. Si bien la legislación europea sobre complementos alimenticios no especifica el máximo permitido, sí que se regula la información que debe aparecer en el etiquetado en relación con la cafeína⁴⁶:

- Para bebidas en las que la denominación del alimento incluya las palabras “café” o “té” (excepto las fabricadas a base de café, té o de extractos de té o café), tanto las destinadas al consumo sin

modificación alguna como las elaboradas a partir del producto concentrado o deshidratado y que contengan una proporción superior a los 150 mg de cafeína por litro, se debe mencionar:

“Contenido elevado de cafeína: No recomendado para niños ni mujeres embarazadas o en período de lactancia” en el mismo campo visual que la denominación de la bebida, seguida de una referencia al contenido de cafeína expresado en mg por 100 ml.

- Para otros alimentos distintos de las bebidas, a los que se añada cafeína con fines fisiológicos, se debe mencionar:

“Contiene cafeína. No recomendado para niños ni mujeres embarazadas” en el mismo campo visual que la denominación del alimento, seguida de una referencia al contenido de cafeína expresado en mg por 100 g/ml. En el caso de complementos alimenticios, el contenido en cafeína se expresará por porciones, según consumo recomendado diario indicado en el etiquetado.

En cuanto a la cafeína que se utiliza como aroma en la fabricación o preparación de un producto alimenticio, como es el caso de las bebidas de cola, deberá figurar en la lista de ingredientes bajo su denominación específica, inmediatamente después del término “aroma”. En este supuesto, no obstante, no existe la obligación de especificar en el etiquetado la dosis contenida ni las menciones anteriores de restricción en poblaciones especiales, aunque las cantidades máximas permitidas como aroma están recogidas en el Reglamento 1334/2008 sobre aromas⁴⁷.

Por otro lado, en lo que concierne a medicamentos que contengan cafeína, no son objeto de regulación por parte de esta normativa, sino de la Directiva 2001/83/CE, ya que no se categorizan como ‘alimentos’, sino como medicamentos⁴⁸.

A pesar de que en 2011 EFSA emitió un dictamen favorable⁴⁹ para seis declaraciones del artículo 13.1 del Reglamento 1924/2006 (cuatro con condiciones específicas/restricciones de uso y dos relacionadas con el deporte/actividad física), no existen declaraciones de propiedades saludables relacionadas con la cafeína, ya que la Comisión Europea vetó en 2017 la aprobación de dichas declaraciones para proteger al consumidor.

Conclusiones

- La cafeína mejora el rendimiento físico tanto en deportes de resistencia (ejercicio aeróbico) como en actividades de alta intensidad y deportes de equipo (ejercicio anaeróbico).
- A nivel central, el efecto de la cafeína sobre la fatiga se debe a cambios neuroquímicos que modifican la valoración del esfuerzo percibido durante el ejercicio y disminuyen la sensación de dolor, mientras que a nivel periférico se debe a la estimulación de la Na⁺-K⁺-ATPasa que potencia la liberación de calcio desde el retículo sarcoplásmico, mejorando la función neuromuscular.
- Dosis bajas-moderadas de 3-6 mg/kg de peso en forma de cafeína anhidra administradas 30-60 minutos antes del ejercicio parecen tener los resultados positivos más consistentes sobre el rendimiento deportivo, aunque dosis menores de 3 mg/kg de peso (~200 mg) administradas antes o durante actividades prolongadas parecen ser igualmente beneficiosas, sobre todo a nivel cognitivo. Por otro lado, dosis superiores a 9 mg/kg de peso no parecen aumentar

el beneficio ergogénico, pudiendo aumentar el riesgo de efectos adversos que condicionarán el rendimiento deportivo.

- Debido a la variabilidad en la respuesta según el momento de administración, la interacción con otros ingredientes ergogénicos, la disciplina deportiva, el genotipo y el género, se aconseja personalizar los protocolos de uso para lograr el máximo beneficio con los mínimos efectos secundarios.
- El mecanismo letal en caso de intoxicación por cafeína se asocia a alteraciones no sólo a nivel cardíaco, sino también a la afectación sistémica generalizada (renal, cerebral, hepática).
- Aspectos a explorar en futuros estudios sobre la respuesta ergogénica de la cafeína:
 - Influencia del consumo habitual de café/cafeína.
 - Momento óptimo de administración / influencia del ritmo circadiano.
 - Variación del efecto ergogénico según la fuente de cafeína.
 - Influencia del grado de entrenamiento previo del deportista.
 - Influencia de la administración crónica de cafeína en la adaptación al entrenamiento.
 - Influencia de la diferencia de género.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. NIH: National Institutes of Health. Dietary Supplements for Exercise and Athletic Performance (Actualizado 06/2017; Consultado 05/2019). Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/ExerciseAndAthleticPerformance-HealthProfessional/>
2. CRN: Council for Responsible Nutrition. 2018 CRN Consumer Survey on Dietary Supplements. Disponible en: <https://www.crnusa.org/CRNConsumerSurvey>
3. Muñoz Soler, A. Guía de Nutrición para el Entrenamiento de la Fuerza. Madrid. Ediciones Tutor; 2014. p.75-6.
4. Ramírez-Montes CA, Osorio JH. Uso de la cafeína en el ejercicio físico: ventajas y riesgos. *Rev. Fac. Med.* 2013;61(4):459-68.
5. AIS: Australian Institute of Sports. The AIS Sports Supplement Framework. (Actualizado 03/2019; Consultado 03/2019). Disponible en: https://www.sportaus.gov.au/__data/assets/pdf_file/0004/698557/AIS_Sports_Supplement_Framework_2019.pdf
6. ICO: International Coffee Organization. The Current State of the Global Coffee Trade Stats 2016. (Actualizado 10/2016; Consultado 05/2019). Disponible en: http://www.ico.org/monthly_coffee_trade_stats.asp
7. Wan J, Qin Z, Wang P, Sun Y, Liu X. Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Exp Mol Med.* 2017;49(10):e384.
8. Finsterer J. Biomarkers Of Peripheral Muscle Fatigue During Exercise. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13(1):218-30.
9. Boyas S, Guével A. Neuromuscular Fatigue in healthy muscle: Underlying factors and adaptation mechanisms. *Ann Phys Rehabil Med.* 2011;54(2):88-108.
10. Gómez-Campos R, Cossio-Bolaños MA, Brousett M, Hochmuller-Fogaca RT. Mecanismos implicados en la fatiga aguda. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte.* 2010;10(40):537-55.
11. Arce Rodríguez E. Mecanismos fisiológicos de la fatiga neuromuscular. *Rev Med Cos Cen.* 2015;72(615):461-4.
12. Christensen PM, Shirai Y, Ritz C, Nordsborg NB. Caffeine and Bicarbonate for Speed. A Meta-Analysis of Legal Supplements Potential for Improving Intense Endurance Exercise Performance. *Front Physiol.* 2017;8:240.
13. Pickering C, Kiely J. Are the Current Guidelines on Caffeine Use in Sport Optimal for Everyone? Inter-individual Variation in Caffeine Ergogenicity, and a Move Towards Personalised Sports Nutrition. *Sports Med.* 2018;48(1):7-16.
14. Gonglach AR, Ade CJ, Bemben MG, Larson RD, Black CD. Muscle Pain as a Regulator of Cycling Intensity: Effect of Caffeine Ingestion. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(2):287-96.
15. Hodgson AB, Randell RK, Jeukendrup AE. The metabolic and performance effects of caffeine compared to coffee during endurance exercise. *PLoS One.* 2013;8(4):e59561.
16. Brooks JH, Wyld K, Christmas BCR. Caffeine Supplementation as an Ergogenic Aid for Muscular Strength and Endurance: A Recommendation for Coaches and Athletes. *J Athl Enhanc.* 2016;5:4.
17. Astorino TA, Rohmann RL, Firth K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. *Eur J Appl Physiol.* 2008;102(2):127-32.
18. Williams A, Cribb P, Cooke M, Hayes A. The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):464-70.
19. Ali A, O'Donnell J, Foskett A, Rutherford-Markwick K. The influence of caffeine ingestion on strength and power performance in female team-sport players. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016;13:46.
20. Goldstein E, Jacobs PL, Whitehurst, Penhollow T, Antonio J. Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7:18.
21. Grgic J, Mikulic P. Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance trained men. *Eur J Sport Sci.* 2017;17(8):1029-36.
22. Grgic J, Trexler ET, Lazinica B, Pedisic Z. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15:11.
23. Santesteban Moriones V, Ibáñez Santos J. Ayudas ergogénicas en el deporte. *Nutr Hosp.* 2017;34(1):204-15.
24. Palacios N, Manonelles P, Blasco R, Franco L, Gaztañaga T, Manuz B, et al. Ayudas ergogénicas nutricionales para las personas que realizan ejercicio físico. Documento de Consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte.* 2012;29(Supl.1):5-80.
25. Ganio MS, Klau JF, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: A systematic review. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1):315-24.
26. Irwin C, Desbrow B, Ellis A, O'Keefe B, Grant G, Leveritt M. Caffeine withdrawal and high-intensity endurance cycling performance. *J Sports Sci.* 2011;29(5):509-15.
27. Naderi A, de Oliveira EP, Ziegenfuss TN, Willems MT. Timing, optimal dose and intake duration of dietary supplements with evidence-based use in sports nutrition. *J Exerc Nutr Biochem.* 2016;20(4):1-12.
28. Peeling P, Binnie MJ, Goods PSR, Sim M, Burke LM. Evidence-Based Supplements for the Enhancement of Athletic Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018;28(2):178-87.
29. Astorino TA, Roberson DW. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: A systematic review. *J Strength Cond Res.* 2010;24(1):257-65.
30. Duncan MJ, Stanley M, Parkhouse N, Cook K, Smith M. Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(4):392-9.
31. Wellington BM, Leveritt MD, Kelly VG. The effect of caffeine on repeat high intensity effort performance in rugby league players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(2):206-10.
32. Cappelletti S, Piacentino D, Sani G, Aromatario M. Caffeine: cognitive and physical performance enhancer or psychoactive drug? *Curr Neuropharmacol.* 2015;13(1):71-88.
33. Tarnopolsky MA. Caffeine and creatine use in sport. *Ann Nutr Metab.* 2010;57(Suppl.2):1-8.
34. Wickham KA, Spriet LL. Administration of Caffeine in Alternate Forms. *Sports Med.* 2018;48(Suppl.1):79-91.
35. Spriet LL. Exercise and sport performance with low doses of caffeine. *Sports Med.* 2014;44(Suppl. 2):175-84.
36. NIH: National Institutes of Health. Energy Drinks. (Actualizado 07/2018; Consultado 07/2018). Disponible en: <https://nccih.nih.gov/health/energy-drinks>
37. Wassef B, Kohansieh M, Makaryus AN. Effects of energy drinks on the cardiovascular system. *World J Cardiol.* 2017;9(11):796-806.
38. Noguchi K, Matsuzaky T, Sakanashi M, Hamadate N, Uchida T, Kina-Tanada M, et al. Effect of caffeine contained in a cup of coffee on microvascular function in healthy subjects. *J Pharmacol Sci.* 2015;127(2):217-22.
39. Klatsky AL, Hasan AS, Armstrong MA, Udaltsova N, Morton C. Coffee, caffeine, and risk of hospitalization for arrhythmias. *Perm J.* 2011;15(3):19-25.
40. González AB, Hardisson A, Gutiérrez AJ, Rubio C, Frias I, Revert C. Cafeína y quinina en bebidas refrescantes; contribución a la ingesta dietética. *Nutr Hosp.* 2015;32(6):2880-6.
41. Yamamoto T, Yoshizawa K, Kubo S, Emoto Y, Hara K, Waters B, et al. Autopsy report for a caffeine intoxication case and review of the current literature. *J Toxicol Pathol.* 2015;28(1):33-6.
42. Campana C, Griffin PL, Simon EL. Caffeine overdose resulting in severe rhabdomyolysis and acute renal failure. *Am J Emerg Med.* 2014;32(1):111.e3-4.
43. Che B, Wang L, Zhang Z, Zhang Y, Deng Y. Distribution and accumulation of caffeine in rat tissues and its inhibition on semicarbazide-sensitive amine oxidase. *Neurotoxicology.* 2012;33(5):1248-53.

44. WADA: World Anti-Doping Agency. The 2018 Monitored Program. (Consultado 12/2018). Disponible en: <https://www.wada-ama.org/en/resources/science-medicine/monitoring-program>
45. Nationalcoffeeblog.org: National Coffee Association USA (Internet): Can Olympic Athletes Have Caffeine? (Actualizado 12/02/2018; Consultado 02/2019). Disponible en: <https://nationalcoffeeblog.org/2018/02/12/can-olympic-athletes-have-caffeine/>
46. Unión Europea: Reglamento (UE) nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 octubre 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. Diario Oficial de la Comunidades Europeas, 22 noviembre 2011. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32011R1169>
47. Unión Europea: Reglamento (UE) nº 1334/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 diciembre 2008 sobre los aromas y determinados ingredientes alimentarios con propiedades aromatizantes utilizados en los alimentos y por el que se modifican el Reglamento (CEE) nº 1601/91 del Consejo, los Reglamentos (CE) nº 2232/96 y (CE) nº 110/2008 y la Directiva 2000/13/CE. Diario Oficial de la Unión Europea, 31 diciembre 2008. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2008/354/L00034-00050.pdf>
48. Unión Europea: Directiva 2001/83/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 noviembre 2001 por la que se establece un código comunitario sobre medicamentos para uso humano. Diario Oficial de la Comunidades Europeas, 28 noviembre 2001. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2001/311/L00067-00128.pdf>
49. EFSA: European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to caffeine. *EFSA Journal*. 2011;9(4):2054.



Métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales para el aumento de la masa muscular: una revisión sistemática

Javier Raya-González, Manuel Antonio Martínez Sánchez

Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Isabel I. Burgos.

Recibido: 06.06.2019

Aceptado: 02.10.2019

Resumen

Introducción: El aumento de la masa muscular es uno de los principales retos de los entrenadores deportivos, ya sea para optimizar el rendimiento, por razones estéticas o para la mejora de la salud. Por ello, el objetivo de este trabajo fue analizar los métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales de mayor importancia para el aumento de la masa muscular.

Material y método: Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed y Google Scholar usando los siguientes términos: "hypertrophy", "skeletal muscle", "strength" y "training"; y, por otro lado, "hypertrophy", "skeletal muscle" y "nutrition".

Resultados: Tras aplicar las estrategias de búsqueda, se obtuvieron un total de 322 artículos sobre métodos de entrenamiento y 269 respecto a estrategias nutricionales. Tras la lectura de título y resumen se eliminaron 238 y 212 artículos respectivamente. Finalmente, se seleccionaron 26 artículos sobre métodos de entrenamiento y 11 sobre estrategias nutricionales, los cuales cumplieron los criterios de inclusión, y fueron incluidos en esta revisión.

Conclusiones: Los resultados de este estudio sugieren la realización de un entrenamiento con cargas con las siguientes características: 3-5 series de 6-12 repeticiones realizadas en el rango de movimiento completo, con una intensidad cercana al fallo muscular (repeticiones en reserva de 0 a 2), con un volumen de entrenamiento semanal alto, y una frecuencia semanal de 3 días por grupo muscular, empleando varios ejercicios diferentes, combinando contracciones concéntricas y excéntricas, utilizando un foco atencional interno y con un descanso entre series de 2-3 minutos es el método más efectivo para el aumento de la masa muscular. Las estrategias nutricionales juegan un papel fundamental sobre el aumento de la masa muscular, siendo imprescindible un sobre aporte energético para que se produzca hipertrofia. Además, la ingesta de nutrientes como la proteína de suero de leche, la leucina y los ácidos grasos omega-3 favorecen la acreción proteica muscular.

Palabras clave:

Hipertrofia.
Entrenamiento con cargas.
Nutrición.

Training methods and nutritional considerations for the increase of muscle mass: a systematic review

Summary

Introduction: The increase of the muscle mass is one of the main challenges of the athletic trainers, either to optimize the performance, for esthetical reasons or for the health improvement. Therefore, the aim of this study was to analyse the training methods and nutritional aspects for the increase of muscle mass.

Material and method: A data search were conducted in PubMed and Google Scholar databases using the terms: "hypertrophy", "skeletal muscle", "strength" and "training"; on the other hand, "hypertrophy", "skeletal muscle" and "nutrition".

Results: After applying the search strategies, a total of 322 articles on training methods and 269 regarding nutritional strategies were obtained. After reading the title and abstract, 238 and 212 articles were eliminated, respectively. Finally, 26 articles on training methods and 11 on nutritional strategies were selected, which met the inclusion criteria and were included in this review.

Conclusions: The results of this study suggest carrying out a training with external loads with the following characteristics: 3-5 series of 6-12 repetitions, with an intensity close to muscle failure (repetitions in reserve of 0 to 2), with a high weekly training volume, and a weekly frequency of 3 days per muscle group, at full range of several different exercises, combining concentric and eccentric contractions, using an internal attentional focus, and with a rest between sets of 2-3 minutes. The nutritional strategies play a fundamental role on the increase of the muscular mass, being essential a high energetic contribution so that hypertrophy occurs. In addition, the intake of nutrients such as whey protein, leucine and omega-3 fatty acids favour muscle protein accretion.

Key words:

Hypertrophy.
Strength training. Nutrition.

Correspondencia: Javier Raya-González

E-mail: rayagonzalezjavier@gmail.com

Introducción

Actualmente, el aumento de la masa muscular es un objetivo perseguido por millones de personas en todo el mundo, desde culturistas, que buscan optimizar su composición corporal por razones estéticas, hasta halterófilos o deportistas cuyo objetivo es mejorar su rendimiento deportivo¹. Además, este aumento de la masa muscular también se ha buscado con fines saludables, principalmente para evitar la sarcopenia y los problemas derivados de ésta². Por todo ello, el aumento efectivo de la masa muscular se ha convertido en uno de los principales retos de los educadores deportivos.

Esta necesidad ha generado un aumento del interés por conocer los factores que conducen al aumento de la masa muscular¹. En este sentido, parece haber un consenso generalizado sobre cuáles son los factores determinantes del crecimiento muscular, entre los que se han identificado la tensión mecánica, el estrés metabólico y el daño muscular como los aspectos fundamentales que deben producirse durante un entrenamiento con cargas para generar el aumento de la masa muscular³.

Por otro lado, existe cierta controversia sobre cuáles son los métodos de entrenamiento más adecuados para optimizar de manera efectiva el aumento de la masa muscular en los diferentes contextos deportivos y poblacionales⁴. En esta línea, se han estudiado los efectos de la modulación de diferentes parámetros del entrenamiento, como son la intensidad y volumen de entrenamiento o los periodos de descanso y el tipo de contracción utilizada, aunque sin obtener resultados concluyentes¹. A pesar de ello, se ha observado que uno de los aspectos fundamentales para generar el incremento muscular es realizar los programas de entrenamiento hasta el fallo muscular, sin importar la carga utilizada⁵. Sin embargo, son necesarios más estudios que confirmen esta teoría, además de aplicarlos en diferentes poblaciones.

Estudios previos han demostrado que, junto con el entrenamiento, las estrategias nutricionales son fundamentales para optimizar el incremento de la masa muscular. En este sentido, el balance energético parece jugar un papel fundamental, siendo imprescindible generar situaciones de ingesta hipocalórica en los deportistas que pretenden incrementar su masa muscular⁶. En este sentido, tiene gran importancia la ingesta de proteínas, aunque no está del todo claro cuál es la cantidad mínima recomendada para este objetivo^{7,8}. Adicionalmente, se ha establecido que la incorporación de suplementación pre y post entrenamiento puede ayudar a la hipertrofia muscular, principalmente basada en leucina o aminoácidos ramificados⁹. A pesar de todo, no están del todo claros los principios nutricionales y ayudas ergogénicas ideales para optimización del proceso de aumento de la masa muscular.

Por ello, el objetivo de la presente revisión es analizar los métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales de mayor importancia para el aumento de la masa muscular.

Material y método

Con el propósito de dar respuesta al objetivo del presente estudio, se realizó una revisión de la literatura de acuerdo con las líneas de recomendación para revisiones sistemáticas y meta-análisis PRISMA¹⁰. La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en los buscadores y bases de datos PubMed y Google Scholar, para la cual se emplearon, por un lado,

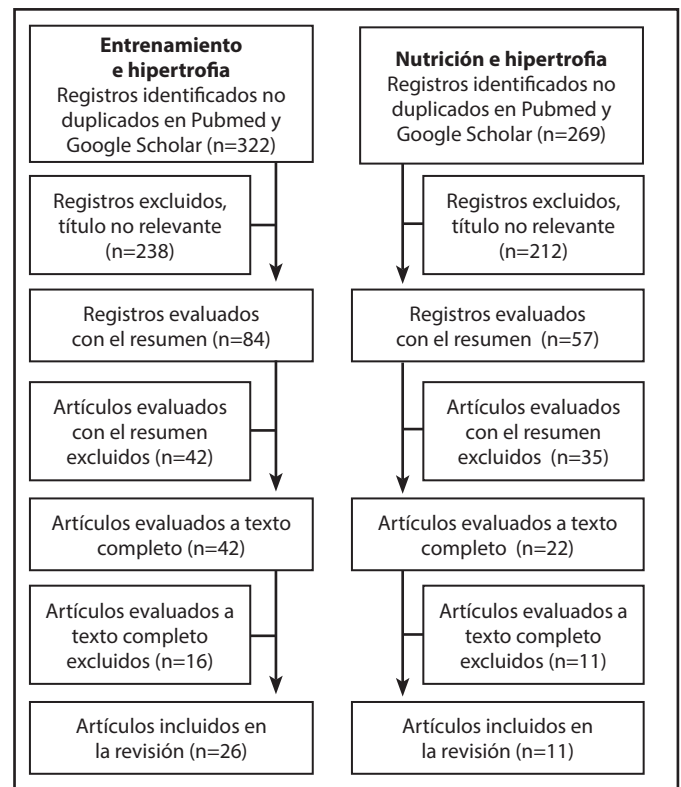
los términos "hypertrophy", "skeletal muscle", "strength" y "training", y por otro, "hypertrophy", "skeletal muscle" y "nutrition". Una vez que los artículos fueron elegidos se analizaron las referencias incluidas en los mismos, para identificar artículos susceptibles de ser incluidos en la revisión. Los criterios de inclusión utilizados fueron: (a) estudios en los que se analizó el impacto del entrenamiento y la nutrición en la hipertrofia muscular, (b) artículos publicados hace menos de 15 años, y (c) artículos publicados en revistas internacionales de impacto (*Journal Citation Report*). Los criterios de exclusión utilizados fueron: (a) estar escritos en otro idioma que no sea inglés, (b) artículos en los cuales la muestra no son seres humanos sanos, (c) artículos en los que la hipertrofia tratada no sea del músculo esquelético, (d) artículos donde se combinara el entrenamiento o la nutrición con el consumo de esteroides anabólicos u otras sustancias ilegales, (e) artículos que no realizaran una valoración pre-post.

Resultados

Métodos de entrenamiento

Un total de 322 resultados respondieron a la estrategia de búsqueda inicial en cuanto a entrenamiento e hipertrofia, una vez que se aplicaron los filtros anteriormente descritos. Tras la lectura de los títulos se eliminaron 238 artículos, por estar repetidos o no ajustarse a la temática analizada, y tras la lectura de los resúmenes se eliminaron 42. Los 42 restantes se leyeron a texto completo y 16 de ellos fueron eliminados, quedando así 26 artículos al finalizar el proceso de selección (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de flujo que describe el procedimiento de la revisión sistemática.



Los 26 trabajos escogidos fueron leídos y analizados en profundidad para realizar la revisión sistemática sobre los métodos de entrenamiento para el aumento de la masa muscular. La revisión estuvo compuesta por un total de 772 sujetos, con una media de 29 participantes por estudio. En 22 de los estudios incluidos, la muestra estuvo formada por hombres, en uno de ellos por mujeres, mientras que en los 3 restantes la formaron tanto hombres como por mujeres. En cuanto a las variables del entrenamiento, se estudió la carga de entrenamiento (4 artículos), intensidad

(3 artículos), el volumen semanal (1 artículo), el número de series por ejercicio (2 artículos), la frecuencia (4 artículos), el descanso entre series (2 artículos), el tipo de entrenamiento (2 artículos), el orden de los ejercicios (2 artículos), acción muscular (1 artículo), tipo de ejercicio (3 artículos), foco atencional (1 artículo) y el rango de movimiento (1 artículo). Por último, la media de duración de los programas de intervención fue de 10 a 12 semanas, siendo de 6 meses el programa de mayor duración y de 6 semanas el de menor duración (Tabla 1).

Tabla 1. Métodos de entrenamiento para el incremento de la masa muscular.

Estudio	Variable	Muestra	Intervención	Resultados
Holm <i>et al.</i> (2008)	Carga	n=12 jóvenes varones no entrenados	Selección cruzada intraindividual en la que todos los sujetos realizaron 3 entrenamientos contra resistencia a la semana, realizando con una pierna un protocolo de entrenamiento y, con la otra pierna, otro: A) Carga ligera: 36 repeticiones (1 repetición cada 5 segundos durante 1 minuto) con el 15,5% del 1RM. B) Carga pesada: 8 repeticiones por serie con el 70% del 1RM. 12 semanas	Incrementos significativos mayores de hipertrofia y fuerza en la pierna con la que se realizó entrenamiento con carga pesada.
Schoenfeld <i>et al.</i> (2014)	Carga	n=20 jóvenes varones entrenados 18-35 años	Asignación aleatoria a uno de los dos protocolos de entrenamiento contra resistencia: A) Entrenamiento de tipo fuerza diseñado para inducir altos niveles de tensión mecánica (2-3 grupos musculares por sesión, con series de 8-12 repeticiones y un descanso entre series de 90 segundos). B) Entrenamiento de tipo hipertrofia diseñado para inducir altos niveles de estrés metabólico (todos los grupos musculares por sesión, con series de 2-4 repeticiones y un descanso entre series de 3 minutos). 8 semanas	No hubo diferencias significativas de volumen de entrenamiento por grupo muscular entre grupos. Tampoco se encontraron diferencias de hipertrofia entre grupos. Sin embargo, si existió un incremento mayor de la fuerza muscular en el entrenamiento de tipo fuerza.
Tanimoto <i>et al.</i> (2008)	Carga	n=36 jóvenes varones no entrenados 19,0 ± 1,5 años	Asignación aleatoria a uno de los tres grupos, 2 de entrenamiento contra resistencia (de cuerpo completo) y 1 de control: A) Grupo de entrenamiento de carga baja y velocidad de movimiento baja (55-60% 1RM con 3 segundos para acciones excéntricas y concéntricas). B) Grupo de entrenamiento de carga alta (80-90% 1RM con 1 segundo para acciones concéntricas y excéntricas). C) Grupo de control: no realizaron ningún tipo de entrenamiento. 13 semanas	Ambos grupos de entrenamiento sufrieron un aumento de la fuerza y masa muscular, sin diferencias significativas entre ambos grupos.
Schoenfeld <i>et al.</i> (2015)	Carga	n=24 jóvenes varones entrenados 18-33 años	Asignación aleatoria a uno de los dos protocolos de entrenamiento contra resistencia: A) De baja carga (25-35 repeticiones al 30-50% 1RM). B) De alta carga (8-12 repeticiones al 70-80% 1RM). 8 semanas	No hubo diferencias significativas de hipertrofia entre grupos. Sin embargo, si existió un aumento mayor de la fuerza absoluta y relativa en el entrenamiento con cargas elevadas, y un aumento mayor de resistencia muscular en el de con baja carga.
Sampson <i>et al.</i> (2016)	Intensidad	n=28 jóvenes varones sin experiencia	Asignación aleatoria a uno de los tres protocolos de entrenamiento contra resistencia (85% 1RM 3 días/semana): A) No fallo, máxima velocidad fase concéntrica B) No fallo, máxima velocidad fase concéntrica y excéntrica C) Fallo muscular 12 semanas	Similares ganancias de masa muscular siguiendo los 3 protocolos de entrenamiento con cargas.
Nóbrega <i>et al.</i> (2018)	Intensidad	n=32 jóvenes varones sin experiencia 23 ± 3,6 años	Asignación aleatoria a uno de los cuatro protocolos de entrenamiento contra resistencia (3 series al 80% 1RM): A) No fallo, baja intensidad. B) No fallo, alta intensidad. C) Fallo muscular, baja intensidad. D) Fallo muscular, alta intensidad. 6 semanas	Similares ganancias de masa muscular entrenando hasta el fallo muscular que cuando no se alcanzaba este, con independencia de la intensidad utilizada.

(Continúa)

Estudio	Variable	Muestra	Intervención	Resultados
Martorelli <i>et al.</i> (2017)	Intensidad	n=18 mujeres jóvenes sin experiencia 22 ± 3,3 años	Asignación aleatoria a uno de los 3 protocolos de entrenamiento contra resistencia (70% 1RM): A) Fallo muscular. B) No fallo, volumen igualado. C) No fallo muscular, volumen bajo. 10 semanas	Ganancias musculares similares cuando se alcanza o no se alcanza el fallo muscular al mantener el volumen de entrenamiento igualado.
Schoenfeld <i>et al.</i> (2019)	Volumen (series semanales)	n=34 jóvenes varones entrenados 18-35 años	Asignación aleatoria a uno de los tres protocolos de entrenamiento contra resistencia: A) Volumen bajo (de 6 a 9 series por grupo muscular a la semana). B) Volumen medio (de 18 a 27 series por grupo muscular a la semana). C) Volumen alto (de 30 a 45 series por grupo muscular a la semana). 8 semanas	Mayores incrementos de la masa muscular a medida que aumenta el volumen semanal de entrenamiento, mostrando una relación significativa de dosis-respuesta.
Radaelli <i>et al.</i> (2015)	Volumen (series por ejercicio)	n=48 jóvenes varones sin experiencia en el entrenamiento con pesas, aunque con experiencia en el entrenamiento militar tradicional 24,4 ± 0,9 años	Asignación aleatoria a uno de los cuatro grupos, 3 de entrenamiento contra resistencia (3 entrenamientos a la semana con al menos 48-72 horas de descanso entre sesiones) y 1 de control: A) Grupo que realizó 1 serie por ejercicio. B) Grupo que realizó 3 series por ejercicio. C) Grupo que realizó 5 series por ejercicio. D) Grupo de control: no realizaron el programa de entrenamiento con pesas, pero sí un programa tradicional militar de ejercicios con el propio peso corporal. 6 meses	Incrementos significativos mayores de hipertrofia en el grupo que realizó 5 series por ejercicio, con respecto al resto de grupos. También se observó un mayor aumento de la hipertrofia en el grupo que realizó 3 series por ejercicio, con respecto al grupo que tan solo realizó 1.
Sooneste <i>et al.</i> (2013)	Volumen (series por ejercicio)	n=8 jóvenes varones sedentarios no entrenados 19-29 años	Selección cruzada intraindividual en la que todos los sujetos realizaron 2 entrenamientos contra resistencia a la semana, realizando con un brazo un protocolo de entrenamiento y, con el otro brazo, otro: A) 3 series por sesión. B) 1 serie por sesión. 12 semanas	Incrementos significativos mayores de fuerza e hipertrofia en el brazo con el que se realizó 3 series por sesión.
Brigatto <i>et al.</i> (2019)	Frecuencia	n=20 jóvenes varones entrenados 19-35 años	Asignación aleatoria a uno de los dos protocolos de entrenamiento contra resistencia: A) Frecuencia de 1 día a la semana cada grupo muscular. B) Frecuencia de 2 días a la semana cada grupo muscular. 8 semanas	No se observaron diferencias significativas en el aumento de la masa muscular al entrenar con una frecuencia semanal por grupo muscular de 1 o 2 días.
Zaroni <i>et al.</i> (2019)	Frecuencia	n=18 jóvenes varones entrenados 18-30 años	Asignación aleatoria a uno de los dos protocolos de entrenamiento contra resistencia: A) Frecuencia de 1 día a la semana cada grupo muscular. B) Frecuencia de 5 días a la semana cada grupo muscular. 8 semanas	Incrementos de masa muscular significativamente mayores en el grupo que entrenó con una frecuencia de 5 días/semana respecto al grupo que lo hizo 1 día/semana, tanto en la musculatura del tren inferior como superior.
Saric <i>et al.</i> (2019)	Frecuencia	n=27 jóvenes varones entrenados mayores de 18 años	Asignación aleatoria a uno de los dos protocolos de entrenamiento contra resistencia: A) Frecuencia de 3 días a la semana cada grupo muscular. B) Frecuencia de 6 días a la semana cada grupo muscular. 6 semanas	No se observaron diferencias significativas en el aumento de la masa muscular al entrenar con una frecuencia semanal por grupo muscular de 3 o 6 días.
Schoenfeld <i>et al.</i> (2015)	Frecuencia	n=20 jóvenes varones entrenados 19-29 años	Asignación aleatoria a uno de los dos protocolos de entrenamiento contra resistencia: A) Frecuencia de 1 día a la semana cada grupo muscular. B) Frecuencia de 3 días a la semana cada grupo muscular. 8 semanas	Mayores incrementos significativos de hipertrofia en el grupo que entrenó cada grupo muscular 3 días a la semana.
Buresh <i>et al.</i> (2009)	Descanso entre series	n=12 jóvenes varones no entrenados 19-27 años	Asignación aleatoria a uno de los dos protocolos de descanso de entrenamiento contra resistencia: A) Descanso entre series de 1 minuto. B) Descanso entre series de 2,5 minutos 10 semanas	Incrementos significativos de una mayor hipertrofia en el grupo con intervalos de descanso más largos, sin diferencias en términos de fuerza.

(Continúa)

Estudio	Variable	Muestra	Intervención	Resultados
Schoenfeld et al. (2016)	Descanso entre serie	n=23 jóvenes varones entrenados 18-35 años	Todos realizaron 3 entrenamientos a la semana de cuerpo completo compuestos por 3 series de 8-12 repeticiones de 7 ejercicios diferentes por sesión. Asignación aleatoria a uno de los dos protocolos de descanso de entrenamiento contra resistencia: A) Descanso entre series de 1 minuto. B) Descanso entre series de 3 minutos. 8 semanas	Incremento no muy significativo mayor de adición de carga en el grupo con descansos más largos. Incrementos significativos de una mayor hipertrofia y fuerza máxima en el grupo con intervalos de descanso más largos.
Fonseca et al. (2014)	Tipo de entrenamiento	n=70 jóvenes varones no entrenados 26,1 ± 4,3 años	Asignación aleatoria a uno de los cinco grupos, 4 de entrenamiento contra resistencia de miembro inferior orientado a la hipertrofia (2 sesiones por semana, 6-10 repeticiones por serie) y 1 de control: A) Ejercicio e intensidad constante: sentadillas a 8 repeticiones. B) Ejercicio variado e intensidad constante: sentadillas, press de piernas, peso muerto y lunges a 8 repeticiones. C) Ejercicio constante e intensidad variada: sentadilla a 6-10 repeticiones. D) Ejercicio variado e intensidad variada: sentadillas, press de piernas, peso muerto y lunges a 6-10 repeticiones. E) Grupo de control: no realizaron ningún tipo de entrenamiento. 12 semanas	Incrementos significativos mayores de hipertrofia en el grupo que realizó ejercicio variado, tanto con intensidad variada como con intensidad constante, presentando este último mayores ganancias de fuerza.
Stasinaki et al. (2015)	Tipo de entrenamiento	n=25 jóvenes varones entrenados 21,9 ± 1,9 años	Asignación aleatoria a uno de los tres grupos de entrenamiento contra resistencia: A) Grupo de entrenamiento compuesto: 3 entrenamientos a la semana, alternando sesiones de baja velocidad y alta carga (fuerza) con sesiones de alta velocidad y baja carga (potencia). B) Grupo de entrenamiento complejo: 3 entrenamientos a la semana, incluyendo trabajos de fuerza y potencia en todas las sesiones. C) Grupo de control: no realizaron ningún tipo de entrenamiento. 6 semanas	Incrementos significativos mayores de fuerza e hipertrofia en el grupo que realizó entrenamiento complejo. Por el contrario, el grupo de entrenamiento compuesto mostró un incremento mayor en niveles de potencia.
Fisher et al. (2014)	Orden de los ejercicios	n=41 hombres y mujeres entrenados	Todos los sujetos entrenaron 2 días a la semana, con una única serie e intensidad moderada de carga hasta el fallo muscular. Asignación aleatoria a uno de los tres protocolos de entrenamiento contra resistencia: A) Grupo entrenado con ejercicios aislados, progresando hacia ejercicios compuestos, sin descanso entre ejercicios. B) Grupo entrenado con ejercicios aislados, progresando hacia ejercicios compuestos, con descanso entre ejercicios. C) Grupo de control, entrenado con ejercicios compuestos, progresando hacia ejercicios aislados, con descanso. 12 semanas	No se encontraron diferencias significativas de hipertrofia entre grupos.
Spinetti et al. (2010)	Orden de los ejercicios	n=30 jóvenes varones entrenados 22-30 años	Asignación aleatoria a uno de los tres grupos, 2 de entrenamiento contra resistencia (2 sesiones por semana con al menos un descanso entre sesiones de 72 horas) y 1 de control: A) Grupo entrenado con ejercicios de grupos musculares grandes, progresando hacia ejercicios de grupos musculares pequeños. B) Grupo entrenado con ejercicios de grupos musculares pequeños, progresando hacia los de grupos musculares grandes. C) Grupo de control: no realizaron el programa de entrenamiento con pesas, pero sí un programa tradicional militar. 12 semanas	No hubo diferencias significativas de hipertrofia entre grupos.
Reeves et al. (2009)	Tipo de acción muscular	n=19 hombres y mujeres mayores no entrenados 65-77 años	Todos realizaron 3 entrenamientos a la semana trabajando a 5 repeticiones con el 80% del 1RM. Asignación aleatoria a uno de los dos protocolos de entrenamiento contra resistencia: A) Entrenamiento convencional: realizando contracciones concéntricas y excéntricas. B) Entrenamiento excéntrico: realizando tan solo contracciones excéntricas. 14 semanas	No hubo diferencias significativas de hipertrofia entre grupos, aunque las adaptaciones en la arquitectura y fuerza del músculo fueron distintas.

(Continúa)

Estudio	Variable	Muestra	Intervención	Resultados
Paoli <i>et al.</i> (2017)	Tipo de ejercicio	n=36 hombres deportistas sin experiencia en entrenamiento de fuerza 28 ± 4,5 años	Asignación aleatoria a uno de los dos grupos de entrenamiento contra resistencia: A) Basado en ejercicios uniarticulares. B) Basado en ejercicios multiarticulares.	No hubo diferencias significativas de hipertrofia entre ambos grupos a pesar de utilizar ejercicios de diferente tipo.
De França <i>et al.</i> (2015)	Tipo de ejercicio	n=20 hombres entrenados 28 ± 4,5 años	Asignación aleatoria a uno de los dos grupos de entrenamiento contra resistencia: A) Basado en ejercicios uniarticulares y multiarticulares. B) Basado en ejercicios multiarticulares.	No hubo diferencias significativas de hipertrofia entre ambos grupos.
Gentil <i>et al.</i> (2015)	Tipo de ejercicio	n=29 hombres sin experiencia en entrenamiento de fuerza 28 ± 4,5 años	Asignación aleatoria a uno de los dos grupos de entrenamiento contra resistencia: A) Basado en ejercicios uniarticulares. B) Basado en ejercicios multiarticulares	No hubo diferencias significativas de hipertrofia entre ambos grupos a pesar de utilizar ejercicios de diferente tipo.
Schoenfeld <i>et al.</i> (2018)	Foco atencional	n=30 varones universitarios 18-35 años	Asignación aleatoria a uno de los 2 grupos, (3 sesiones por semana con 4 series 8-10 repeticiones): A) Foco interno (centrado en la contracción muscular). B) Foco externo (centrado en la resistencia a movilizar). 8 semanas	Incrementos significativos de una mayor hipertrofia en el grupo de foco interno tanto en la musculatura flexora del codo como en la musculatura del cuádriceps.
McMahon <i>et al.</i> (2014)	Rango de movimiento	n=26 jóvenes hombres y mujeres físicamente activos 18-26 años	Asignación aleatoria a uno de los tres grupos, 2 de entrenamiento contra resistencia (3 sesiones por semana con 3 series al 80% 1RM) y 1 de control: A) Grupo entrenado con ROM parcial. B) Grupo entrenado con ROM completo. C) Grupo de control: no realizaron ningún tipo de entrenamiento. 8 semanas	Incrementos significativos de una mayor hipertrofia en el grupo que entreno con un rango de movimiento completo.

Estrategias nutricionales

Un total de 269 resultados respondieron a la estrategia de búsqueda inicial en cuanto a nutrición e hipertrofia, una vez que se aplicaron los filtros anteriormente descritos. Tras la lectura de los títulos se eliminaron 212 artículos y tras la lectura de los resúmenes se eliminaron 35. Los 22 restantes se leyeron a texto completo y 11 de ellos fueron eliminados, quedando así 11 artículos al finalizar el proceso de selección (Figura 1).

Los 11 trabajos escogidos fueron leídos y analizados en profundidad para realizar la revisión sistemática sobre los aspectos nutricionales para el aumento de la masa muscular. La revisión estuvo compuesta por un total de 1.071 sujetos, con una media de 97 participantes por estudio. En 9 de los estudios incluidos, la muestra estuvo formada por hombres, mientras que, en los 2 restantes, la formaron tanto hombres como por mujeres. Por otra parte, la mayoría de los artículos presentaron un periodo de intervención de 12 semanas. Así mismo, la mayor duración de una intervención fue de 40 meses, mientras que la menor duración fue de 4 semanas (Tabla 2).

Discusión

El objetivo de este estudio fue analizar los métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales de mayor importancia para el aumento de la masa muscular.

Métodos de entrenamiento

En relación a la carga de entrenamiento, se observó un aumento de la masa muscular con cargas muy diversas, desde cargas muy ligeras¹¹, bajas^{12,13} o medias¹⁴, hasta cargas altas^{11,12,14} o muy altas¹³. Tan solo se observaron diferencias entre cargas en el estudio realizado por Holm *et al.*¹¹, mostrando un mayor incremento de masa muscular en los sujetos que entrenaban con cargas más pesadas. Esto indica la necesidad de individualizar la carga a los requerimientos de cada deportista, así como la importancia de utilizar un amplio rango de cargas, favoreciendo los diferentes tipos de adaptaciones.

Diversos autores han postulado que se necesita alcanzar el fallo muscular para maximizar el crecimiento muscular^{15,16}. Sin embargo, recientes estudios realizados tanto con hombres como con mujeres han mostrado que no es necesario alcanzarlo, y que entrenar a una intensidad cercana a este (terminando la serie 2-3 repeticiones antes de alcanzar el fallo) produce efectos similares en el aumento de la masa muscular comparado con entrenar llegando al fallo muscular real¹⁷⁻¹⁹. En este sentido, Zourdos *et al.*²⁰ propusieron el concepto de repetición en reserva (RIR), el cual indica el número de repeticiones que podría realizar un sujeto al finalizar cada serie, siendo una RIR de 0 el fallo muscular real, mientras que un RIR de 2 implicaría acabar la serie dos repeticiones antes de alcanzar el fallo muscular. Sin embargo, se necesita que los sujetos se familiaricen con este concepto para poder aplicarlo de manera fiable

Tabla 2. Estrategias nutricionales para el incremento de la masa muscular.

Estudio	Temática	Muestra	Intervención	Resultados
Boone <i>et al.</i> (2015)	Suplementación proteínica	n=20 jóvenes varones no entrenados 21,4 ± 1,9 años	Todos realizaron un entrenamiento contra resistencia (3 sesiones a la semana en días no consecutivos, 3 series por ejercicio de 8-10 repeticiones al 80% del 1RM). Asignación aleatoria a uno de los dos grupos nutricionales: A) Ingesta de proteína. B) Ingesta de placebo. 4 semanas	Ambos grupos mostraron un aumento de la fuerza y masa muscular, sin diferencias significativas entre ambos grupos.
Chappell, Simper y Barker (2018)	Hábitos nutricionales	n=51 hombres y mujeres competidores de culturismo natural	Se recogieron las prácticas dietéticas de cada uno de los culturistas, para ello tuvieron que completar un cuestionario de 34 ítems que evaluaba la dieta en tres momentos. 22 ± 9 semanas	La nutrición de los culturistas reflejó unos hábitos nutricionales que destacaban por un alto consumo de carbohidratos y proteínas, y un bajo consumo de grasas.
Farup <i>et al.</i> (2014)	Suplementación proteínica	n=22 jóvenes varones	Asignación aleatoria a uno de los dos grupos nutricionales: A) Ingesta de un hidrolizado de proteína de suero de leche, con alto contenido de leucina, con carbohidratos. B) Ingesta de carbohidratos. A su vez, en dichos grupos se llevó a cabo una selección cruzada intraindividual en la que los sujetos realizando con una pierna un protocolo de entrenamiento y, con la otra pierna, otro: A) Contracciones concéntricas. B) Contracciones excéntricas. 12 semanas	Incrementos significativos mayores de hipertrofia en el grupo que consumió el hidrolizado de proteína de suero con alto contenido de leucina, independientemente del modo de contracción.
Garthe <i>et al.</i> (2013)	Balance energético	n=47 atletas de élite 17-31 años	Todos continuaron su entrenamiento específico del deporte, incluyendo cuatro entrenamientos adicionales de hipertrofia por semana. Asignación aleatoria a uno de los dos grupos nutricionales: A) Grupo con asesoramiento nutricional: siguiendo un plan alimentación que proporcionaba un balance de energía positivo (+500 kcal/día). B) Grupo "ad libitum": ingesta de energía a su gusto. 8-12 semanas	Incrementos mayores de masa libre de grasa en el grupo que consumió el subreaporte calórico, acompañados también de un aumento mayor de los depósitos grasos.
Hulmi <i>et al.</i> (2015)	Proteína de suero de leche y carbohidratos	n=86 hombres físicamente activos	Asignación aleatoria a uno de los tres grupos nutricionales post-entrenamiento: A) 30 g. de proteína de suero de leche. B) Carbohidratos isocalóricos. C) Proteína de suero de leche e hidratos. A su vez, en dichos grupos se llevó a cabo una asignación aleatoria a uno de los dos posibles métodos de entrenamiento (ambos entrenamientos de cuerpo completo, con 2-3 sesiones por semana): A) Entrenamiento de fuerza máxima: 4-6 repeticiones al 86-95% del 1 RM. B) Entrenamiento de hipertrofia muscular: 8-12 repeticiones al 75-85% del 1 RM. 12 semanas	Incremento de la masa libre de grasa y la fuerza por el entrenamiento, sin diferencias entre grupos de nutrición post-entrenamiento. Dicho incremento de la masa libre se grasa fue ligeramente mayor en el grupo que consumió proteínas después de entrenar, debido a un aumento relativo, ya que se produjo una disminución de la grasa abdominal en este grupo
Kukuljan <i>et al.</i> (2009)	Suplementación: leche fortificada	n=180 hombres adultos 50-79 años	Asignación aleatoria a uno de los cuatro grupos de estudio: A) Entrenamiento + Leche fortificada. B) Entrenamiento. C) Leche fortificada. D) Grupo de control. 18 meses	El consumo de leche fortificada no demostró ningún beneficio adicional en términos de fuerza e hipertrofia. El aumento en la fuerza e hipertrofia que se produjo fue asociada al entrenamiento y no a la suplementación.
Rahbek <i>et al.</i> (2014)	Suplementación: proteínas y carbohidratos	n=24 jóvenes varones físicamente activos 23.9 ± 0.8 años	Asignación aleatoria a uno de los dos grupos nutricionales: A) Ingesta de un hidrolizado de proteína de suero y carbohidratos. B) Ingesta de carbohidratos isocalóricos. A su vez, en dichos grupos se llevó a cabo una asignación aleatoria a uno de los dos posibles tipos de entrenamiento: A) De contracciones concéntricas. B) De contracciones excéntricas. 12 semanas	Independientemente del tipo de contracción entrenado, se produjo un incremento significativo mayor de hipertrofia, señal anabólica y síntesis de proteína muscular, en el grupo que consumió el hidrolizado de proteína de suero y carbohidratos.

(Continúa)

Estudio	Temática	Muestra	Intervención	Resultados
Smith <i>et al.</i> (2011)	Ácidos grasos omega-3	n=16 hombres y mujeres de edad avanzada 65 años o más	Asignación aleatoria a uno de los dos grupos nutricionales post-entrenamiento: A) Ingesta de ácidos grasos omega-3. B) Ingesta de aceite de maíz. 8 semanas	La suplementación con ácidos grasos omega-3 provocó un aumento en la acreción de proteínas musculares, siendo esta misma insignificante con la ingesta de aceite de maíz.
Snijders <i>et al.</i> (2015)	Proteínas antes de dormir	n=44 jóvenes varones físicamente activos 22 ± 1 años	Todos realizaron un entrenamiento contra resistencia (3 sesiones a la semana, incrementándose gradualmente la carga desde 10-15 repeticiones al 70% del 1RM hasta 8-10 repeticiones al 80% de 1RM). Asignación aleatoria a uno de los dos grupos nutricionales de antes del sueño: A) Ingesta de proteína. B) Ingesta de placebo. 12 semanas	Incrementos significativamente mayores de masa muscular y fuerza en el grupo que realizó una ingesta de proteína antes de dormir.
Verdijk <i>et al.</i> (2009)	Suplementación proteínica	n=28 hombres de edad avanzada 72 ± 2 años	Todos realizaron un entrenamiento contra resistencia (3 sesiones a la semana, incrementándose gradualmente la carga desde 10-15 repeticiones al 60% del 1RM hasta 8-10 repeticiones al 75% de 1RM). Asignación aleatoria a uno de los dos grupos nutricionales para antes y después de cada sesión: A) Ingesta de proteína. B) Ingesta de placebo. 12 semanas	Ambos grupos mostraron un aumento de la fuerza y masa muscular, sin diferencias significativas entre ambos grupos.
Wardenaar <i>et al.</i> (2017)	Macronutrientes	n=553 atletas bien entrenados 17-31 años	Se obtuvieron cuestionarios y recordatorios dietéticos a 24 horas de cada atleta, con el objetivo de comparar, entre categorías de disciplina, la energía total y la ingesta de macronutrientes. 40 meses	Los atletas de fuerza fueron los que mayor cantidad de proteínas consumían.

durante el entrenamiento²¹. A pesar de todo, existen momentos en los que puede ser interesante alcanzar el fallo muscular real, como cuando se entrena con cargas bajas, en la primera serie de un programa de entrenamiento o en bloques de entrenamiento pequeños (máximo de 4 semanas) así como con frecuencias semanales de entrenamiento bajas, debido al gran tiempo de recuperación que requiere esta práctica²². El hecho de no seguir estas indicaciones respecto al entrenamiento alcanzando el fallo muscular puede afectar negativamente en el rendimiento de los deportistas, incrementando las posibilidades de sufrir el síndrome de sobreentrenamiento o un burnout psicológico²³.

Respecto al volumen de entrenamiento, definido como el número de series que se dedican semanalmente a cada grupo muscular, se observa que existe una tendencia al aumento de la hipertrofia cuando se aumenta este volumen semanal. En este sentido Schoenfeld *et al.*²⁴ observaron una relación significativa de dosis-respuesta entre el volumen de entrenamiento semanal y el aumento de la masa muscular. Al entrenar con sujetos desentrenados se aprecia la misma tendencia, aunque sin diferencias significativas entre los diferentes volúmenes de entrenamiento, por lo que es aconsejable adaptar este volumen a las características individuales de cada deportista, debiendo ser este mayor cuanto mayor sea el nivel del deportista. Por otro lado, en relación al número de series por ejercicio se observó que los niveles de hipertrofia fueron mayores en aquellos protocolos de entrenamiento que realizaron más series (3-5 series) por ejercicio^{25,26}. En ambos estudios se recomienda aumentar los volúmenes de entrenamiento conforme mayor sea la experiencia de los deportistas en relación al entrenamiento con cargas, siguiendo el principio de progresión de la carga²⁷.

La frecuencia semanal de entrenamiento parece ser un aspecto importante para el aumento de la masa muscular. Brigatto *et al.*²⁸ observaron que no existían diferencias significativas en cuanto al aumento de la masa muscular tras entrenar cada grupo muscular con una frecuencia semanal de 1 o 2 días. Sin embargo, al aumentar sustancialmente la frecuencia de entrenamiento semanal para cada grupo muscular (1 día vs. 5 días, con el mismo volumen total), Zaroni *et al.*²⁹ observaron un incremento mayor en el grupo que entreno 5 días a la semana cada grupo muscular. En esta línea, en el estudio llevado a cabo por Schoenfeld *et al.*³⁰ se evidenció un mayor aumento de la masa muscular en aquellos sujetos con una frecuencia de entrenamiento mayor (1 día vs. 3 días, con el mismo volumen total). Por último, Saric *et al.*³¹ observaron un aumento de masa muscular similar al entrenar cada grupo muscular 3 o 6 días a la semana. Por todo esto, entrenar cada grupo muscular 3 veces a la semana parece ser una frecuencia adecuada y suficiente para optimizar el aumento de la masa muscular. En este sentido, las rutinas de cuerpo completo podrían ser una buena opción para aumentar la frecuencia semanal de entrenamiento para cada grupo muscular.

Atendiendo al descanso entre series, no se observaron diferencias significativas al aplicar diferentes tiempos de descanso entre series^{32,33}. Sin embargo, Schoenfeld *et al.*³³ postularon que aplicando periodos de descanso entre series mayores (2-3 minutos) se facilita la realización volúmenes de entrenamiento más altos, y consecuentemente, un mayor aumento de la masa muscular.

Varios estudios han mostrado mayores aumentos de masa muscular en aquellos sujetos que realizaron sesiones más variadas en cuanto a número y tipo de ejercicios^{34,35}, aunque que no se han observado

diferencias en el aumento de la masa muscular al variar el orden de los ejercicios dentro de la misma sesión de entrenamiento^{36,37}. Por otro lado, Reeves *et al.*³⁸ demostraron que tanto las contracciones concéntricas como las excéntricas producen un similar crecimiento muscular, aunque cada tipo de contracción da lugar diferentes respuestas y adaptaciones musculares. Por ello, se recomienda incorporar ambos tipos de contracciones en las sesiones de entrenamiento.

Estudios previos han mostrado que no existen diferencias en el incremento de la masa muscular al utilizar ejercicios uniarticulares o multiarticulares^{39,40}. Incluso se ha estudiado si el hecho de incluir ejercicios uniarticulares de manera adicional a programas de entrenamiento basados en ejercicios de carácter multiarticular producían mayores aumentos en el nivel de hipertrofia, sin obtener resultados significativos⁴¹. Estas evidencias sugieren que los ejercicios uniarticulares y multiarticulares son igual de efectivos para el aumento de la masa muscular, por lo que la selección del tipo de ejercicio debe realizarse en base a las necesidades individuales de cada deportista, como el tiempo y el equipamiento disponible, la especificidad de los movimientos o las preferencias de cada deportista.

Otro aspecto a tener en cuenta es la orientación del foco atencional durante los programas de entrenamiento de fuerza desarrollados con el objetivo de aumentar la masa muscular. A pesar de que existe poca evidencia al respecto, Schoenfeld *et al.*⁴² observaron un mayor nivel de hipertrofia cuando el foco atencional era de carácter interno (es decir, el individuo piensa en los movimientos de su propio cuerpo durante la ejecución de los ejercicios). Esto parece ser debido a existencia de una conexión "mente-músculo", por lo que se recomienda visualizar el músculo objetivo y dirigir conscientemente el impulso neural a este, para así aumentar su activación.

Por último, se ha evidenciado que realizar los ejercicios de fuerza cumpliendo con un rango de movimiento completo produce un mayor incremento en el crecimiento muscular, debido principalmente a que los músculos se ven expuesto a diferentes estímulos y adaptaciones en cada ángulo del rango de movimiento⁴³.

Estrategias nutricionales

En relación al balance energético, Garthe *et al.*⁴⁴ demostraron que combinar un programa de entrenamiento de fuerza junto con un sobre aporte energético mejora el efecto anabólico, produciendo ganancias de masa libre de grasa. En esta línea, Chappell *et al.*⁴⁵ observaron que los culturistas presentaban unos hábitos nutricionales que destacaban por un alto consumo de carbohidratos y proteínas, así como un bajo consumo de grasas. A pesar de ello, el consumo excesivo de energía debe ser considerado profundamente por los posibles efectos adversos sobre el aumento en los niveles de grasa corporal⁴⁶.

Al analizar el efecto de combinar la suplementación con proteína junto al entrenamiento con cargas en sujetos no entrenados, diversos estudios han mostrado que no se consigue un mayor aumento de la masa muscular en comparación con la realización única del entrenamiento⁴⁷⁻⁵⁰. Por el contrario, Farup *et al.*⁹ y Rahbek *et al.*⁵¹ observaron mayores aumentos de la masa muscular tras la suplementación mediante un hidrolizado de proteína de suero de leche con elevado contenido de leucina, combinado con carbohidratos, demostrándose este aminoá-

cido como un potente favorecedor de la síntesis de proteína muscular. Además, se ha observado que la ingesta de suplementación basada en proteínas antes del sueño representa una estrategia dietética eficaz para aumentar la masa muscular durante el desarrollo de programas de entrenamiento con cargas⁵².

En cuanto a los ácidos grasos, Smith *et al.*⁵³ demostraron que la suplementación con ácidos grasos omega-3 provocaba un aumento en la acreción de proteínas musculares.

Conclusión

Los resultados obtenidos sugieren que la realización de un entrenamiento con cargas con las siguientes características: 3-5 series de 6-12 repeticiones realizadas en el rango de movimiento completo, con una intensidad cercana al fallo muscular (RIR 0 a 2), con un volumen de entrenamiento semanal alto, y una frecuencia semanal de 3 días por grupo muscular, empleando varios ejercicios diferentes, combinando contracciones concéntricas y excéntricas, utilizando un foco atencional interno y con un descanso entre series de 2-3 minutos es el método más efectivo para el aumento de la masa muscular. Por otro lado, se sugiere un sobre aporte calórico basado en el consumo de leucina y ácidos grasos omega-3, así como incluir una ingesta de proteína de suero de leche antes de dormir.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(10):2857-72.
- Tesch PA, Fernandez-Gonzalo R, Lundberg TR. Clinical applications of iso-inertial, eccentric-overload (YoYo™) resistance exercise. *Front Physiol.* 2017;8:241.
- Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(6):555-63.
- Csapo R, Alegre LM. Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26(9):995-1006.
- Dinyer TK, Byrd MT, Garver MJ, Rickard AJ, Miller WM, Burns E, et al. Low-load vs. high-load resistance training to failure on one repetition maximum strength and body composition in untrained women. *J Strength Cond Res.* (Ahead of print).
- Lambert CP, Frank LL, Evans WJ. Macronutrient considerations for the sport of bodybuilding. *Sports Med.* 2004;34(5):317-27.
- Schoenfeld B. *Science and Development of Muscle Hypertrophy.* Champaign: Human Kinetics; 2016. p.29.
- Cholewa J, Trexler E, Lima-Soares F, de Araujo-Pessoa K, Sousa-Silva S, Santos AM, et al. Effects of dietary sports supplements on metabolite accumulation, vasodilation and cellular swelling in relation to muscle hypertrophy: A focus on "secondary" physiological determinants. *Nutrition.* 2019;60:241-51.
- Farup J, Rahbek SK, Vendelbo MH, Matzon A, Hindhede J, Bejder A, et al. Whey protein hydrolysate augments tendon and muscle hypertrophy independent of resistance exercise contraction mode. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24(5):788-98.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000097.
- Holm L, Reitelsheder S, Pedersen TG, Doessing S, Petersen SG, Flyvbjerg A, et al. Changes in muscle size and MHC composition in response to resistance exercise with heavy and light loading intensity. *J Appl Physiol.* 2008;105(5):1454-61.

12. Schoenfeld BJ, Peterson MD, Ogborn D, Contreras B, Sonmez GT. Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *J Strength Cond Res.* 2015;29(10):2954-63.
13. Tanimoto M, Sanada K, Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Tabata I, et al. Effects of whole-body low-intensity resistance training with slow movement and tonic force generation on muscular size and strength in young men. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(6):1926-38.
14. Schoenfeld BJ, Ratamess NA, Peterson MD, Contreras B, Sonmez GT, Alvar BA. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. *J Strength Cond Res.* 2014;28(10):2909-18.
15. Fisher J, Steele J. Evidence-based resistance training recommendations for muscular hypertrophy. *Med Sport.* 2013;17(4):217-35.
16. Willardson JM, Norton L, Wilson G. Training to failure and beyond in mainstream resistance exercise programs. *Strength Cond J.* 2010;32(3):21-9.
17. Sampson JA, Groeller H. Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength? *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26(4):375-83.
18. Nóbrega SR, Ugrinowitsch C, Pintanel L, Barcelos C, Libardi CA. Effect of resistance training to muscle failure vs. volitional interruption at high- and low-intensities on muscle mass and strength. *J Strength Cond Res.* 2018;32(1):162-9.
19. Martorelli S, Cadore EL, Izquierdo M, Celes R, Martorelli A, Cleto VA, et al. Strength training with repetitions to failure does not provide additional strength and muscle hypertrophy gains in young women. *Eur J Transl Myol.* 2017;27(2):6339.
20. Zourdos MC, Klemp A, Dolan C, Quiles J, Schau K, Jo E, et al. Novel resistance training-specific rating of perceived exertion scale measuring repetitions in reserve. *J Strength Cond Res.* 2016;30(1):267-75.
21. Hackett DA, Johnson NA, Halaki M, Chow C-M. A novel scale to assess resistance-exercise effort. *J Sports Sci.* 2012;30(13):1405-13.
22. Schoenfeld B, Grgic J. Does training to failure maximize muscle hypertrophy? *Strength Cond J.* (Ahead of print).
23. Fry AC, Kraemer WJ. Resistance exercise overtraining and overreaching. *Sport Med.* 1997;23(2):106-29.
24. Schoenfeld BJ, Contreras B, Krieger J, Grgic J, Delcastillo K, Belliard R, et al. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(1):94-103.
25. Radaelli R, Fleck SJ, Leite T, Leite R, Pinto R, Fernandes L, et al. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *J Strength Cond Res.* 2015;29(5):1349-58.
26. Sooneste H, Tanimoto M, Kakigi R, Saga N, Katamoto S. Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. *J Strength Cond Res.* 2013;27(1):8-13.
27. Grosser M, Luldjuraj P, Starischka S, Zimmermann E. *Principios del entrenamiento deportivo.* Martínez Roca; 1988.
28. Brigatto FA, Braz TV, Zanini TC da C, Germano M, Aoki M, Schoenfeld B, et al. Effect of resistance training frequency on neuromuscular performance and muscle morphology after 8 weeks in trained men. *J Strength Cond Res.* 2019;33(8):2104-16.
29. Zaroni RS, Brigatto FA, Schoenfeld BJ, Braz T, Benvenuti J, Germano M, et al. High resistance-training frequency enhances muscle thickness in resistance-trained men. *J Strength Cond Res.* 2019;33:5140-5151.
30. Schoenfeld BJ, Ratamess NA, Peterson MD, Contreras B, Tiriyaki-Sonmez G. Influence of resistance training frequency on muscular adaptations in well-trained men. *J Strength Cond Res.* 2015;29(7):1821-9.
31. Saric J, Lisica D, Orlic I, Grgic J, Krieger J, Vuk S, et al. resistance training frequencies of 3 and 6 times per week produce similar muscular adaptations in resistance-trained men. *J Strength Cond Res.* 2019;33:5122-5129.
32. Buresh R, Berg K, French J. The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength, and hypertrophy with training. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1):62-71.
33. Schoenfeld BJ, Pope ZK, Benik FM, Hester GM, Sellers J, Noonan J, et al. Longer intersert rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. *J Strength Cond Res.* 2016;30(7):1805-12.
34. Fonseca RM, Roschel H, Tricoli V, de Souza EO, Wilson JM, Laurentino GC, et al. Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. *J Strength Cond Res.* 2014;28(11):3085-92.
35. Stasinaki A-N, Gloumis G, Spengos K, Blazevich AJ, Zaras N, Georgiadiis G, et al. Muscle strength, power, and morphologic adaptations after 6 weeks of compound vs. complex training in healthy men. *J Strength Cond Res.* 2015;29(9):2559-69.
36. Fisher JP, Carlson L, Steele J, Smith D. The effects of pre-exhaustion, exercise order, and rest intervals in a full-body resistance training intervention. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014;39(11):1265-70.
37. Spinetti J, de Salles BF, Rhea MR, Lavigne D, Matta T, Miranda F, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(11):2962-9.
38. Reeves ND, Maganaris CN, Longo S, Narici M V. Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans. *Exp Physiol.* 2009;94(7):825-33.
39. Gentil P, Soares S, Bottaro M. Single vs. Multi-joint resistance exercises: effects on muscle strength and hypertrophy. *Asian J Sports Med.* 2015;6(1):e24057.
40. de França HS, Branco PAN, Guedes Junior DP, Gentil P, Steele J, Teixeira CVLS. The effects of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance training program on upper body muscle strength and size in trained men. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;40(8):822-6.
41. Paoli A, Gentil P, Moro T, Marcolin G, Bianco A. Resistance training with single vs. multi-joint exercises at equal total load volume: effects on body composition, cardiorespiratory fitness, and muscle strength. *Front Physiol.* 2017;8:1105.
42. Schoenfeld BJ, Vigotsky A, Contreras B, Golden S, Alto A, Larson R, et al. Differential effects of attentional focus strategies during long-term resistance training. *Eur J Sport Sci.* 2018;18(5):705-712. doi:10.1080/17461391.2018.1447020
43. McMahon GE, Morse CI, Burden A, Winwood K, Onambélé GL. Impact of range of motion during ecologically valid resistance training protocols on muscle size, subcutaneous fat, and strength. *J Strength Cond Res.* 2014;28(1):245-55.
44. Garthe I, Raastad T, Refsnes PE, Sundgot-Borgen J. Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(3):295-303.
45. Chappell AJ, Simper T, Barker ME. Nutritional strategies of high level natural bodybuilders during competition preparation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1):4.
46. Baechle T, Earle R. *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico.* 2a. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2007. p.73.
47. Boone CH, Stout JR, Beyer KS, Fukuda DH, Hoffman JR. Muscle strength and hypertrophy occur independently of protein supplementation during short-term resistance training in untrained men. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;40(8):797-802.
48. Hulmi JJ, Laakso M, Mero AA, Häkkinen K, Ahtiainen JP, Peltonen H. The effects of whey protein with or without carbohydrates on resistance training adaptations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12(1):48.
49. Kukuljan S, Nowson CA, Sanders K, Daly RM. Effects of resistance exercise and fortified milk on skeletal muscle mass, muscle size, and functional performance in middle-aged and older men: an 18-mo randomized controlled trial. *J Appl Physiol.* 2009;107(6):1864-73.
50. Verdijk LB, Jonkers RA, Gleeson BG, Beelen M, Meijer K, Savelberg H, et al. Protein supplementation before and after exercise does not further augment skeletal muscle hypertrophy after resistance training in elderly men. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(2):608-16.
51. Rahbek SK, Farup J, Møller AB, Vendelbo MH, Holm L, Jessen N, et al. Effects of divergent resistance exercise contraction mode and dietary supplementation type on anabolic signalling, muscle protein synthesis and muscle hypertrophy. *Amino Acids.* 2014;46(10):2377-92.
52. Snijders T, Res PT, Smeets JSJ, van Vliet S, van Kranenburg J, Maase K, et al. Protein ingestion before sleep increases muscle mass and strength gains during prolonged resistance-type exercise training in healthy young men. *J Nutr.* 2015;145(6):1178-84.
53. Smith GI, Atherton P, Reeds DN, Mohammed BS, Rankin D, Rennie M, et al. Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2011;93(2):402-12.



ENTRENAMIENTO FUNCIONAL PARA TRANSFORMAR TODO EL CUERPO

Por: Juan Carlos Santana
 Edita: Tutor S.A.

Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.
 Telf: 915 599 832 - Fax: 915 410 235. E-mail: edicionestutor.com - Web: www.editorestutor.com
 ISBN: 978-84-16676-84-2. Referencia: 502138.

Nº páginas: 272. Encuadernación: Rústica. Formato: 21,5 x 28 cm.
 Precio sin IVA: 28,80 euros - Precio con IVA: 29,95 euros

Este libro proporciona más de 100 *workouts*, diseñados de manera profesional y con probada eficacia. También proporciona consejos nutricionales que te ayudarán a alcanzar tus objetivos más rápido de lo que jamás creíste posible. Famoso por su enfoque funcional del entrenamiento, el autor, "JC" Santana ha creado innumerables *workouts* y sabe cómo

obtener resultados para transformar todo el cuerpo con el incremento del rendimiento atlético, la fuerza y la funcionalidad.

Incluye consejos para el uso de múltiples implementos, incluidas barras, mancuernas y balones medicinales, para trabajar distintos músculos y añadir variedad. También aporta consejos nutricionales para

ayudar a quemar grasa y aumentar la masa muscular; y recomendaciones sobre el descanso y la nutrición. Los *workouts* tienen en cuenta las necesidades singulares de hombres y mujeres, y proporcionan modificaciones para distintos tipos de implementos y máquinas, y directrices sobre cómo secuenciar el trabajo para crear programas diarios, mensuales y anuales.



ENTRENAMIENTO CON MANCUERNAS

Por: Allen Hedrick
 Edita: Tutor S.A.

Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.
 Telf: 915 599 832 - Fax: 915 410 235
 E-mail: edicionestutor.com - Web: www.editorestutor.com
 ISBN: 978-84-16676-83-5. Referencia: 502137

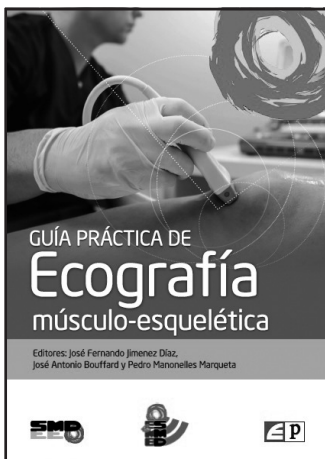
Nº páginas: 304. Encuadernación: Rústica. Formato: 17 x 24 cm
 Precio sin IVA: 24,04 euros - Precio con IVA: 25,00 €

Las mancuernas son uno de los implementos más versátiles y eficaces; hace mucho tiempo que forman parte de la fórmula perfecta de entrenamiento para aumentar la fuerza y la potencia, y para tonificar todo el cuerpo. Este libro describe la forma de utilizar las mancuernas como elemento de trabajo físico principal para alcanzar los resultados deseados. Ya seas un deportista que desea mejorar el rendimiento, o un entusiasta del ejercicio físico que quiere mejorar su

régimen habitual de trabajo, puedes usar mancuernas para lograr tus objetivos de forma física, pérdida de peso o aumento de masa muscular.

Se presentan más de 110 ejercicios para trabajar el core, el tren superior, el tren inferior y todo el cuerpo. Encontrarás fotografías y descripciones concisas de los ejercicios, así como variantes de los mismos, lo que hace que sea muy fácil comprenderlos y ponerlos en práctica por tu cuenta. También

descubrirás 66 programas destinados a tus objetivos específicos. Entre ellos, los orientados a la preparación física ayudan a perder grasa, lograr un buen acondicionamiento físico general, aumentar la hipertrofia y mejorar la fuerza; mientras que los planes basados en el rendimiento ofrecen métodos para aumentar la potencia, la velocidad, la agilidad y el equilibrio en ocho deportes diferentes.



GUÍA PRÁCTICA DE ECOGRAFÍA MÚSCULO-ESQUELÉTICA

Por: José Fernando Jiménez Díaz, José Antonio Bouffard y Pedro Manonelles Marqueta (Editores)

Edita: Esmon Publicidad. S.A.
 Balmes 206, 3º 2º. 08006 Barcelona
 Telf: 932 159 034 - Fax: 934 874 064
 E-mail: redaccion@esmon.es
 ISBN: 978-84-17394-44-8.

Nº páginas: 131. Encuadernación: Rústica. Formato: 14,85 x 21 cm
 Barcelona, 2019. Precio con IVA: 30,00 €

Guía elaborada por el Grupo de Ecografía del Aparato Locomotor de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE) que describe aspectos técnicos y de procedimiento

entre los que destacan las condiciones de realización de la ecografía músculo-esquelética, sus indicaciones y limitaciones, el informe ecográfico, la ecoprevisión, la formación del ecografista, la

ecografía músculo-esquelética en otras especialidades médicas y las consideraciones legales.

2020		
V Congreso Internacional de Readaptación y Prevención de Lesiones en la Actividad Física y el Deporte	Enero Valencia	web: https://congresoiam.com/
XXII curso teórico práctico de ecografía músculo-esquelética en el deporte	19-22 Febrero Barcelona	web: http://www.geyseco.es/car2020
Jornada de Actualización en Fibrilación auricular 2º Edición	21 Febrero Barcelona	web: http://www.aulavhebron.net/aula/documentos/fibrilacion20.pdf
XXIX Congreso de la Sociedad Valenciana de Medicina Física y Rehabilitación	28-29 Febrero Valencia	web: https://www.congresosvmefr.com
I Congreso actividad física, deporte y nutrición	28 Febrero-1 Marzo Valencia	Web: http://congresodeporte.es/
14th ISPRM World Congress – ISPRM 2020	4-9 Marzo Orlando (EE.UU.)	web: http://www.isprm.org/congress/14th-isprm-world-congress
Congreso FESNAD	11-13 Marzo Zaragoza	web: http://www.fesnad.org/
IOC World Conference Prevention of Injury & Illness in Sport	12-14 Marzo Mónaco (Principado de Mónaco)	web: http://ioc-preventionconference.org/
I Congreso actividad física, deporte y nutrición	27-29 Marzo Sevilla	web: http://congresodeporte.es/
37º Congress International Society for Snowsports Medicine-SITEMSH	1-3 Abril Andorra la Vella (Principat d'Andorra)	E-mail: andorra2020@sitemsh.org
9º Congrés Societat Catalana de Medicina de l'Esport-SCME	3-4 Abril Andorra la Vella (Principat d'Andorra)	E-mail: andorra2020@sitemsh.org
2nd China International Sports Health Exhibition 2020	28-30 Abril Beijin (China)	web: www.sportandhealth.com.cn
II Congreso Internacional de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Psicología de la Actividad Física y del Deporte (SOLCPAD)	7-9 Mayo Córdoba (Argentina)	web: www.solcpad.com
25th Annual Congress of the European College of Sport Science	1-4 Julio Sevilla	E-mail: office@sport-science.org
32nd FIEP World Congress / 12th International Seminar for Physical Education Teachers / 15th FIEP European Congress	2-8 Agosto Jyväskylä (Finlandia)	Información: Branislav Antala E-mail: antala@fsport.uniba.sk
2020 Yokohama Sport Conference	8-12 Septiembre Yokohama (Japón)	web http://yokohama2020.jp/overview.html
International Congress of Dietetics	15-18 Septiembre Cape Town (Sudáfrica)	web: http://www.icda2020.com/
XXXVI Congreso Mundial de Medicina del Deporte	24-27 Septiembre Atenas (Grecia)	www.globalevents.gr

Agenda

VIII Congreso HISPAMEF	15-17 Octubre Cartagena de Indias (Colombia)	web: http://hispamef.com/viii-congreso-hispamef-15-17-de-2020/
XXIX Isokinetic Medical Group Conference: Football Medicine	24-26 Octubre Lyon (Francia)	web: www.footballmedicinestrategies.com
26th TAFISA World Congress	13-17 Noviembre Tokyo (Japón)	web: www.icsspe.org/sites/default/files/e9_TAFISA%20World%20Congress%202019_Flyer.pdf
XVIII Congreso Internacional SEMED-FEMEDE	Murcia	web: www.femede.es
2021		
Congreso Mundial de Psicología del Deporte	1-5 Julio Taipei (Taiwan)	web: https://www.issponline.org/index.php/events/next-world-congress
26th Annual Congress of the European College of Sport Science	7-10 Julio Glasgow (Reino Unido)	E-mail: office@sport-science.org
22nd International Congress of Nutrition (ICN)	14-19 Septiembre Tokyo (Japón)	web: http://icn2021.org/
European Federation of Sports Medicine Associations (EFSMA) Conference 2021	28-30 Octubre Budapest (Hungria)	web: http://efsma.eu/
Congreso Mundial de Podología	Barcelona	web: www.fip-ifp.org
2022		
8th IWG World Conference on Women and Sport	5-8 Mayo Auckland (N. Zelanda)	web: http://iwgwomenandsport.org/world-conference/
XXXVII Congreso Mundial de Medicina del Deporte FIMS	Septiembre Guadalajara (México)	web: www.femmede.com.mx

Cursos on-line SEMED-FEMEDE

Curso "ENTRENAMIENTO, RENDIMIENTO, PREVENCIÓN Y PATOLOGÍA DEL CICLISMO"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias y a los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, destinado al conocimiento de las prestaciones y rendimiento del deportista, para que cumpla con sus expectativas competitivas y de prolongación de su práctica deportiva, y para que la práctica deportiva minimice las consecuencias que puede tener para su salud, tanto desde el punto de vista médico como lesional.

Curso "ELECTROCARDIOGRAFÍA PARA MEDICINA DEL DEPORTE"

ACREDITADO POR LA COMISIÓN DE FORMACIÓN CONTINUADA (ON-LINE 1/5/2018 A 1/5/2019) CON 2,93 CRÉDITOS

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos para el estudio del sistema cardiocirculatorio desde el punto de vista del electrocardiograma (ECG).

Curso "FISIOLOGÍA Y VALORACIÓN FUNCIONAL EN EL CICLISMO"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias y a los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, destinado al conocimiento profundo de los aspectos fisiológicos y de valoración funcional del ciclismo.

Curso "AYUDAS ERGOGÉNICAS"

Curso abierto a todos los interesados en el tema que quieren conocer las ayudas ergogénicas y su utilización en el deporte.

Curso "CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE"

ACREDITADO POR LA COMISIÓN DE FORMACIÓN CONTINUADA (ON-LINE 1/5/2018 A 1/5/2019) CON 6,60 CRÉDITOS

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos para el estudio del sistema cardiocirculatorio desde el punto de vista de la actividad física y deportiva, para diagnosticar los problemas cardiovasculares que pueden afectar al deportista, conocer la aptitud cardiológica para la práctica deportiva, realizar la prescripción de ejercicio y conocer y diagnosticar las enfermedades cardiovasculares susceptibles de provocar la muerte súbita del deportista y prevenir su aparición.

Curso "ALIMENTACIÓN, NUTRICIÓN E HIDRATACIÓN EN EL DEPORTE"

Curso dirigido a médicos destinado a facilitar al médico relacionado con la actividad física y el deporte la formación precisa para conocer los elementos necesarios para la obtención de los elementos energéticos necesarios para el esfuerzo físico y para prescribir una adecuada alimentación del deportista.

Curso "ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTE"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias (existe un curso específico para médicos) y para los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, dirigido a facilitar a los profesionales relacionados con la actividad física y el deporte la formación precisa para conocer los elementos necesarios para la obtención de los elementos energéticos necesarios para el esfuerzo físico y para conocer la adecuada alimentación del deportista.

Curso "ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTE" Para Diplomados y Graduados en Enfermería

ACREDITADO POR LA COMISIÓN DE FORMACIÓN CONTINUADA (NO PRESENCIAL 15/12/2015 A 15/12/2016) CON 10,18 CRÉDITOS

Curso dirigido a facilitar a los Diplomados y Graduados en Enfermería la formación precisa para conocer los elementos necesarios para la obtención de los elementos energéticos necesarios para el esfuerzo físico y para conocer la adecuada alimentación del deportista.

Curso "CINEANTROPOMETRÍA PARA SANITARIOS"

Curso dirigido a sanitarios destinado a adquirir los conocimientos necesarios para conocer los fundamentos de la cineantropometría (puntos anatómicos de referencia, material antropométrico, protocolo de medición, error de medición, composición corporal, somatotipo, proporcionalidad) y la relación entre la antropometría y el rendimiento deportivo.

Curso "CINEANTROPOMETRÍA"

Curso dirigido a todas aquellas personas interesadas en este campo en las Ciencias del Deporte y alumnos de último año de grado, destinado a adquirir los conocimientos necesarios para conocer los fundamentos de la cineantropometría (puntos anatómicos de referencia, material antropométrico, protocolo de medición, error de medición, composición corporal, somatotipo, proporcionalidad) y la relación entre la antropometría y el rendimiento deportivo.

Más información:
www.femede.es

CONCLUSIONES DEL GRUPO AVILÉS DE MEDICINA DEL DEPORTE

VIII Jornadas de trabajo en Logroño (La Rioja)

El Grupo Avilés de Medicina del Deporte considera imprescindible la implantación en España de la regulación y obligatoriedad del reconocimiento médico previo a la práctica deportiva.

La Legislación existente en otros países europeos, como el caso de Italia, está teniendo buenos resultados en el ámbito de la protección de la salud en el deporte. Algunas Comunidades Autónomas ya han iniciado acciones dirigidas a la regulación en el ámbito de su competencia territorial. El borrador de reglamentación presentado por la AEPSAD que recoge, entre otros aspectos, el contenido del RMD básico, las modalidades y especialidades deportivas para las que sea obligatorio, las posibles contraindicaciones para la práctica deportiva, así como los profesionales de medicina del deporte que los llevarán a cabo; debe culminar con la publicación de una norma lo más consensuada posible.

El Grupo Avilés expresa su preocupación ante el claro aumento de los indicadores de sedentarismo en la población infantil y juvenil.

Los niños no hacen niveles suficientes de actividad física. Investigaciones, como el "Estudio PASOS", muestran claramente que los niños y adolescentes españoles no cumplen los requisitos mínimos de actividad física diaria, lo que puede tener implicaciones negativas para su salud actual y futura. Este tipo de investigaciones tienen gran relevancia por la coordinación entre entidades públicas y privadas: el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, el Ministerio de Educación y Formación Profesional, el CSD, la AEPSAD y, como en este caso, la Fundación Gasol.

El Grupo Avilés destaca que el ejercicio físico es esencial en los programas de Rehabilitación Oncológica.

La realización de ejercicio físico produce una mejora de la calidad de vida en los supervivientes de cáncer de todas las edades, aplicado de forma individualizada durante todas las fases de la enfermedad, siendo aconsejable su práctica desde el momento del diagnóstico. Dentro de las modalidades de ejercicio físico el entrenamiento de fuerza debe tener un papel prioritario.

El Grupo Avilés constata la importancia de la formación en Medicina del Deporte en diferentes niveles.

Se evidencia la necesidad de que en la formación, tanto de grado como de postgrado, de los profesionales sanitarios, se incluyan los conocimientos suficientes sobre los efectos preventivos y terapéuticos de la Actividad Física.

Ante los retos propuestos es necesario volver a incidir en la importancia de la especialidad de Medicina de la Educación Física y el Deporte.

Actualmente no existe formación en esta especialidad en nuestro país, existiendo un número limitado de estos especialistas.

La competencia profesional de esta especialidad es necesaria, no solamente para realizar el reconocimiento médico deportivo, sino también para todos los aspectos concernientes a la protección de la salud en el deporte y en la utilización del ejercicio físico como herramienta preventiva y terapéutica de salud.

Firmantes:

Melchor Andrés. Centro Regional de Medicina Deportiva de Castilla y León. Valladolid.

Alicia Arias. Centro de Medicina Deportiva de la Comunidad de Madrid.

Carmen Arnaudas. Departamento de Deporte y Salud de la AEPSAD. Madrid.

Montse Bellver. Centro Alto Rendimiento. Sant Cugat del Vallés. Barcelona.

Daniel Brotons. Consell Català de l'Esport. Barcelona.

Carmen Calderón. Centro Alto Rendimiento. Sierra Nevada. Granada.

Vicente Elías. Centro Tecnificación Deportiva ADÁRRAGA Logroño.

Pablo Gasque. Servicio de Medicina Deportiva del Ayuntamiento de Alcobendas.

Fernando Gutiérrez. Centro de Medicina del Deporte de la AEPSAD. Madrid.

Fernando Herrero. Gabinete de Medicina Deportiva del Ayuntamiento de Miranda de Ebro.

Leocricia Jiménez. Centro Andaluz de Medicina del Deporte. Sevilla.

José Fernando Jiménez. Unidad de Valoración del Rendimiento Deportivo. Toledo.

Juan José Lacleta. Centro de Medicina Deportiva del Gobierno de Aragón. Zaragoza.

Xabier Leibar. Getxo. Centro de Perfeccionamiento Técnico. Departamento de Cultura. Gobierno Vasco.

Enrique Lizalde. Departamento de Deporte y Salud de la AEPSAD. Madrid.

Javier López. Centro Tecnificación Deportiva Infanta Cristina. Murcia.

Fernando Novella. Servicio Médico. Patronato Municipal de Deportes. Ayuntamiento de Fuenlabrada.

Eduardo Ribot. Centro Tecnificación Deportiva del Gobierno Balear. Palma de Mallorca.

Fernando Salom. Gabinete de Medicina Deportiva del Consell Insular de Menorca.

Luis Segura. Servicio de Medicina Deportiva. Ayuntamiento de Tudela.

Juan Carlos Tebar. Centro de Medicina Deportiva del Ayuntamiento de Rivas. Madrid.

José Luis Terreros. Director de la AEPSAD. Madrid.

Nicolás Terrados. Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. Avilés.

Gerardo Villa. Centro Alto Rendimiento. León.

Archivos

de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Índice completo

189-194

Volumen XXXVI. 2019

Índice de sumarios 2019

Índice analítico

Índice de autores

Sumarios 2019

Volumen 36(1) - Núm 189. Enero - Febrero 2019 / January - February 2019

Editorial

Ciencia, práctica y Universidad. *Science, practice and University.* **Pedro J. Benito Peinado**.....5

Originales / Original articles

- ¿Afecta el entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) al desempeño en el entrenamiento de la fuerza? *Does high intensity interval training (HIIT) affect the strength training performance?* **Jaime Della Corte, Lorena Rangel, Rodrigo Gomes de Souza Vale, Danielli Braga de Mello, Pablo Jorge Marcos-Pardo, Guilherme Rosa**.....8
- Kinematics and thermal sex-related responses during an official beach handball game in Costa Rica: a pilot study. *Respuestas cinemáticas y termorreguladoras relacionadas con el sexo durante un partido oficial de balonmano playa en Costa Rica. Un estudio piloto.* **Randall Gutiérrez-Vargas, Juan Carlos Gutiérrez-Vargas, José Alexis Ugalde-Ramírez, Daniel Rojas-Valverde**.....13
- Efectos de un programa de ejercicios excéntricos sobre la musculatura isquiotibial en futbolistas jóvenes. *Effects of a program of eccentric exercises on hamstrings in youth soccer players.* **David Álvarez-Ponce, Eduardo Guzmán-Muñoz**.....19
- Estimation of the maximum blood lactate from the results in the Wingate test. *Estimación de la concentración máxima de lactato en sangre a partir de los resultados en la prueba de Wingate.* **José V. Subiela D.**.....25
- Acute effect of an Intra-Set Variable Resistance of back squats over 30-m sprint times of female sprinters. *Efecto agudo de un protocolo de resistencia variable intra-serie en sentadillas sobre el tiempo en 30 metros lisos en mujeres velocistas.* **Álvaro Cristian Huerta Ojeda, Sergio Andrés Galdames Maliqueo, Pablo Andrés Cáceres Serrano, Daniel Galaz Campos, Dahian Siebald Retamal, Felipe Vidal Soriano, Luciano Apolonio Caneo, Jorge Cancino López**.....29

Revisiones / Reviews

- Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática. *Heart rate and the distance performed by the soccer referees during matches: a systematic review.* **Leandro de Lima e Silva, Erik Salum de Godoy, Eduardo Borba Neves, Rodrigo G. S. Vale, Javier Arturo Hall Lopez, Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes**.....36
- El papel del ejercicio aeróbico en la prevención y manejo de la fibrilación auricular. *¿Amigo o enemigo? The role of aerobic exercise in the prevention and management of auricular fibrillation. Friend or foe?* **Lorenzo A. Justo, Saray Barrero-Santalla, Juan Martín-Hernández, Salvador Santiago-Pescador, Ana Ortega, Carlos Baladrón, Alejandro Santos-Lozano**.....43

Agenda / Agenda.....57

Volumen 36(2) - Núm 190. Marzo - Abril 2019 / March - April 2019

Editorial

La fuerza, la olvidada en la prescripción del ejercicio físico para la salud. *The force, the forgotten one in the prescription of the physical exercise for health.* **José Antonio de Paz Fernández**.....66

Originales / Original articles

- Relationships among motor coordination, body mass index and physical activity in adolescents with different weight status. *Relaciones entre la coordinación motora, índice de masa corporal y la actividad física en adolescentes con diferentes estados de peso corporal.* **Daniel V. Chagas, Luiz A. Batista**.....69
- Time limit at peak speed without prior warm-up: Effects on test duration, heart rate and rating of perceived exertion. *Tiempo límite en la velocidad máxima sin calentamiento previo: efectos sobre la duración de la prueba, frecuencia cardíaca y grado de esfuerzo percibido.* **Guilherme H.S. Kimura, Francisco A. Manoel, Diogo H. Figueiredo, Cecília S. Peserico, Fabiana A. Machado**.....74
- Efectos agudos del ejercicio resistido y concurrente en el perfil lipídico de mujeres postmenopáusicas. *Acute effects of resistance and concurrent exercise on the lipid profile of postmenopausal women.* **Roberto Rebolledo-Cobos, Andrés Peñaloza Florez, Luz Sarmiento-Rubiano, Laura Ardila-Pereira, Jimmy Becerra Enriquez, Adel Rodríguez-Delgado**.....79
- Sweating and core temperature in athletes training in continuous and intermittent sports in tropical climate. *Sudoración y temperatura interna en atletas durante entrenamiento para deportes continuos e intermitentes en clima tropical.* **Anita M. Rivera-Brown, Farah A. Ramírez-Marrero, Jessica Frontanés, Raúl A. Rosario, Osvaldo J. Hernández, Walter R. Frontera**.....86
- The effect of tapering and *Nigella sativa* on the histological structure of the lung after increasing interval exercise training. *El efecto del tapering y Nigella sativa sobre la estructura histológica del pulmón después de aumentar el entrenamiento de ejercicio de intervalo.* **Shadmehr Mirdar, Forough Neyestani, Gholamreza Hamidian, Mohammad Ali Khalilzadeh**.....92

Revisiones / Reviews

- Androgens from physiology, through pharmacy and pharmacology to the status of lifestyle drugs - are we going in the right direction?. *Andrógenos, de la fisiología, a través de la farmacia y la farmacología al estado de las drogas de vida, ¿vamos en la dirección correcta?* **Nataša Duborija-Kovačević, Mitar Popović, Rade Kovač**.....101
- Sport classification regulations for athletes with differences in sexual development (DSD). *Reglamento de clasificación deportiva para atletas con diferencias en el desarrollo sexual (DSD).* **Pedro Manonelles Marqueta, José Luis Terreros Blanco, Juan José Rodríguez Sendín**.....109

Agenda / Agenda.....121

Volumen 36(3) - Núm 191. Mayo - Junio 2019 / May - June 2019

Editorial

¿Realmente estudiamos al deportista de resistencia de élite? *Do we really study the elite endurance athlete?* **Francisco Javier Calderón Montero** 134

Originales / Original articles

Effects of three water-based resistance trainings on maximal strength, rapid strength and muscular endurance of sedentary and trained older women. *Efectos de tres entrenamientos de fuerza en el medio acuático en la fuerza máxima, fuerza rápida y la resistencia muscular de mujeres mayores sedentarias y entrenadas.* **Thaís Reichert, Rodrigo S. Delevatti, Alexandre K. G. Prado, Natália C. Bagatini, Nicole M. Simmer, Andressa P. Meinerz, Bruna M. Barroso, Rochelle R. Costa, Ana C. Kanitz, Luiz F. M. Kruel**..... 138

Volume load and efficiency with different strength training methods. *Carga de volumen y eficiencia con diferentes métodos de entrenamiento de fuerza.* **Igor Nasser, Diego Costa Freitas, Gabriel Andrade Paz, Jeffrey M. Willardson, Humberto Miranda**..... 145

Variables psicosociales, físicas y antropométrica en escolares chilenos. Un estudio comparativo según niveles de actividad física. *Psychosocial, physical and anthropometric variables in Chilean schoolchildren. A comparative study according Physical Activity levels.* **Pedro Delgado-Floody, Constanza Palomino-Devía, Christianne Zulic-Agramunt, Felipe Caamaño-Navarrete, Iris Paola Guzman-Guzman, Alfonso Cofre-Lizama, Mauricio Cresp-Barría, Daniel Jerez-Mayorga**..... 151

Interchangeability of two tracking systems to register physical demands in football: multiple camera video versus GPS technology. *Intercambiabilidad de dos sistemas de seguimiento para registrar las demandas físicas en el fútbol: video cámara múltiple versus tecnología GPS.* **Julen Castellano, David Casamichana, Miguel Angel Campos-Vázquez, Argia Langarika-Rocafort**..... 157

Efectos de un programa de ejercicio físico propioceptivo sobre el equilibrio en jóvenes patinadores entre los 11 y 15 años. *Effects of a proprioceptive physical exercise program on balance in young skaters between 11 to 15 years.* **Sandra Pinzón Romero, José A. Vidarte Claros, Juan C. Sánchez Delgado**..... 166

Revisiones / Reviews

Métodos de entrenamiento propioceptivos como herramienta preventiva de lesiones en futbolistas: una revisión sistemática. *Proprioceptive training methods as a tool for the prevention of injuries in soccer players: a systematic review.* **Álvaro Cristian Huerta Ojeda, Diego Alejandro Casanova Sandoval, Guillermo Daniel Barahona Fuentes**..... 173

Acute effects of heat on health variables during continuous exercise and their comparison with normal and cold conditions: A systematic review. *Efectos agudos del calor sobre variables de salud durante el ejercicio continuo en comparación con condiciones normales y frías: Una revisión sistemática.* **Oriol Abellán-Aynés, Daniel López-Plaza, Carmen Daniela Quero Calero, Marta Isabel Fernández Calero, Luis Andreu Caravaca, Fernando Alacid**..... 181

Agenda / Agenda..... 192

Volumen 36(4) - Núm 192. Julio - Agosto 2019 / July - August 2019

Editorial

Las revistas depredadoras llegan a tu mesa. *Predator journals arrive to your desk.* **Rafael Arriaza Loureda**..... 205

Originales / Original articles

Rol de las Federaciones Nacionales de Natación en la promoción de la salud: Comparación países desarrollados vs en vía de desarrollo. *Roles of National Swimming Federations in Health Promotion: An International Comparison- Developed vs Developing Countries.* **Clarence Pérez-Díaz, Juan Carlos De la Cruz-Marquez, Nuria Rico-Castro, Belén Cueto-Martín**..... 208

Control de la pérdida de velocidad a través de la escala de esfuerzo percibido en press de banca. *Control of the velocity loss through the scale of perceived effort in bench press.* **Daniel Varela-Olalla, Juan del Campo-Vecino, José M García-García**..... 215

Physiological evaluation post-match as implications to prevent injury in elite soccer players. *Evaluación fisiológica tras el partido como implicaciones para prevenir lesiones en jugadores de fútbol élite.* **Leonardo Matta, Matt Rhea, Alex Souto Maior**..... 220

Efectos hormonales y hematológicos en una marcha invernal de baja altitud en militares chilenos. *Hormonal and hematological effects in a low-altitude winter march in Chilean military.* **Claudio Nieto-Jiménez, Jorge Cajigal Vargas, Elena Pardos Mainer, José Naranjo Orellana**..... 227

Valoración de la condición física mediante el senior fitness test y el índice de masa corporal en una muestra española de personas mayores de 80 años. *Evaluation of physical fitness in Spanish people over 80 years of age using the senior fitness test and the body mass index.* **Ana Navarro Sanz, Arturo Gervilla Galache, Rocío Medrano Ureña, Cristina Naranjo Montes, Luis Rodríguez Sedano, Ana Mate López, Ángel Pérez de la Rosa, Héctor Meza Leiva**..... 232

Revisiones / Reviews

Problemas gastrointestinales en deportes de resistencia en mujeres: revisión de literatura. *Gastrointestinal illnesses in endurance sports women: a review.* **Patricia E. Godoy Reyes, J. Giménez-Sánchez**..... 238

Rabdomiolisis inducida por esfuerzo. *Exertional Rhabdomyolysis.* **Pedro Manonelles Marqueta, Carlos De Teresa Galván, Luis Franco Bonafonte, José Fernando Jiménez Díaz**..... 248

Agenda / Agenda..... 260

Volumen 36(5) - Núm 193. Septiembre - Octubre 2019 / September - October 2019

Editorial

Cuantificación y descripción del ejercicio físico. *Quantification and Description of Physical Exercise*. **Howard G. Knuttgen** 273

Originales / Original articles

Characteristics of physical activity during recess: an analysis with Galician Elementary and Secondary Education students. *Características de la actividad física en el recreo: un análisis con alumnado gallego de educación primaria y secundaria*. **Myriam Alvariñas-Villaverde, Margarita Pino-Juste, Jorge Soto-Carballo** 276

Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural de voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo: estudio piloto. *Effects of a neuromuscular training on postural control in college volleyball players with functional ankle instability: pilot study*. **Eduardo Guzmán-Muñoz, Mayara Daigre-Prieto, Katherine Soto-Santander, Yeny Concha-Cisternas, Guillermo Méndez-Rebolledo, Sergio Sazo-Rodríguez, Pablo Valdés-Badilla** 283

Short-term tapering prior to the match: external and internal load quantification in top-level basketball. *Tapering a corto-plazo antes del partido: cuantificación de carga externa e interna en baloncesto de élite*. **Luka Svilar, Julen Castellano, Igor Jukic, Daniel Bok** 288

Vulnerabilidad psicológica a la lesión. Perfiles según la modalidad deportiva. *Psychological vulnerability to the injury. Profiles according to the sport modality*. **Joel M. Prieto Andreu** 296

Hormonal changes in acclimatized soldiers during a march at a high altitude with mountain skis. *Cambios hormonales en soldados aclimatados durante una marcha en gran altitud con esquí de montaña*. **Claudio Nieto Jimenez, Jorge Cajigal Vargas, José Naranjo Orellana** 302

Revisiones / Reviews

Efecto de la suplementación con creatina en la capacidad anaeróbica: un meta-análisis. *Effect of creatine supplementation in anaerobic capacity: a meta-analysis*. **Andrea Quirós-Quirós, Judith Jiménez-Díaz, Juan D. Zamora-Salas** 310

Disfunción reproductiva por entrenamiento físico: el "hipogonadismo masculino producto del ejercicio". *Reproductive Dysfunction from Exercise Training: The "Exercise-Hypogonadal Male Condition"*. **Amy R. Lane, Carlos A. Magallanes, Anthony C. Hackney** 319

Agenda / Agenda 324

Volumen 36(6) - Núm 194. Noviembre - Diciembre 2019 / November - December 2019

Editorial

La responsabilidad de los muertos y casi-muertos en el deporte. *The responsibility of the dead and almost-dead in sport*. **Pedro Manonelles Marqueta** 338

Originales / Original articles

Peak running velocity predicts 5-km running performance in untrained men and women. *La velocidad máxima predice el rendimiento en la prueba de 5 km en hombres y mujeres no entrenados*. **Cecilia Segabinazi Peserico, Danilo Fernandes da Silva, Fabiana Andrade Machado** 340

Impacto de la gastrectomía vertical sobre la cinética de consumo de oxígeno en mujeres post cirugía bariátrica. *Impact of sleeve gastrectomy on the kinetics of oxygen consumption in women after bariatric surgery*. **Claudia Miranda-Fuentes, Paulina Ibacache Saavedra, Pedro Delgado-Floody, Marcelo Cano Cappellacci, Daniel Jerez-Mayorga, Edgardo Opazo Diaz** 345

Obesity vs. Whole-body-fat and myocardial infarction risk prediction. *Body fat percentage is better indicator. Obesidad vs. grasa corporal total y predicción de riesgo de infarto. El porcentaje de grasa corporal es mejor indicador*. **Ángel Martín Castellanos, Pedro Martín Castellanos** 350

La recuperación parasimpática tras el esfuerzo como medida de carga de trabajo. *Parasympathetic recovery after effort as a measure of work load*. **José F. Ruso Álvarez, Claudio Nieto** 356

Perfil antropométrico y estimación del peso de competición en judocas de elite de ambos sexos. *Anthropometric profile and estimation of competition weight in elite judokas of both genders*. **Alicia S. Canda** 360

Revisiones / Reviews

Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular. *Effect of caffeine as an ergogenic aid to prevent and prevent muscle fatigue*. **Elena Barceló Cormano, Raquel Blasco Redondo, Mar Blanco Rogel, Anna Bach-Faig** 368

Métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales para el aumento de la masa muscular: una revisión sistemática. *Training methods and nutritional considerations for the increase of muscle mass: a systematic review*. **Javier Raya-González, Manuel Antonio Martínez Sánchez** 376

Agenda / Agenda 387

Índices año 2019 391

Volumen 36 (Suplemento 1)

Presentación. José Luis Terreros Blanco	6
Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. Nieves Palacios Gil de Antuñano, Pedro Manonelles Marqueta (coordinadores), Raquel Blasco Redondo, Carlos Contreras Fernández, Luis Franco Bonafonte, Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea, Begoña Manuz González, Carlos de Teresa Galván, Miguel del Valle Soto. Grupo de Trabajo sobre Nutrición en el Deporte de la Federación Española de Medicina del Deporte. Antoni García Gabarra, José Antonio Villegas García	7
VIII Jornadas Nacionales de Medicina del Deporte de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	
Comités / Comitees	85
Programa científico / Scientific program.....	85
Ponentes y Organización / Speakers and Organization.....	88
Entidades colaboradoras / Associates.....	90
Información general / General information.....	90
Cronograma / Schedule.....	91
Comunicaciones orales / Oral Communications.....	92
Índice de autores / Authors Index	109
Índice de palabras clave / Key words Index.....	111

Índice analítico 2019

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
ACCELEROMETRY	Short-term tapering prior to the match: external and internal load quantification in top-level basketball	193	288	2019
ÁCIDO ASPÁRTICO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ÁCIDO ELÁGICO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ÁCIDO HIALURÓNICO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ÁCIDO LIPOICO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ÁCIDOS GRASOS	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ACORTAMIENTO DE ISQUIOTIBIALES	Efectos de un programa de ejercicios excéntricos sobre la musculatura isquiotibial en futbolistas jóvenes	189	19	2019
ACTIVIDAD FÍSICA	Variables psicosociales, físicas y antropométrica en escolares chilenos. Un estudio comparativo según niveles de actividad física	191	151	2019
	Valoración de la condición física mediante el senior fitness test y el índice de masa corporal en una muestra española de personas mayores de 80 años	192	232	2019
	Actividad física en pacientes oncológicos: impacto en el cáncer de mama. Revisión sistemática	Supl	106	2019
ADOLESCENTS	Relationships among motor coordination, body mass index and physical activity in adolescents with different weight status	190	69	2019
AGING	Effects of three water-based resistance trainings on maximal strength, rapid strength and muscular endurance of sedentary and trained older women	191	138	2019
AGREEMENT	Interchangeability of two tracking systems to register physical demands in football: multiple camera video versus GPS technology	191	157	2019
AMINOÁCIDOS	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
AMINOÁCIDOS RAMIFICADOS	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ANDROGENS	Androgens from physiology, through pharmacy and pharmacology to the status of lifestyle drugs - are we going in the right direction?	190	101	2019
ANSIEDAD	Incidencia del perfeccionismo y la ansiedad en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
ANSIEDAD COMPETITIVA	Vulnerabilidad psicológica a la lesión. Perfiles según la modalidad deportiva	193	296	2019
ANTIOXIDANTES	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ANTOCIANÓSIDOS	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ANTROPOMETRÍA	Cambios antropométricos y consumo de un simbiótico en deportistas de alto rendimiento. Estudio piloto	Supl	98	2019
	Composición corporal en fútbol profesional	Supl	99	2019
ANTHROPOMETRIC INDICATOR	Obesity vs. Whole-body-fat and myocardial infarction risk prediction. Body fat percentage is better indicator	194	350	2019
ANTHROPOMETRY	Anthropometric profile and estimation of competition weight in elite judokas of both genders	194	360	2019
APOFISIS	Prevalencia de apofisitis de calcáneo relacionado con el uso de calzado deportivo en baloncesto formativo	Supl	101	2019
ARGININA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ARRITMIA CARDIACA	El papel del ejercicio aeróbico en la prevención y manejo de la fibrilación auricular. ¿Amigo o enemigo?	189	43	2019
ATHLETES	Sweating and core temperature in athletes training in continuous and intermittent sports in tropical climate	190	85	2019
ATHLETICS	Sport classification regulations for athletes with differences in sexual development (DSD)	190	109	2019
AUTOINMUNE	Efecto de ejercicio físico y dieta sin gluten sobre la composición corporal en mujeres celiacas	Supl	107	2019
AYUDA ERGOGÉNICA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
AYUDA ERGOGÉNICA	Cafeína como ayuda ergogénica en el deporte	Supl	98	2019
BACK SQUATS	Acute effect of an Intra-Set Variable Resistance of back squats over 30-m sprint times of female sprinters	189	29	2019
BALANCE POSTURAL	Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural de voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo: estudio piloto	193	283	2019
BALONCESTO	Impacto de la práctica del baloncesto profesional en la secreción de cortisol diaria en mujeres	Supl	96	2019
	Detección y prevención de lesiones en baloncesto formativo: estudio observacional	Supl	102	2019
	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	Supl	106	2019
BALONMANO	Estrés fisiológico en el balonmano profesional. Influencia del sexo, posición y tiempo de juego	Supl	96	2019

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
BAROPODOMETRÍA	Baropodometría en el análisis biomecánico de la cadena cinética del miembro inferior	Supl	92	2019
BÁSCULA PÉLVICA	Baropodometría en el análisis biomecánico de la cadena cinética del miembro inferior	Supl	92	2019
BEBIDA DEPORTIVA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
BIA	Concordancia entre el análisis de bioimpedancia eléctrica y la cineantropometría en deportistas de fuerza asturianos	Supl	99	2019
BICARBONATO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
BIOMECÁNICA	Baropodometría en el análisis biomecánico de la cadena cinética del miembro inferior	Supl	92	2019
BIOMECHANICS	Relationships among motor coordination, body mass index and physical activity in adolescents with different weight status	190	69	2019
BODY FAT. CARDIOMETABOLIC RISK	Obesity vs. Whole-body-fat and myocardial infarction risk prediction. Body fat percentage is better indicator	194	350	2019
BODY TEMPERATURE	Kinematics and thermal sex-related responses during an official beach handball game in Costa Rica: a pilot study	189	13	2019
	Sweating and core temperature in athletes training in continuous and intermittent sports in tropical climate	190	85	2019
BROMELINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
CAFÉINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
	Cafeína como ayuda ergogénica en el deporte	Supl	98	2019
	Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular	194	368	2019
CALIBRATION EQUATIONS	Interchangeability of two tracking systems to register physical demands in football: multiple camera video versus GPS technology	191	157	2019
CALIDAD DE VIDA	Actividad física en pacientes oncológicos: impacto en el cáncer de mama. Revisión sistemática	Supl	106	2019
CALOR	Uso de series temporales de corta duración para el análisis de la irreversibilidad temporal multiescala de la señal cardiaca: efecto de la temperatura ambiental	Supl	97	2019
CANALOPATÍA	Síncope en paciente con mutación patogénica de taquicardia ventricular polimórfica catecolaminérgica	Supl	93	2019
CÁNCER DE MAMA	Actividad física en pacientes oncológicos: impacto en el cáncer de mama. Revisión sistemática	Supl	106	2019
CANNABIDIOL	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
CAPACIDAD ANAERÓBICA	Efecto de la suplementación con creatina en la capacidad anaeróbica: un meta-análisis	193	310	2019
CAPACIDAD	Variables psicosociales, físicas y antropométrica en escolares chilenos. Un estudio comparativo según niveles de actividad física	191	151	2019
CARDIORRESPIRATORIA	Síncope en paciente con mutación patogénica de taquicardia ventricular polimórfica catecolaminérgica	Supl	93	2019
CARDIOLOGÍA DEPORTIVA	Valoración y seguimiento clínico en paciente con taquicardia ventricular y miocardiopatía arritmogénica de ventrículo derecho	Supl	94	2019
CARGA DE TRABAJO	La recuperación parasimpática tras el esfuerzo como medida de carga de trabajo	194	356	2019
CARNITINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
CAROTENOIDES	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
CARRERA	Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática	189	36	2019
CATEQUINAS	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
CÉLULAS MADRE DESENUQUIMALES	Tratamiento de la tendinopatía patelar con células madre mesenquimales: resultados intermedios del ensayo clínico fase-II	Supl	103	2019
CINEANTROPOMETRÍA	Concordancia entre el análisis de bioimpedancia eléctrica y la cineantropometría en deportistas de fuerza asturianos	Supl	99	2019
CIRUGÍA BARIÁTRICA	Impacto de la gastrectomía vertical sobre la cinética de consumo de oxígeno en mujeres post cirugía bariátrica	194	340	2019
CITRATO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
COENZIMA Q10	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
COLINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
COMPETITIVIDAD	Vulnerabilidad psicológica a la lesión. Perfiles según la modalidad deportiva	193	296	2019
COMPLEJIDAD	Uso de series temporales de corta duración para el análisis de la irreversibilidad temporal multiescala de la señal cardiaca: efecto de la temperatura ambiental	Supl	97	2019
COMPOSICIÓN CORPORAL	Aportaciones al estudio de la valoración de la composición corporal de practicantes de marcha nórdica	Supl	105	2019
CONCORDANCIA	Concordancia entre el análisis de bioimpedancia eléctrica y la cineantropometría en deportistas de fuerza asturianos	Supl	99	2019
CONSUMO DE OXÍGENO	Impacto de la gastrectomía vertical sobre la cinética de consumo de oxígeno en mujeres post cirugía bariátrica	194	340	2019
CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	Producción de lactato y rendimiento en la prueba de 200 metros en palistas infantiles de competición	Supl	97	2019
CORTISOL	Efectos hormonales y hematológicos en una marcha invernal de baja altitud en militares chilenos	192	227	2019
	Hormonal changes in acclimatized soldiers during a march at a high altitude with mountain skis	193	302	2019

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
	Estrés fisiológico en el balonmano profesional. Influencia del sexo, posición y tiempo de juego	Supl	96	2019
	Impacto de la práctica del baloncesto profesional en la secreción de cortisol diaria en mujeres	Supl	96	2019
CREATINA	Efecto de la suplementación con creatina en la capacidad anaeróbica: un meta-análisis	193	310	2019
	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
CRIOTERAPIA	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	Supl	106	2019
CURCUMINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
DAÑO MUSCULAR	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	Supl	106	2019
DEHYDRATION	Kinematics and thermal sex-related responses during an official beach handball game in Costa Rica: a pilot study	189	13	2019
	Sweating and core temperature in athletes training in continuous and intermittent sports in tropical climate	190	85	2019
DENSIDAD MINERAL ÓSEA	Efecto de ejercicio físico y dieta sin gluten sobre la composición corporal en mujeres celíacas	Supl	107	2019
DEPORTE	Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática	189	36	2019
	Cafeína como ayuda ergogénica en el deporte	Supl	98	2019
DEPORTES	Efectos de un programa de ejercicios excéntricos sobre la musculatura isquiotibial en futbolistas jóvenes	189	19	2019
DEPORTISTAS	Vulnerabilidad psicológica a la lesión. Perfiles según la modalidad deportiva	193	296	2019
	Cambios antropométricos y consumo de un simbiótico en deportistas de alto rendimiento. Estudio piloto	Supl	98	2019
DEPORTISTAS ÉLITE	Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en deportistas de élite después de abandonar la competición	Supl	103	2019
DESPLAZAMIENTO	Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática	189	36	2019
DIETA	Evaluación de hábitos alimentarios, composición corporal, fuerza y potencia en jugadoras españolas de balonmano playa	Supl	107	2019
DIFFERENTIATION OF SEXUAL STATE	Sport classification regulations for athletes with differences in sexual development (DSD)	190	109	2019
DISFUNCIÓN DE SISTEMA REPRODUCTIVO	Disfunción reproductiva por entrenamiento físico: el "hipogonadismo masculino producto del ejercicio"	193	319	2019
DSD	Sport classification regulations for athletes with differences in sexual development (DSD)	190	109	2019
ECOGRAFÍA	Rabdomiolisis inducida por esfuerzo	192	247	2019
EDUCACIÓN FÍSICA	Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática	189	36	2019
EFFECTO ERGOGÉNICO	Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular	194	368	2019
EJERCICIO	Rabdomiolisis inducida por esfuerzo	192	247	2019
	Ejercicio físico y olaparib: a propósito de un caso	Supl	104	2019
EJERCICIO AERÓBICO	Actividad física en pacientes oncológicos: impacto en el cáncer de mama. Revisión sistemática	Supl	106	2019
EJERCICIO FÍSICO	¿Afecta el entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) al desempeño en el entrenamiento de la fuerza?	189	8	2019
	Efectos agudos del ejercicio resistido y concurrente en el perfil lipídico de mujeres postmenopáusicas	190	79	2019
	Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en deportistas de élite después de abandonar la competición	Supl	103	2019
	Entrenamiento aeróbico vs. Funcional de alta intensidad: efectos sobre la adiposidad en militares con sobrepeso	Supl	104	2019
	Aportaciones al estudio de la valoración de la composición corporal de practicantes de marcha nórdica	Supl	105	2019
EJERCICIOS DE CONTRACCIÓN EXCÉNTRICA	Efectos de un programa de ejercicios excéntricos sobre la musculatura isquiotibial en futbolistas jóvenes	189	19	2019
ELEUTEROCOCO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ELITE	Interchangeability of two tracking systems to register physical demands in football: multiple camera video versus GPS technology	191	157	2019
ENDURANCE	Acute effects of heat on health variables during continuous exercise and their comparison with normal and cold conditions: A systematic review	191	181	2019
ENFERMEDAD DE SEVER	Prevalencia de apofisitis de calcáneo relacionado con el uso de calzado deportivo en baloncesto formativo	Supl	101	2019
ENFERMEDAD INTestinal INFLAMATORIA	Problemas gastrointestinales en deportes de resistencia en mujeres: revisión de literatura	192	238	2019
ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES	Problemas gastrointestinales en deportes de resistencia en mujeres: revisión de literatura	192	238	2019
ENTRENAMIENTO CON CARGAS	Métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales para el aumento de la masa muscular: una revisión sistemática	194	376	2019
ENTRENAMIENTO CONCURRENT	¿Afecta el entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) al desempeño en el entrenamiento de la fuerza?	189	8	2019
ENTRENAMIENTO DE FUERZA	¿Afecta el entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) al desempeño en el entrenamiento de la fuerza?	189	8	2019
	Control de la pérdida de velocidad a través de la escala de esfuerzo percibido en press de banca	192	215	2019
ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA	Efectos agudos del ejercicio resistido y concurrente en el perfil lipídico de mujeres postmenopáusicas	190	79	2019
ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA	Disfunción reproductiva por entrenamiento físico: el "hipogonadismo masculino producto del ejercicio"	193	319	2019
ENTRENAMIENTO INTERVALADO	¿Afecta el entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) al desempeño en el entrenamiento de la fuerza?	189	8	2019
ENVEJECIMIENTO	Valoración de la condición física mediante el senior fitness test y el índice de masa corporal en una muestra española de personas mayores de 80 años	192	232	2019

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
EQUILIBRIO POSTURAL	Efectos de un programa de ejercicio físico propioceptivo sobre el equilibrio en jóvenes patinadores entre los 11 y 15 años	191	166	2019
EQUINÁCEA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ERGOESPIROMETRÍA	Valoración ergoespirométrica de mujeres mayores practicantes de marcha nórdica	Supl	105	2019
ESCOLARES	Variables psicosociales, físicas y antropométrica en escolares chilenos. Un estudio comparativo según niveles de actividad física	191	151	2019
ESFUERZO	Rabdomiolisis inducida por esfuerzo	192	247	2019
ESGUINCE	Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural de voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo: estudio piloto	193	283	2019
ESPECTROSCOPIA	Oxigenación muscular de cuádriceps y gemelos previa a la realización de un ejercicio físico	Supl	95	2019
ESPECTROSCOPIA	Análisis de la bilateralidad de la oxigenación muscular del cuádriceps durante una prueba de esfuerzo	Supl	96	2019
ESPIRULINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
ESTRÉS GASTROINTESTINAL	Problemas gastrointestinales en deportes de resistencia en mujeres: revisión de literatura	192	238	2019
EXERCISE	Estimation of the maximum blood lactate from the results in the Wingate test	189	25	2019
	Effects of three water-based resistance trainings on maximal strength, rapid strength and muscular endurance of sedentary and trained older women	191	138	2019
	Volume load and efficiency with different strength training methods	191	145	2019
EXERCISE TEST	Time limit at peak speed without prior warm-up: Effects on test duration, heart rate and rating of perceived exertion	190	74	2019
	Peak running velocity predicts 5-km running performance in untrained men and women	194	340	2019
EXTERNAL LOAD	Interchangeability of two tracking systems to register physical demands in football: multiple camera video versus GPS technology	191	157	2019
FACTOR DE RIESGO	El papel del ejercicio aeróbico en la prevención y manejo de la fibrilación auricular. ¿Amigo o enemigo?	189	43	2019
FALLO	Efectos agudos de una sesión de fuerza al fallo sobre la calidad del sueño en deportistas entrenados	Supl	92	2019
FATIGA MUSCULAR	Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular	194	368	2019
FERTILIDAD	Disfunción reproductiva por entrenamiento físico: el "hipogonadismo masculino producto del ejercicio"	193	319	2019
FISIOLOGÍA	Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática	189	36	2019
	Trabajo cardíaco en el túnel de viento en función de la experiencia paracaidista	Supl	94	2019
	Oxigenación muscular de cuádriceps y gemelos previa a la realización de un ejercicio físico	Supl	95	2019
	Análisis de la bilateralidad de la oxigenación muscular del cuádriceps durante una prueba de esfuerzo	Supl	96	2019
FISIOLOGÍA EJERCICIO	Variabilidad de la frecuencia cardíaca asociada al entrenamiento paracaidista en el túnel de viento. Estudio preliminar	Supl	95	2019
FRACTURA DE ESTRÉS	Fractura de estrés bilateral de sacro, en un jugador de fútbol profesional	Supl	100	2019
FRECUENCIA CARDIACA	Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática	189	36	2019
	Trabajo cardíaco en el túnel de viento en función de la experiencia paracaidista	Supl	94	2019
FUERZA	Efectos agudos de una sesión de fuerza al fallo sobre la calidad del sueño en deportistas entrenados	Supl	92	2019
	Actividad física en pacientes oncológicos: impacto en el cáncer de mama. Revisión sistemática	Supl	106	2019
FUERZA MUSCULAR	Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular	194	368	2019
FUERZA MUSCULAR (MESH)	Efectos agudos del ejercicio resistido y concurrente en el perfil lipídico de mujeres postmenopáusicas	190	79	2019
FÚTBOL	Efectos de un programa de ejercicios excéntricos sobre la musculatura isquiotibial en futbolistas jóvenes	189	19	2019
	Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática	189	36	2019
	Métodos de entrenamiento propioceptivos como herramienta preventiva de lesiones en futbolistas: una revisión sistemática	191	173	2019
	Fractura de estrés bilateral de sacro, en un jugador de fútbol profesional	Supl	100	2019
	Incidencia del perfeccionismo y la ansiedad en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
	Incidencia del perfeccionismo y el estrés en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
FÚTBOL PROFESIONAL	Composición corporal en fútbol profesional	Supl	99	2019
GÉNERO	Estrés fisiológico en el balonmano profesional. Influencia del sexo, posición y tiempo de juego	Supl	96	2019
GINSENG	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
GLICEROL	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
GLICINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
GLUCEMIA	Ejercicio físico y olaparib: a propósito de un caso	Supl	104	2019
GLUTAMINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
GUARANÁ	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
HEALTH	Acute effects of heat on health variables during continuous exercise and their comparison with normal and cold conditions: A systematic review	191	181	2019
HEART RATE	Kinematics and thermal sex-related responses during an official beach handball game in Costa Rica: a pilot study	189	13	2019

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
HEAT	Acute effects of heat on health variables during continuous exercise and their comparison with normal and cold conditions: A systematic review	191	181	2019
HIGH-ALTITUDE	Hormonal changes in acclimatized soldiers during a march at a high altitude with mountain skis	193	302	2019
HIPOGONADISMO MASCULINO PRODUCTO DEL EJERCICIO	Disfunción reproductiva por entrenamiento físico: el "hipogonadismo masculino producto del ejercicio"	193	319	2019
HOMBRO DOLOROSO	Prevención de lesiones de hombro en deportistas en silla de ruedas: revisión sistemática	Supl	100	2019
HYPERTHERMIA	Acute effects of heat on health variables during continuous exercise and their comparison with normal and cold conditions: A systematic review	191	181	2019
HIPERTROFIA	Métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales para el aumento de la masa muscular: una revisión sistemática	194	376	2019
INCREASING INTERVAL EXERCISE TRAINING	The effect of tapering and Nigella sativa on the histological structure of the lung after increasing interval exercise training	190	92	2019
ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS	Aportaciones al estudio de la valoración de la composición corporal de practicantes de marcha nórdica	Supl	105	2019
INESTABILIDAD ARTICULAR	Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural de voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo: estudio piloto	193	283	2019
INFLAMMATION	The effect of tapering and Nigella sativa on the histological structure of the lung after increasing interval exercise training	190	92	2019
INMUNOMODULADORES	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
INOSINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
IRREVERSIBILIDAD TEMPORAL	Uso de series temporales de corta duración para el análisis de la irreversibilidad temporal multiescala de la señal cardíaca: efecto de la temperatura ambiental	Supl	97	2019
ISOFLAVONAS	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
JALEA REAL	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
JUDO	Anthropometric profile and estimation of competition weight in elite judokas of both genders	194	360	2019
KINEMATICS	Kinematics and thermal sex-related responses during an official beach handball game in Costa Rica: a pilot study	189	13	2019
LACTACID ANAEROBIC CAPACITY	Estimation of the maximum blood lactate from the results in the Wingate test	189	25	2019
LECITINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
LEPTINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
LESIÓN DEPORTIVA	Prevención de lesiones de hombro en deportistas en silla de ruedas: revisión sistemática	Supl	100	2019
	Incidencia del perfeccionismo y la ansiedad en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
	Incidencia del perfeccionismo y el estrés en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
	Tratamiento de la tendinopatía patelar con células madre mesenquimales: resultados intermedios del ensayo clínico fase-II	Supl	103	2019
LESIÓN MUSCULAR	Rabdomiolisis inducida por esfuerzo	192	247	2019
LESIONES	Métodos de entrenamiento propioceptivos como herramienta preventiva de lesiones en futbolistas: una revisión sistemática	191	173	2019
	Detección y prevención de lesiones en baloncesto formativo: estudio observacional	Supl	102	2019
LEUCINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
LIFESTYLE DRUGS	Androgens from physiology, through pharmacy and pharmacology to the status of lifestyle drugs - are we going in the right direction?	190	101	2019
LUNG	The effect of tapering and Nigella sativa on the histological structure of the lung after increasing interval exercise training	190	92	2019
MARCHA	Efectos hormonales y hematológicos en una marcha invernal de baja altitud en militares chilenos	192	227	2019
MARCHA NÓRDICA	Aportaciones al estudio de la valoración de la composición corporal de practicantes de marcha nórdica	Supl	105	2019
	Valoración ergoespiométrica de mujeres mayores practicantes de marcha nórdica	Supl	105	2019
MASA GRASA	Evaluación de hábitos alimentarios, composición corporal, fuerza y potencia en jugadoras españolas de balonmano playa	Supl	107	2019
MATCH ANALYSIS	Interchangeability of two tracking systems to register physical demands in football: multiple camera video versus GPS technology	191	157	2019
MAYORES	Valoración de la condición física mediante el senior fitness test y el índice de masa corporal en una muestra española de personas mayores de 80 años	192	232	2019
MEDICINA DEPORTIVA	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	Supl	106	2019
MEJORA DEL RENDIMIENTO	Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular	194	368	2019
MELATONINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
META-ANÁLISIS	Efecto de la suplementación con creatina en la capacidad anaeróbica: un meta-análisis	193	310	2019
METABOLISMO ANAERÓBICO	Producción de lactato y rendimiento en la prueba de 200 metros en palistas infantiles de competición	Supl	97	2019
MICRO-TECHNOLOGY	Short-term tapering prior to the match: external and internal load quantification in top-level basketball	193	288	2019

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
MINERALES	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
MINIMAL WEIGHT	Anthropometric profile and estimation of competition weight in elite judokas of both genders	194	360	2019
MIOCARDIOPATÍA ARRITMOGÉNICA	Valoración y seguimiento clínico en paciente con taquicardia ventricular y miocardiopatía arritmogénica de ventrículo derecho	Supl	94	2019
MYOCARDIAL INFARCTION	Obesity vs. Whole-body-fat and myocardial infarction risk prediction. Body fat percentage is better indicator	194	350	2019
MONITORIZACIÓN	Control de la pérdida de velocidad a través de la escala de esfuerzo percibido en press de banca	192	215	2019
MOTOR COORDINATION	Relationships among motor coordination, body mass index and physical activity in adolescents with different weight status	190	69	2019
MOVIMIENTO	Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática	189	36	2019
MUJERES MAYORES	Valoración ergoespirométrica de mujeres mayores practicantes de marcha nórdica	Supl	105	2019
MULTIESCALA	Uso de series temporales de corta duración para el análisis de la irreversibilidad temporal multiescala de la señal cardíaca: efecto de la temperatura ambiental	Supl	97	2019
MUSCLE STRENGTH	Effects of three water-based resistance trainings on maximal strength, rapid strength and muscular endurance of sedentary and trained older women	191	138	2019
MÚSCULO	Rabdomiolisis inducida por esfuerzo	192	247	2019
N-ACETIL-L-CISTEÍNA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
NATACIÓN	Rol de las Federaciones Nacionales de Natación en la promoción de la salud: Comparación países desarrollados vs en vía de desarrollo	192	208	2019
NIGELLA SATIVA	The effect of tapering and Nigella sativa on the histological structure of the lung after increasing interval exercise training	190	92	2019
NITRATOS	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
NUTRICIÓN	Efecto de ejercicio físico y dieta sin gluten sobre la composición corporal en mujeres celíacas	Supl	107	2019
	Métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales para el aumento de la masa muscular: una revisión sistemática	194	376	2019
OBESIDAD	VARIABLES psicosociales, físicas y antropométrica en escolares chilenos. Un estudio comparativo según niveles de actividad física	191	151	2019
	Entrenamiento aeróbico vs. Funcional de alta intensidad: efectos sobre la adiposidad en militares con sobrepeso	Supl	104	2019
	Impacto de la gastrectomía vertical sobre la cinética de consumo de oxígeno en mujeres post cirugía bariátrica	194	340	2019
OBESITY	Relationships among motor coordination, body mass index and physical activity in adolescents with different weight status	190	69	2019
	Obesity vs. Whole-body-fat and myocardial infarction risk prediction. Body fat percentage is better indicator	194	350	2019
OLAPARIB	Ejercicio físico y olaparib: a propósito de un caso	Supl	104	2019
ORGANIZACIÓN DEPORTIVA	Rol de las Federaciones Nacionales de Natación en la promoción de la salud: Comparación países desarrollados vs en vía de desarrollo	192	208	2019
OVERWEIGHT	Relationships among motor coordination, body mass index and physical activity in adolescents with different weight status	190	69	2019
OXIGENACIÓN MÚSCULAR	Oxigenación muscular de cuádriceps y gemelos previa a la realización de un ejercicio físico	Supl	95	2019
	Análisis de la bilateralidad de la oxigenación muscular del cuádriceps durante una prueba de esfuerzo	Supl	96	2019
PAÍSES EN DESARROLLO Y DESARROLLADOS	Rol de las Federaciones Nacionales de Natación en la promoción de la salud: Comparación países desarrollados vs en vía de desarrollo	192	208	2019
PARACAIDISMO	Trabajo cardíaco en el túnel de viento en función de la experiencia paracaidista	Supl	94	2019
	Variabilidad de la frecuencia cardíaca asociada al entrenamiento paracaidista en el túnel de viento. Estudio preliminar	Supl	95	2019
PATINAJE	Efectos de un programa de ejercicio físico propioceptivo sobre el equilibrio en jóvenes patinadores entre los 11 y 15 años	191	166	2019
PEAK TREADMILL VELOCITY	Peak running velocity predicts 5-km running performance in untrained men and women	194	340	2019
PERFECCIONISMO	Incidencia del perfeccionismo y la ansiedad en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
	Incidencia del perfeccionismo y el estrés en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
PERFECCIONISMO ADAPTATIVO	Incidencia del perfeccionismo y la ansiedad en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
	Incidencia del perfeccionismo y el estrés en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
PERFECCIONISMO DESADAPTATIVO	Incidencia del perfeccionismo y la ansiedad en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
	Incidencia del perfeccionismo y el estrés en las lesiones de mujeres futbolistas	Supl	101	2019
PERFORMANCE	Sport classification regulations for athletes with differences in sexual development (DSD)	190	109	2019
PERFORMANCE PREDICTION	Peak running velocity predicts 5-km running performance in untrained men and women	194	340	2019
PERSONALIDAD RESISTENTE	Vulnerabilidad psicológica a la lesión. Perfiles según la modalidad deportiva	193	296	2019
PHARMACOLOGY	Androgens from physiology, through pharmacy and pharmacology to the status of lifestyle drugs - are we going in the right direction?	190	101	2019
PHARMACY	Androgens from physiology, through pharmacy and pharmacology to the status of lifestyle drugs - are we going in the right direction?	190	101	2019
PHYSICAL ACTIVITY LEVELS	Characteristics of physical activity during recess: an analysis with Galician Elementary and Secondary Education students	193	276	2019
PHYSICAL ENDURANCE	Time limit at peak speed without prior warm-up: Effects on test duration, heart rate and rating of perceived exertion	190	74	2019

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
PHYSICAL PERFORMANCE	Estimation of the maximum blood lactate from the results in the Wingate test	189	25	2019
PHYSIOLOGICAL ASSESSMENT	Physiological evaluation post-match as implications to prevent injury in elite soccer players	192	220	2019
PHYSIOLOGY	Androgens from physiology, through pharmacy and pharmacology to the status of lifestyle drugs - are we going in the right direction?	190	101	2019
PIRAGÜISMO	Producción de lactato y rendimiento en la prueba de 200 metros en palistas infantiles de competición	Supl	97	2019
PLAYGROUND	Characteristics of physical activity during recess: an analysis with Galician Elementary and Secondary Education students	193	276	2019
PLIEGUE ABDOMINAL	Composición corporal en fútbol profesional	Supl	99	2019
POSICIÓN	Estrés fisiológico en el balonmano profesional. Influencia del sexo, posición y tiempo de juego	Supl	96	2019
POSTACTIVATION POTENTIATION	Acute effect of an Intra-Set Variable Resistance of back squats over 30-m sprint times of female sprinters	189	29	2019
POSTMENOPAUSIA	Efectos agudos del ejercicio resistido y concurrente en el perfil lipídico de mujeres postmenopáusicas	190	79	2019
PREBIÓTICO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
PRENDAS DE COMPRESIÓN	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	Supl	106	2019
PRESS DE BANCA	Control de la pérdida de velocidad a través de la escala de esfuerzo percibido en press de banca	192	215	2019
PREVENCIÓN	Métodos de entrenamiento propioceptivos como herramienta preventiva de lesiones en futbolistas: una revisión sistemática	191	173	2019
	Rabdomiolisis inducida por esfuerzo	192	247	2019
	Detección y prevención de lesiones en baloncesto formativo: estudio observacional	Supl	102	2019
PREVENCIÓN PRIMARIA	El papel del ejercicio aeróbico en la prevención y manejo de la fibrilación auricular. ¿Amigo o enemigo?	189	43	2019
PREVENCIÓN SECUNDARIA	El papel del ejercicio aeróbico en la prevención y manejo de la fibrilación auricular. ¿Amigo o enemigo?	189	43	2019
PROBIÓTICO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
PROMOTING EXERCISE	Characteristics of physical activity during recess: an analysis with Galician Elementary and Secondary Education students	193	276	2019
PROPIOCEPCIÓN	Efectos de un programa de ejercicio físico propioceptivo sobre el equilibrio en jóvenes patinadores entre los 11 y 15 años	191	166	2019
	Métodos de entrenamiento propioceptivos como herramienta preventiva de lesiones en futbolistas: una revisión sistemática	191	173	2019
PROTEÍNAS	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
QUERCETINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
RABDOMIOLISIS	Rabdomiolisis inducida por esfuerzo	192	247	2019
RECOVERY	Physiological evaluation post-match as implications to prevent injury in elite soccer players	192	220	2019
RECUPERACIÓN	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	Supl	106	2019
REGENERACIÓN TISULAR	Tratamiento de la tendinopatía patelar con células madre mesenquimales: resultados intermedios del ensayo clínico fase-II	Supl	103	2019
REGRESSION ANALYSIS	Anthropometric profile and estimation of competition weight in elite judokas of both genders	194	360	2019
RENDIMIENTO DEPORTIVO	Evaluación de hábitos alimentarios, composición corporal, fuerza y potencia en jugadoras españolas de balonmano playa	Supl	107	2019
RESISTANCE TRAINING	Volume load and efficiency with different strength training methods	191	145	2019
RESISTENCIA AERÓBICA	Valoración ergoespirométrica de mujeres mayores practicantes de marcha nórdica	Supl	105	2019
RESISTENCIA FÍSICA	Problemas gastrointestinales en deportes de resistencia en mujeres: revisión de literatura	192	238	2019
RESVERATROL	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
REVISIÓN	Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática	189	36	2019
RIESGO CARDIOVASCULAR	Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en deportistas de élite después de abandonar la competición	Supl	103	2019
RISK PREDICTION	Obesity vs. Whole-body-fat and myocardial infarction risk prediction. Body fat percentage is better indicator	194	350	2019
RITMO CARDIACO	Impacto de la práctica del baloncesto profesional en la secreción de cortisol diaria en mujeres	Supl	96	2019
RMSSD	La recuperación parasimpática tras el esfuerzo como medida de carga de trabajo	194	356	2019
RPE	Control de la pérdida de velocidad a través de la escala de esfuerzo percibido en press de banca	192	215	2019
RUNNING	Time limit at peak speed without prior warm-up: Effects on test duration, heart rate and rating of perceived exertion	190	74	2019
SACRO	Fractura de estrés bilateral de sacro, en un jugador de fútbol profesional	Supl	100	2019
SALUD	Rol de las Federaciones Nacionales de Natación en la promoción de la salud: Comparación países desarrollados vs en vía de desarrollo	192	208	2019
	Entrenamiento aeróbico vs. Funcional de alta intensidad: efectos sobre la adiposidad en militares con sobrepeso	Supl	104	2019
SALUD ÓSEA	Disfunción reproductiva por entrenamiento físico: el "hipogonadismo masculino producto del ejercicio"	193	319	2019
SENIOR FITNESS TEST	Valoración de la condición física mediante el senior fitness test y el índice de masa corporal en una muestra española de personas mayores de 80 años	192	232	2019
SEX DIFFERENCE	Peak running velocity predicts 5-km running performance in untrained men and women	194	340	2019
SILLA DE RUEDAS	Prevención de lesiones de hombro en deportistas en silla de ruedas: revisión sistemática	Supl	100	2019

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
SIMBIÓTICO	Cambios antropométricos y consumo de un simbiótico en deportistas de alto rendimiento. Estudio piloto	Supl	98	2019
SOCCER PLAYERS	Physiological evaluation post-match as implications to prevent injury in elite soccer players	192	220	2019
SODIUM	Sweating and core temperature in athletes training in continuous and intermittent sports in tropical climate	190	85	2019
SPECIAL MOUNTAIN TROOPS	Hormonal changes in acclimatized soldiers during a march at a high altitude with mountain skis	193	302	2019
SPORT	Kinematics and thermal sex-related responses during an official beach handball game in Costa Rica: a pilot study	189	13	2019
SPORTS CLASSIFICATION	Sport classification regulations for athletes with differences in sexual development (DSD)	190	109	2019
SPORTS REGULATIONS	Sport classification regulations for athletes with differences in sexual development (DSD)	190	109	2019
SPRINTER WOMEN	Acute effect of an Intra-Set Variable Resistance of back squats over 30-m sprint times of female sprinters	189	29	2019
STRENGTH TRAINING	Volume load and efficiency with different strength training methods	191	145	2019
SUEÑO	Efectos agudos de una sesión de fuerza al fallo sobre la calidad del sueño en deportistas entrenados	Supl	92	2019
SULFATO DE CONDROITINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
SULFATO DE GLUCOSAMINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
SUPLEMENTACIÓN	Efecto de la suplementación con creatina en la capacidad anaeróbica: un meta-análisis	193	310	2019
SUPLEMENTO NUTRICIONAL	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
SWEATING	Sweating and core temperature in athletes training in continuous and intermittent sports in tropical climate	190	85	2019
TALALGIA	Prevalencia de apofisitis de calcáneo relacionado con el uso de calzado deportivo en baloncesto formativo	Supl	101	2019
TAPERING	The effect of tapering and Nigella sativa on the histological structure of the lung after increasing interval exercise training	190	92	2019
TAQUICARDIA VENTRICULAR	Valoración y seguimiento clínico en paciente con taquicardia ventricular y miocardiopatía arritmogénica de entrículo derecho	Supl	94	2019
TAQUICARDIA VENTRICULAR POLIMÓRFICA	Síncope en paciente con mutación patogénica de taquicardia ventricular polimórfica catecolaminérgica	Supl	93	2019
CATECOLAMINÉRGICA				
TAURINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
TÉ VERDE	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
TEAM SPORTS	Short-term tapering prior to the match: external and internal load quantification in top-level basketball	193	288	2019
TENDINOPATÍA	Tratamiento de la tendinopatía patelar con células madre mesenquimales: resultados intermedios del ensayo clínico fase-II	Supl	103	2019
TESTOSTERONA	Efectos hormonales y hematológicos en una marcha invernal de baja altitud en militares chilenos	192	227	2019
TESTOSTERONE	Sport classification regulations for athletes with differences in sexual development (DSD)	190	109	2019
	Hormonal changes in acclimatized soldiers during a march at a high altitude with mountain skis	193	302	2019
TIEMPO DE JUEGO	Estrés fisiológico en el balonmano profesional. Influencia del sexo, posición y tiempo de juego	Supl	96	2019
TIME TRIAL	Peak running velocity predicts 5-km running performance in untrained men and women	194	340	2019
TOBILLO	Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural de voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo: estudio piloto	193	283	2019
TRABAJO	Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática	189	36	2019
TRAINING MONITORING	Short-term tapering prior to the match: external and internal load quantification in top-level basketball	193	288	2019
TRATAMIENTO	Rabdomiolisis inducida por esfuerzo	192	247	2019
TROPAS DE MONTAÑA	Efectos hormonales y hematológicos en una marcha invernal de baja altitud en militares chilenos	192	227	2019
TROPICAL CLIMATE	Sweating and core temperature in athletes training in continuous and intermittent sports in tropical climate	190	85	2019
UNTRAINED RUNNERS	Peak running velocity predicts 5-km running performance in untrained men and women	194	340	2019
UÑA DE GATO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA	Variabilidad de la frecuencia cardiaca asociada al entrenamiento paracaidista en el túnel de viento. Estudio preliminar	Supl	95	2019
	La recuperación parasimpática tras el esfuerzo como medida de carga de trabajo	194	356	2019
VELOCIDAD DE EJECUCIÓN	Control de la pérdida de velocidad a través de la escala de esfuerzo percibido en press de banca	192	215	2019
VITAMINAS	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
VOLEIBOL	Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural de voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo: estudio piloto	193	283	2019
WEIGHT LOSS	Anthropometric profile and estimation of competition weight in elite judokas of both genders	194	360	2019
WINGATE TEST	Estimation of the maximum blood lactate from the results in the Wingate test	189	25	2019
β-ALANINA	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019
β-HIDROXI β-METIL-BUTIRATO	Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte	Supl	8	2019

Índice de autores 2019

Autor	Número	Página	Año	Autor	Número	Página	Año	Autor	Número	Página	Año
A											
ABELLÁN-AYNÉS, O	191	181	2019	CAJIGAL, J	193	302	2019	FERRER-LÓPEZ, V	SUPL	95	2019
ABELLÁN-AYNÉS, O	SUPL	92	2019	CALDERÓN, FJ	191	134	2019	FERRER-LÓPEZ, V	SUPL	95	2019
ABELLÁN-AYNÉS, O	SUPL	97	2019	CAMPOS-VÁZQUEZ, MA	191	157	2019	FERRER-LÓPEZ, V	SUPL	96	2019
ABELLÁN-AYNÉS, O	SUPL	97	2019	CANCIO, J	189	29	2019	FERRER-LÓPEZ, V	SUPL	105	2019
ABELLÁN-AYNÉS, O	SUPL	98	2019	CANDA, A	194	360	2019	FERRER-LÓPEZ, V	SUPL	105	2019
ADILLÓN, C	SUPL	101	2019	CANETE, E	SUPL	100	2019	FERRI, K	SUPL	103	2019
ADILLÓN, C	SUPL	102	2019	CANO-CAPPELLACCI, M	194	345	2019	FIGUEIREDO, DH	190	74	2019
ALACID, F	191	181	2019	CANTERO, Á	SUPL	104	2019	FONSECA, P	SUPL	104	2019
ALACID, F	SUPL	97	2019	CÁRDENES, A	SUPL	93	2019	FRANCO, L	192	247	2019
ALACID, F	SUPL	97	2019	CÁRDENES, A	SUPL	94	2019	FRANCO, L	SUPL	8	2019
ALACID, F	SUPL	107	2019	CARVALHO, MJ	SUPL	107	2019	FRANCO, L	SUPL	99	2019
ALOMAR, X	SUPL	103	2019	CASAMICHANA, D	191	157	2019	FRONTANÉS, J	190	86	2019
ÁLVAREZ-PONCE, D	189	19	2019	CASANOVA, DA	191	173	2019	FRONTERA, WR	190	86	2019
ALVARIÑAS-VILLAVERDE, M	193	276	2019	CASTELLANO, J	191	157	2019	G			
ANDRADE MACHADO, F	194	340	2019	CASTELLANO, J	193	288	2019	GALAZ, D	189	29	2019
ANDRADE, G	191	145	2019	CHAGAS, DV	190	69	2019	GALDAMES, SA	189	29	2019
ANDREU, L	SUPL	92	2019	COFRE-LIZAMA, A	191	151	2019	GALLEGO, D	SUPL	106	2019
ANDRÉU, L	191	181	2019	CONCHA-CISTERNAS, Y	193	283	2019	GALLEGOS, M	SUPL	101	2019
ANDRÉU, L	SUPL	97	2019	CONTRERAS, C	SUPL	8	2019	GALLEGOS, M	SUPL	102	2019
ANDRÉU, L	SUPL	97	2019	CÓRDOVA, A	SUPL	106	2019	GARCÍA, A	SUPL	8	2019
ANDRÉU, L	SUPL	98	2019	COSTA, D	191	145	2019	GARCÍA, C	SUPL	106	2019
APOLONIO, L	189	29	2019	COSTA, RR	191	138	2019	GARCÍA, M	SUPL	98	2019
ARDILA-PEREIRA, L	190	79	2019	CRESP-BARRIA, M	191	151	2019	GARCÍA, M	SUPL	100	2019
ARÉVALO, JP	SUPL	100	2019	CUESTAS-CALERO, BJ	SUPL	107	2019	GARCÍA-M	SUPL	100	2019
ARRIAZA, R	192	205	2019	CUESTAS-CALERO, BJ	SUPL	107	2019	GARCÍA-GARCÍA, JM	192	215	2019
ÁVILA-GANDÍA, V	SUPL	92	2019	CUETO-MARÍN, B	192	208	2019	GAZTAÑAGA, T	SUPL	8	2019
B				D				GERVILLA, A			
BACH-FAIG, A	194	368	2019	DAIGRE-PRieto, M	193	283	2019	GICH, I	SUPL	103	2019
BAGATINI, NC	191	138	2019	DE ALKIMIM, R	189	36	2019	GIMÉNEZ-SÁNCHEZ, J	192	238	2019
BAHAMONDE, JR	SUPL	99	2019	DE CANGAS, R	SUPL	99	2019	GODOY, PE	192	238	2019
BALADRÓN, C	189	43	2019	DE LA CRUZ-MÁRQUEZ, JC	192	208	2019	GOMES, R	189	8	2019
BALÍUS, R	SUPL	103	2019	DE LA RUBIA, JE	SUPL	96	2019	GÓMEZ-CABELLO, A	SUPL	104	2019
BARAHONA-FUENTES, GD	191	173	2019	DE LA RUBIA, JE	SUPL	96	2019	GONZÁLEZ, A	SUPL	92	2019
BARCELÓ CORMANO, E	194	368	2019	DE LIMA, L	189	36	2019	GUTIÉRREZ-VARGAS, JC	189	13	2019
BARRERO-SANTALLA, S	189	43	2019	DE PAZ, JA	190	66	2019	GUTIÉRREZ-VARGAS, R	189	13	2019
BARRIOS, C	SUPL	96	2019	DE TERESA, C	192	247	2019	GUZMAN-GUZMAN, IP	191	151	2019
BARROSO, BM	191	138	2019	DE TERESA, C	SUPL	8	2019	GUZMÁN-MUÑOZ, E	189	19	2019
BATISTA, LA	190	69	2019	DEL CAMPO-VECINO, J	192	215	2019	GUZMÁN-MUÑOZ, E	193	283	2019
BECERRA, J	190	79	2019	DEL VALLE, M	SUPL	8	2019	H			
BLANCO ROGEL, M	194	368	2019	DEL VALLE, M	SUPL	92	2019	HACKNEY, AC	193	319	2019
BLASCO, R	SUPL	8	2019	DELEVATT, RS	191	138	2019	HALL, JA	189	36	2019
BLASCO REDONDO, R	194	368	2019	DELGADO-FLOODY P	191	151	2019	HAMIDIAN, G	190	92	2019
BODÍ, F	SUPL	96	2019	DELGADO-FLOODY, P	194	345	2019	HERNÁNDEZ, H	SUPL	99	2019
BODÍ, F	SUPL	96	2019	DELLA CORTE, J	189	8	2019	HERNÁNDEZ, M	SUPL	98	2019
BOK, D	193	288	2019	DOÑATE, M	SUPL	103	2019	HERNÁNDEZ, M	SUPL	100	2019
BORBA, E	189	36	2019	DUBORÍJA-KOVACEVIC, N	190	101	2019	HERNÁNDEZ, OJ	190	86	2019
BORONAT, B	SUPL	100	2019	F				HERNÁNDEZ-GARCÍA, M	SUPL	107	2019
BRAGA, DANIELLI	189	8	2019	FERNANDES DA SILVA, D	194	340	2019	HERRERO, A	SUPL	98	2019
C				FERNÁNDEZ, MI	191	181	2019	HERRERO, A	SUPL	100	2019
CAAMAÑO-NAVARRETE, F	191	151	2019	FERNÁNDEZ, MI	SUPL	92	2019	HUERTA, AC	189	29	2019
CABALLERO, E	SUPL	93	2019	FERNÁNDEZ, MI	SUPL	97	2019	HUERTA, AC	191	173	2019
CABALLERO, E	SUPL	94	2019	FERNÁNDEZ, MI	SUPL	97	2019	I			
CABALLERO-GARCÍA, A	SUPL	106	2019	FERNÁNDEZ, MI	SUPL	98	2019	IBACACHE SAAVEDRA, P	194	345	2019
CABALLERO-GARCÍA, A	SUPL	106	2019	FERNÁNDEZ-ARAQUE, A	SUPL	106	2019	J			
CABANILLAS, R	SUPL	104	2019	FERNÁNDEZ-LÁZARO CI	SUPL	106	2019	JEREZ-MAYORGA, D	191	151	2019
CÁCERES, PA	189	29	2019	FERNÁNDEZ-LÁZARO CI	SUPL	106	2019	JEREZ-MAYORGA, D	194	345	2019
CAJIGAL, J	192	227	2019	FERNÁNDEZ-LÁZARO, D	SUPL	106	2019	JIMÉNEZ, JF	192	247	2019
				FERRER-LÓPEZ, V	SUPL	94	2019	JIMÉNEZ-DÍAZ, J	193	310	2019
								JÓDAR-REVERTE, M	SUPL	94	2019

Autor	Número	Página	Año
JÓDAR-REVERTE, M	SUPL	95	2019
JÓDAR-REVERTE, M	SUPL	95	2019
JÓDAR-REVERTE, M	SUPL	96	2019
JÓDAR-REVERTE, M	SUPL	105	2019
JÓDAR-REVERTE, M	SUPL	105	2019
JUKIC, I	193	288	2019
JURADO, I	SUPL	98	2019
JURADO, I	SUPL	100	2019
JUSTO, LA	189	43	2019

K

KANITZ, AC	191	138	2019
KHALILZADEH, MA	190	92	2019
KIMURA, GH	190	74	2019
KNUTTGEN, HG	193	273	2019
KOVAC, R	190	101	2019
KRUEL, LFM	191	138	2019

L

LANE, AR	193	319	2019
LANGARIKA-ROCAFORT, A	191	157	2019
LARA, D	SUPL	107	2019
LÁZARO, MP	SUPL	106	2019
LOAIZA, D	SUPL	107	2019
LÓPEZ-PLAZA, D	191	181	2019
LÓPEZ-PLAZA, D	SUPL	97	2019
LÓPEZ-PLAZA, D	SUPL	97	2019
LÓPEZ-PLAZA, D	SUPL	98	2019

M

MACHADO, FA	190	74	2019
MAGALLANES, CA	193	319	2019
MANOEL, FA	190	74	2019
MANONELLES, P	190	109	2019
MANONELLES, P	192	247	2019
MANONELLES, P	SUPL	8	2019
MANONELLES, P	SUPL	92	2019
MANONELLES, P	SUPL	97	2019
MANONELLES, P	SUPL	97	2019
MANONELLES, P	SUPL	98	2019
MANUZ, B	SUPL	8	2019
MANZANO, AJ	SUPL	101	2019
MARCOS-PARDO, PJ	189	8	2019
MARCOS-PARDO, PJ	SUPL	107	2019
MARISCAL, G	SUPL	96	2019
MARISCAL, G	SUPL	96	2019
MAROTO, M	SUPL	104	2019
MARTÍN CASTELLANOS, A	194	350	2019
MARTÍN CASTELLANOS, P	194	350	2019
MARTÍNEZ, OLCINA, M	SUPL	107	2019
MARTÍNEZ-ARANDA, LM	SUPL	92	2019
MARTÍNEZ-GONZÁLEZ-MORO, I	SUPL	94	2019
MARTÍNEZ-GONZÁLEZ-MORO, I	SUPL	95	2019
MARTÍNEZ-GONZÁLEZ-MORO, I	SUPL	95	2019
MARTÍNEZ-GONZÁLEZ-MORO, I	SUPL	96	2019
MARTÍNEZ-GONZÁLEZ-MORO, I	SUPL	105	2019
MARTÍNEZ-GONZÁLEZ-MORO, I	SUPL	105	2019
MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A	SUPL	107	2019
MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A	SUPL	107	2019
MARTÍNEZ SÁNCHEZ, MA	194	376	2019
MARTÍN-HERNÁNDEZ, J	189	43	2019
MATE, A	192	232	2019
MATTA, L	192	220	2019
MEDINA, JM	SUPL	93	2019
MEDINA, JM	SUPL	94	2019
MEDRANO, R	192	232	2019
MEINERZ, AP	191	138	2019
MÉNDEZ-REBOLLEDO, G	193	283	2019
MENDOZA, H	SUPL	94	2019

Autor	Número	Página	Año
MEZA, H	192	232	2019
MIELGO-AYUSO, J	SUPL	106	2019
MIELGO-AYUSO, J	SUPL	106	2019
MIRANDA-FUENTES, C	194	340	2019
MIRANDA, H	191	145	2019
MIRDAR, S	190	92	2019
MOLAS, D	SUPL	100	2019
MORENO-FERNÁNDEZ, IM	SUPL	101	2019
MORENO-FERNÁNDEZ, IM	SUPL	101	2019

N

NARANJO, C	192	232	2019
NARANJO, J	192	227	2019
NARANJO, J	193	302	2019
NASSER, I	191	145	2019
NAVARRO, A	192	232	2019
NEYESTANIL, F	190	92	2019
NICIEZA, G	SUPL	99	2019
NIETO, C	194	356	2019
NIETO-JIMÉNEZ, C	192	227	2019
NIETO-JIMÉNEZ, C	193	302	2019

O

OLMEDILLA, A	SUPL	101	2019
OLMEDILLA, A	SUPL	101	2019
OPAZO DIAZ, E	194	345	2019
OROZCO, LI	SUPL	103	2019
ORTEGA, A	189	43	2019
ORTEGA, E	SUPL	98	2019
ORTEGA, E	SUPL	101	2019
ORTEGA, E	SUPL	101	2019
OYÓN, P	SUPL	99	2019

P

PALACIOS GIL DE ANTUÑO, N	SUPL	8	2019
PALAZÓN, A	SUPL	98	2019
PALAZÓN, A	SUPL	100	2019
PALOMINO-DEVIA, C	191	151	2019
PALOP, J	SUPL	104	2019
PARDOS, E	192	227	2019
PAREDES-RUIZ, MJ	SUPL	94	2019
PAREDES-RUIZ, MJ	SUPL	95	2019
PAREDES-RUIZ, MJ	SUPL	95	2019
PAREDES-RUIZ, MJ	SUPL	96	2019
PAREDES-RUIZ, MJ	SUPL	105	2019
PAREDES-RUIZ, MJ	SUPL	105	2019
PARRA, M	SUPL	103	2019
PEIRAU, X	SUPL	103	2019
PEÑA, P	SUPL	93	2019
PEÑA, P	SUPL	94	2019
PEÑALOZA, A	190	79	2019
PÉREZ, A	192	232	2019
PÉREZ-DÍAZ, C	192	208	2019
PESERICO, CS	190	74	2019
PINO-JUSTE, M	193	276	2019
PINZÓN-ROMEO, S	191	166	2019
PLATERO, JL	SUPL	96	2019
PLATERO, JL	SUPL	96	2019
PLAZA-PALOMO, D	SUPL	92	2019
POPOVIC, M	190	101	2019
PRADO, AKG	191	138	2019
PRATS-MOYA, S	SUPL	107	2019
PRIETO, JM	193	296	2019
PUIG, T	SUPL	103	2019

Q

QUERO, CD	SUPL	92	2019
QUERO, CD	SUPL	97	2019

Autor	Número	Página	Año
QUERO, CD	SUPL	97	2019
QUERO, CD	SUPL	98	2019
QUERO-CALERO, CD	191	181	2019
QUIRÓS-QUIRÓS, A	193	310	2019

R

RAMÍREZ-MARRERO, FA	190	86	2019
RAMOS-CAMPO, DJ	SUPL	92	2019
RANGEL, L	189	8	2019
RAYA-GONZÁLEZ, J	194	376	2019
REBOLLEDO-COBOS, R	190	79	2019
REICHERT, T	191	138	2019
RHEA, M	192	220	2019
RICO-CASTRO, N	192	208	2019
RIUS, J	SUPL	103	2019
RIVERA-BROWN, AM	190	86	2019
RODAS, G	SUPL	103	2019
RODRÍGUEZ, JJ	190	109	2019
RODRÍGUEZ, L	192	232	2019
RODRÍGUEZ, V	SUPL	100	2019
RODRÍGUEZ-DELGADO, A	190	79	2019
ROJAS-VALVERDE, D	189	13	2019
ROJO, F	SUPL	99	2019
ROSA, G	189	8	2019
ROSARIO, RA	190	86	2019
RÚA, D	SUPL	93	2019
RÚA, D	SUPL	94	2019
RUBIO, FJ	SUPL	99	2019
RUBIO, FJ	SUPL	100	2019
RUBIO-ARIAS, JÁ	SUPL	92	2019
RUBIO-ARIAS, JÁ	SUPL	107	2019
RUIZ, ML	SUPL	92	2019
RUIZ, ML	SUPL	104	2019
RUSO ÁLVAREZ, JE	194	356	2019

S

SALUM, E	189	36	2019
SALVAT, I	SUPL	102	2019
SÁNCHEZ, I	SUPL	96	2019
SÁNCHEZ, I	SUPL	96	2019
SÁNCHEZ-DELGADO, JC	191	166	2019
SÁNCHEZ-SÁEZ, JA	SUPL	107	2019
SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, J	SUPL	107	2019
SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, J	SUPL	107	2019
SANTIAGO-PESCADOR, S	189	43	2019
SANTOS-LOZANO, A	189	43	2019
SARMIENTO-RUBIANO, L	190	79	2019
SAZO-RODRÍGUEZ, S	193	283	2019
SEGABINAZI PESERICO, C	194	340	2019
SERRA-GRIMA, R	SUPL	103	2019
SEVILLA, A	SUPL	101	2019
SIMMER, NM	191	138	2019
SLEBALD, D	189	29	2019
SOLER, R	SUPL	103	2019
SOTO-CARBALLO, J	193	276	2019
SOTO-SANTANDER, K	193	283	2019
SOUTO, A	192	220	2019
SUBIELA, JV	189	25	2019
SVILAR, L	193	288	2019

T

TERREROS, JL	190	109	2019
TORRES, K	SUPL	99	2019
TORRES-SOBEJANO-ROMERO, M	SUPL	94	2019
TORRES-SOBEJANO-ROMERO, M	SUPL	95	2019
TREVIÑO, S	SUPL	101	2019
TREVIÑO, S	SUPL	102	2019

Autor	Número	Página	Año	Autor	Número	Página	Año	Autor	Número	Página	Año
U				VALERO, A	SUPL	99	2019	WILLARDSON, JM	191	145	2019
UGALDE-RAMÍREZ, JA	189	13	2019	VARELA-OLALLA, D	192	215	2019	Z			
UGARTE, P	SUPL	99	2019	VIDAL, F	189	29	2019	ZAMARREÑO, D	SUPL	99	2019
V				VIDARTE-CLAROS, JA	191	166	2019	ZAMORA-SALAS, JD	193	310	2019
VALDÉS-BADILLA, P	193	283	2019	VILLEGAS, JA	SUPL	8	2019	ZULIC-AGRAMUNT, C	191	151	2019
VALE, RG	189	36	2019	W							
				WANGUEMERT, F	SUPL	93	2019				

Lista de revisores evaluadores externos de los artículos recibidos en 2019 en Archivos de Medicina del Deporte

- Alacid Cárceles, Fernando (*Universidad de Almería. España*)
- Álvarez Herms, Jesús (*Universidad del País Vasco. España*)
- Álvarez Medina, Javier (*Universidad de Zaragoza. España*)
- Alvero Cruz, Jose Ramón (*Universidad de Málaga. España*)
- Aramendi Aramendi, José (*Osasunkiroi. Hondarribia. Guipúzcoa. España*)
- Arboleda Serna, Víctor Hugo (*Universidad de Antioquia-Medellín. Colombia*)
- Archanco Olcese, Miguel (*Hospital Clínico San Carlos. Madrid*)
- Avella Chaparro, Rafael Ernesto (*Universidad Libre de Colombia. Bogotá. Colombia*)
- Ayala Rodriguez, Francisco (*Universidad Miguel Hernandez. Elche. España*)
- Barrales Villa, Roberto (*Universidad de la Coruña. España*)
- Bernales Hermosilla, Marlis Andrea (*Universidad de Santo Tomás. Chile*)
- Brizuela Costa, Gabriel (*Universidad de Valencia. España*)
- Caamaño Navarrete, Felipe (*Universidad Católica de Temuco. Chile*)
- Caballero Dorta, Eduardo (*Jefe de Servicio de Cardiología de Hospital Universitario de Gran Canaria Dr Negrín. España*)
- Cabot Duran, Xabier (*Universidad internacional de Cataluña. España*)
- Cagigal, Jorge (*Facultad de Humanidades Universidad Mayor. Providencia. Chile*)
- Calderón Montero, Javier (*Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. INEF. Madrid*)
- Canda Moreno, Alicia (*Agencia Española de protección de la Salud en el Deporte. Madrid*)
- Cappa, Dario Fernando (*Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Ciencias de la Salud. Argentina*)
- Castillo Sayán, Óscar (*Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú*)
- Chamorro Lange, Claudio (*Pontificia Universidad Católica de Chile*)
- Contreras Díaz, Guido Edgardo (*Universidad Los Lagos. Chile*)
- Contreras Montilla, Osmar (*Universidad Mayor. Chile*)
- Correa Gonzalez, Gonzalo (*FREMAP. TraumadeportGH. Mutualidad Futbolistas Extremadura. Badajoz. España*)
- Costa Teixeira, Bruno (*Universidad Regional Integrada. Campus Santo Augusto. RS. Brasil*)
- de Benito Trigueros, Ana María (*Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. Valencia. España*)
- de la Cruz Sánchez, Ernesto (*Universidad de Murcia. España*)
- de Teresa Galván, Carlos (*Universidad de Granada. España*)
- Del Valle Soto, Miguel (*Universidad de Oviedo. España*)
- Domínguez Díez, Marta (*Universidad Isabel I. Burgos. España*)
- Dominguez Herrera, Raúl (*Universidad Isabel I. Burgos. España*)
- Dopico Calvo, Xurxo (*Universidad de la Coruña. España*)
- Esquius de la Zarza, Laura (*Universidad Abierta de Cataluña. España*)
- Fernandes Da Silva, Sandro (*Universitdad de Lavras. Brasil*)
- Fernández Río, Francisco Javier (*Universidad de Oviedo. España*)
- Ferreira Oliveira, Samuel Ângelo (*Federal University of Vicosa. Brasil*)
- Ferreyro Bravo, Fernando (*Instituto de ciencias aplicadas la nutrición y salud. Anthropometrica. body measurement research lab.*)
- Franco Bonafonte, Luis (*Universidad Rovira i Virgili. Reus. España*)
- García, Jorge Enrique (*Instituto de Educación Física San Martín. Catamarca. Argentina*)
- García Cota, Juan José (*Hospital Quirón Pontevedra. España*)
- García Manso, Juan Manuel (*Laboratorio de Análisis y Control del Entrenamiento Deportivo. Departamento de Educación Física de la U.L.P.G.C. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España*)
- Gil Agudo, Ángel Manuel (*Hospital Nacional de Paraplégicos. Toledo. España*)
- González Palacio, Enoc Valentín (*Universidad de San Buenaventura. Colombia*)
- Granero Gallegos, Antonio (*Universidad de Almería. España*)
- Guisado Barrilao, Rafael (*Universidad de Granada. España*)
- Gutiérrez Sanmartín, Melchor (*Universidad de Valencia. España*)
- Guzmán Muñoz, Eduardo (*Escuela de Kinesiología. Facultad de Salud. Universidad Santo Tomás, Talca, Chile*)
- Haydon, David S. (*School of Mechanical Engineering. University of Adelaide. Australia*)
- Heredia Elvar, Juan Ramón (*Instituto Internacional Ciencias Ejercicio Físico y Salud. Murcia. España*)
- Hernando Domingo, Carlos (*Universidad de Castellón. España*)
- Hidalgo Rasmussen, Carlos Alejandro (*Universidad de Guadalajara. México*)
- Iturricastillo Urteaga, Aitor (*Universidad del País Vasco. Leioa. Vizcaya. España*)
- Jiménez Díaz, Fernando (*Universidad de Castilla la Mancha (UCLM). Toledo. Universidad Católica San Antonio (UCAM) Murcia. España*)

Jiménez Rejano, José Jesús (*Universidad de Sevilla. España*)

Jorquera Aguilera, Carlos (*Universidad Mayor. Chile*)

Konovalova, Elena (*Grupo de Investigación en Deporte de Rendimiento. Docente Universidad del Valle. Ciudad Universitaria Meléndez. Cali. Colombia*)

Latorre Román, Pedro Ángel (*Departamento de Didáctica de la Expresión Corporal. Universidad de Jaén. España*)

Lema, Lucia (*Universidad de Córdoba. Colombia*)

Locatelli, Luz (*Leeds City College*)

Loeza Magaña, Pavel (*Universidad del Fútbol y Ciencias del Deporte. Pachuca. México*)

López-Plaza Palomo, Daniel (*Universidad Católica San Antonio (UCAM) Murcia. España*)

López Rivera, Eva (*Universidad de Cádiz. España*)

López Valdés, Fabián (*Facultad de Educación. Universidad Autónoma. Chile*)

Luengo Fernández, Emilio (*Director de la Escuela de ecografía Cardiaca de SEMED. España*)

Manuz Gonzalez, Begoña (*Centro de Medicina Deportiva. Torrelavega. Cantabria. España*)

Mañas Viniegra, Luis (*Universidad Complutense de Madrid. España*)

Marqués Lopes, Iva (*Universidad de Zaragoza. España*)

Matsudo, Víctor (*Universidad GamaFilho. San Pablo. Brasil*)

Mielgo Ayuso, Juan (*Universidad de Valladolid. España*)

Monteagudo Peña, Gilda (*Instituto Nacional de Endocrinología (INEN). La Habana. Cuba*)

Moya Amaya, Heliodoro (*Servicios Médicos del equipo de fútbol Udinese Calcio. Italia*)

Naranjo Orellana, José (*Universidad Pablo de Olabide. Sevilla. España*)

Nestares Pleguezuelo, María Teresa (*Universidad de Granada. España*)

Ocete Calvo, Carmen (*Universidad Politécnica de Madrid. España*)

Olcina Camacho, Guillermo (*Universidad de Extremadura. España*)

Passos Monteiro, Elren (*Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSA)- Porto Alegre/RS- Brasil*)

Pérez Córdoba, Eugenio A. (*Universidad de Sevilla. España*)

Ramirez Villada, Jhon Fredy (*Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia*)

Ramos Campo, Domingo J. (*Universidad Católica San Antonio (UCAM). Murcia. España*)

Raya González, Javier (*Universidad Pablo de Olabide. Sevilla. España*)

Rivilla García, Jesús (*Universidad Politécnica de Madrid. España*)

Robles Gil, María Concepción (*Universidad de Extremadura. España*)

Roche Collado, Enrique (*Universidad Miguel Hernández. Elche. España*)

Rodas Pereira, Jose Antonio (*médico de la FEF. España*)

Rombaldi, Airton (*Universidade Federal de Pelotas. Escola de Educação Física. Pelotas. Brasil*)

Salgueirosa, Fabiano de Macedo (*Universidad Federal de Paraná. Brasil*)

Salinero Martin, Juan José (*Universidad Camilo José Cela. Villanueva de la Cañada. Madrid. España*)

Sanchez Delgado, Juan Carlos (*Universidad Santo Tomás de Aquino. Bucaramanga. Colombia*)

Sanchez Jover, Federico (*Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM). España*)

Sánchez Muñoz, Verónica (*Centro de nutrición & obesidad ABC - Centro Médico ABC. España*)

Sánchez Oliver, Antonio Jesús (*Universidad Pablo de Olabide. Sevilla. España*)

Sánchez Sixto, Alberto (*Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spinola. Sevilla. España*)

Sangelaji, Bahram (*University of Otago. Nueva Zelanda*)

Segura Villalobos, Federico (*Hospital Universitario Insular de Gran Canaria. España*)

Sureda Gomila, Antoni (*Universidad de las Islas Baleares. España*)

Tovar Torres, Hernán Gilberto (*Universidad de Tolima. Colombia*)

Vázquez Carrión, Javier (*Agencia Española de Protección de la Salud en el Deporte (AEPSAD). España*)

Vidarte Claros, José (*Universidad Autónoma de Manizales. Colombia*)

La dirección de Archivos de Medicina el Deporte desea agradecer a todos su desinteresada colaboración.

Normas de publicación de Archivos de Medicina del Deporte

La Revista ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE (Arch Med Deporte) con ISSN 0212-8799 es la publicación oficial de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED). Edita trabajos originales sobre todos los aspectos relacionados con la Medicina y las Ciencias del Deporte desde 1984 de forma ininterrumpida con una periodicidad trimestral hasta 1995 y bimestral a partir de esa fecha. Se trata de una revista que utiliza fundamentalmente el sistema de revisión externa por dos expertos (*peer-review*). Incluye de forma regular artículos sobre investigación clínica o básica relacionada con la medicina y ciencias del deporte, revisiones, artículos o comentarios editoriales, y cartas al editor. Los trabajos podrán ser publicados EN ESPAÑOL O EN INGLÉS. La remisión de trabajos en inglés será especialmente valorada.

En ocasiones se publicarán las comunicaciones aceptadas para presentación en los Congresos de la Sociedad.

Los artículos Editoriales se publicarán sólo previa solicitud por parte del Editor.

Los trabajos admitidos para publicación quedarán en propiedad de SEMED y su reproducción total o parcial deberá ser convenientemente autorizada. Todos los autores de los trabajos deberán enviar por escrito una carta de cesión de estos derechos una vez que el artículo haya sido aceptado.

Envío de manuscritos

1. Los trabajos destinados a publicación en la revista Archivos de Medicina del Deporte se enviarán a través del sistema de gestión editorial de la revista (<http://archivosdemedicinadeldeporte.com/revista/index.php/amd>).
2. Los trabajos deberán ser remitidos, a la atención del Editor Jefe.
3. Los envíos constarán de los siguientes documentos:
 - a. **Carta al Editor** de la revista en la que se solicita el examen del trabajo para su publicación en la Revista y se especifica el tipo de artículo que envía.
 - b. **Página de título** que incluirá exclusivamente y por este orden los siguiente datos: Título del trabajo (español e inglés), nombre y apellidos de los autores en este orden: primer nombre, inicial del segundo nombre si lo hubiere, seguido del primer apellido y opcionalmente el segundo de cada uno de ellos; titulación oficial y académica, centro de trabajo, dirección completa y dirección del correo electrónico del responsable del trabajo o del primer autor para la correspondencia. También se incluirán los apoyos recibidos para la realización del estudio en forma de becas, equipos, fármacos...
 - c. **Manuscrito**. Debe escribirse a doble espacio en hoja DIN A4 y numerados en el ángulo superior derecho. Se recomienda usar formato Word, tipo de letra Times New Roman tamaño 12.

Este texto se iniciará con el título del trabajo (español e inglés), resumen del trabajo en español e inglés, que tendrá una extensión de 250-300 palabras. Incluirá la intencionalidad del trabajo (motivo y objetivos de la investigación), la metodología empleada, los resultados más destacados y las principales conclusiones. Ha de estar redactado de tal modo que permita comprender la esencia del artículo sin leerlo total o parcialmente. Al pie de cada resumen se especificarán de tres a diez palabras clave en castellano e inglés (keyword), derivadas del Medical Subject Headings (MeSH) de la National Library of Medicine (disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>).

Después se escribirá el texto del trabajo y la bibliografía.

En el documento de texto, al final, se incluirán las leyendas de las tablas y figuras en hojas aparte.

- d. **Tablas**. Se enviarán en archivos independientes en formato JPEG y en formato word. Serán numeradas según el orden de aparición en el texto, con el título en la parte superior y las abreviaturas descritas en la parte inferior. Todas las abreviaturas no estándar que se usen en las tablas serán explicadas en notas a pie de página.

Las tablas se numerarán con números arábigos según su orden de aparición en el texto.

En el documento de texto, al final, se incluirán las leyendas de las tablas y figuras en hojas aparte.

- e. **Figuras**. Se enviarán en archivos independientes en formato JPEG de alta resolución. Cualquier tipo de gráficos, dibujos y fotografías serán denominados figuras. Deberán estar numeradas correlativamente según el orden de aparición en el texto y se enviarán en blanco y negro (excepto en aquellos trabajos en que el color esté justificado).

Se numerarán con números arábigos según su orden de aparición en el texto.

La impresión en color tiene un coste económico que tiene que ser consultado con el editor.

En el documento de texto, al final, se incluirán las leyendas de las tablas y figuras en hojas aparte.

- f. **Propuesta de revisores**. El responsable del envío propondrá un máximo de cuatro revisores que el editor podrá utilizar si lo considera necesario. De los propuestos, uno al menos será de nacionalidad diferente del responsable del trabajo. No se admitirán revisores de instituciones de los firmantes del trabajo.
- g. **Carta de originalidad y cesión de derechos**. Se certificará, por parte de todos los autores, que se trata de un original que no ha sido previamente publicado total o parcialmente.
- h. **Consentimiento informado**. En caso de que proceda, se deberá adjuntar el documento de consentimiento informado

que se encuentra en la web de la revista Archivos de Medicina del Deporte.

- i. **Declaración de conflicto de intereses.** Cuando exista alguna relación entre los autores de un trabajo y cualquier entidad pública o privada de la que pudiera derivarse un conflicto de intereses, debe de ser comunicada al Editor. Los autores deberán cumplimentar un documento específico.
En el sistema de gestión editorial de la revista se encuentran modelos de los documentos anteriores.
4. La extensión del texto variará según la sección a la que vaya destinado:
 - a. **Originales:** Máximo de 5.000 palabras, 6 figuras y 6 tablas.
 - b. **Revisión:** Máximo de 5.000 palabras, 5 figuras y 4 tablas. En caso de necesitar una mayor extensión se recomienda comunicarse con el Editor de la revista.
 - c. **Editoriales:** Se realizarán por encargo del comité de redacción.
 - d. **Cartas al Editor:** Máximo 1.000 palabras.
5. **Estructura del texto:** variará según la sección a la que se destine:
 - a. **ORIGINALES:** Constará de una **introducción**, que será breve y contendrá la intencionalidad del trabajo, redactada de tal forma que el lector pueda comprender el texto que le sigue. **Material y método:** Se expondrá el material utilizado en el trabajo, humano o de experimentación, sus características, criterios de selección y técnicas empleadas, facilitando los datos necesarios, bibliográficos o directos, para que la experiencia relatada pueda ser repetida por el lector. Se describirán los métodos estadísticos con detalle. **Resultados:** Relatan, no interpretan, las observaciones efectuadas con el material y método empleados. Estos datos pueden publicarse en detalle en el texto o bien en forma de tablas y figuras. No se debe repetir en el texto la información de las tablas o figuras. **Discusión:** Los autores expondrán sus opiniones sobre los resultados, posible interpretación de los mismos, relacionando las propias observaciones con los resultados obtenidos por otros autores en publicaciones similares, sugerencias para futuros trabajos sobre el tema, etc. Se enlazarán las conclusiones con los objetivos del estudio, evitando afirmaciones gratuitas y conclusiones no apoyadas por los datos del trabajo. Los **agradecimientos** figurarán al final del texto.
 - b. **REVISIONES:** El texto se dividirá en todos aquellos apartados que el autor considere necesarios para una perfecta comprensión del tema tratado.
 - c. **CARTAS AL EDITOR:** Tendrán preferencia en esta Sección la discusión de trabajos publicados en los dos últimos números con la aportación de opiniones y experiencias resumidas en un texto de 3 hojas tamaño DIN A4.
 - d. **OTRAS:** Secciones específicas por encargo del comité editorial de la revista.
6. **Bibliografía:** Se presentará al final del manuscrito y se dispondrá según el orden de aparición en el texto, con la correspondiente numeración correlativa. En el texto del artículo constará siempre la numeración de la cita entre paréntesis, vaya o no vaya acompañado del nombre de los autores; cuando se mencione a éstos en el texto, si se trata de un trabajo realizado por dos, se mencionará a ambos, y si son más de dos, se citará el primero seguido de la abreviatura "et al.". No se incluirán en las citas bibliográficas comunicaciones personales, manuscritos o cualquier dato no publicado.

La abreviatura de la revista Archivos de Medicina del Deporte es *Arch Med Deporte*.

Las citas bibliográficas se expondrán del modo siguiente:

- **Revista:** Número de orden; apellidos e inicial del nombre de los autores del artículo sin puntuación y separados por una coma entre sí (si el número de autores es superior a seis, se incluirán los seis primeros añadiendo a continuación et al.); título del trabajo en la lengua original; título abreviado de la revista, según el World Medical Periodical; año de la publicación; número de volumen; página inicial y final del trabajo citado. Ejemplo: 1. Calbet JA, Radegran G, Boushel R, Saltin B. On the mechanisms that limit oxygen uptake during exercise in acute and chronic hypoxia: role of muscle mass. *J Physiol*. 2009;587:477-90.
 - **Capítulo en libro:** Número de orden; autores, título del capítulo, editores, título del libro, ciudad, editorial, año y páginas. Ejemplo: Iselin E. Maladie de Kienbock et Syndrome du canal carpien. En: Simon L, Alieu Y. *Poignet et Medecine de Reeducation*. Londres: Collection de Pathologie Locomotrice Masson; 1981. p. 162-6.
 - **Libro:** número de orden; autores, título, ciudad, editorial, año de la edición, página de la cita. Ejemplo: Balias R. *Ecografía muscular de la extremidad inferior. Sistemática de exploración y lesiones en el deporte*. Barcelona. Editorial Masson; 2005. p. 34.
 - **Material electrónico,** artículo de revista electrónica: Ejemplo: Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Infect Dis*. (revista electrónica) 1995 JanMar (consultado 0501/2004).
Disponible en: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>
7. La Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE comunicará la recepción de los trabajos enviados e informará con relación a la aceptación y fecha posible de su publicación.
 8. ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE, oídas las sugerencias de los revisores (la revista utiliza el sistema de corrección por pares), podrá rechazar los trabajos que no estime oportunos, o bien indicar al autor aquellas modificaciones de los mismos que se juzguen necesarias para su aceptación.
 9. La Dirección y Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE no se responsabilizan de los conceptos, opiniones o afirmaciones sostenidos por los autores de sus trabajos.
 10. Envío de los trabajos: Los trabajos destinados a publicación en la revista Archivos de Medicina del Deporte se enviarán a través del sistema de gestión editorial de la revista (<http://archivosdemedicinadeldeporte.com/revista/index.php/amd>).

Ética

Los autores firmantes de los artículos aceptan la responsabilidad definida por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas <http://www.wame.org/> (World Association of Medical Editors).

Los trabajos que se envían a la Revista ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE para evaluación deben haberse elaborado respetando las recomendaciones internacionales sobre investigación clínica y con animales de laboratorio, ratificados en Helsinki y actualizadas en 2008 por la Sociedad Americana de Fisiología (<http://www.wma.net/es/10home/index.html>).

Para la elaboración de ensayos clínicos controlados deberá seguirse la normativa CONSORT, disponible en: <http://www.consort-statement.org/>.

Campaña de aptitud física, deporte y salud



La **Sociedad Española de Medicina del Deporte**, en su incesante labor de expansión y consolidación de la Medicina del Deporte y, consciente de su vocación médica de preservar la salud de todas las personas, viene realizando diversas actuaciones en este ámbito desde los últimos años.

Se ha considerado el momento oportuno de lanzar la campaña de gran alcance, denominada **CAMPAÑA DE APTITUD FÍSICA, DEPORTE Y SALUD** relacionada con la promoción de la actividad física y deportiva para toda la población y que tendrá como lema **SALUD – DEPORTE – DISFRÚTALOS**, que aún de la forma más clara y directa los tres pilares que se promueven desde la Medicina del Deporte que son el practicar deporte, con objetivos de salud y para la mejora de la aptitud física y de tal forma que se incorpore como un hábito permanente, y disfrutando, es la mejor manera de conseguirlo.



UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia

Campus de los Jerónimos,
Nº 135 Guadalupe 30107

(Murcia) - España

Tlf: (+34)968 27 88 01 · info@ucam.edu



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA