

# Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

ISSN: 0212-8799

192

Volumen 36(4)  
Julio-Agosto 2019



## ORIGINALES

Rol de las Federaciones Nacionales de Natación en la promoción de la salud: Comparación países desarrollados vs en vía de desarrollo

Control de la pérdida de velocidad a través de la escala de esfuerzo percibido en press de banca

Physiological evaluation post-match as implications to prevent injury in elite soccer players

Efectos hormonales y hematológicos en una marcha invernal de baja altitud en militares chilenos

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

## REVISIONES

Problemas gastrointestinales en deportes de resistencia en mujeres: revisión de literatura

Rabdomiólisis inducida por esfuerzo



**Nuevo**

# ANALIZADOR de CETONAS en SANGRE



PASO 1  
Introduce la tira



PASO 2  
Obtener la gota de sangre



PASO 3  
Aplicar la gota a la tira



PASO 4  
Ver los resultados

**0.5  $\mu$ L**  
Volumen de sangre capilar

**10 segundos**  
Tiempo de medición



**BIO**Laster   
[www.biolaster.com](http://www.biolaster.com)

T. 943 300 813 | M. 639 619 494 



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

Iturrana, 43 bis.

31007 Pamplona. (España)

Tel. 948 267 706 - Fax: 948 171 431

femede@femede.es

www.femede.es

#### Correspondencia:

Ap. de correos 1207

31080 Pamplona (España)

#### 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](http://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

M<sup>a</sup> Ángeles Artázcoz Bárcena

#### Adjunto a dirección

Oriol Abellán Aynés

#### Comité Editorial

**Norbert Bachl.** Centre for Sports Science and University Sports of the University of Vienna. Austria. **Ramón Balias Matas.** Consell Catalá de l'Esport. Generalitat de Catalunya. España. **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. **Demetri 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 Italico, 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

# Archivos

## de medicina del deporte

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

### Sumario / Summary

#### 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 elite***

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

Libros / Books ..... 256

VIII Jornadas Nacionales de Medicina del Deporte ..... 257

Agenda / Agenda ..... 260

Normas de publicación / Guidelines for authors ..... 264

# Las revistas depredadoras llegan a tu mesa

## Predator journals arrive to your desk

**Rafael Arriaza Loureda**

*Profesor de la Facultad de Ciencias del Deporte y la Actividad Física de la Universidad da Coruña. Grupo de Investigación INCIDE. Director del Instituto Médico Arriaza y Asociados.*

Hace unos días, un residente que se encontraba de rotación con nosotros me comentó un caso clínico que pretendía publicar, y cómo había logrado encontrar una revista que se lo aceptase. Ante mi extrañeza, le recomendé que averiguase si se trataba de una revista depredadora, y al explicarle a qué se refiere este término, hizo un rastreo que le llevó a descubrir un problema que nos está acosando a todos y sobre el que hay mucha información pero también mucho desconocimiento.

Lo cierto es que las revistas depredadoras o "predatory journal", según el término acuñado en el año 2012 por Jeffrey Beall<sup>1</sup> están creciendo como la espuma, y que se empieza a hacer difícil distinguir qué revistas están dispuestas a publicar cualquier cosa con tal de cobrar la tarifa de sus "gastos de publicación", y cuáles se mantienen fieles a un modelo de revisión estricta por parte de una serie de revisores y un Comité Editorial que mantenga unos estándares de calidad, bien sea para publicar luego esos artículos en formato Open Access (si los autores o su institución de origen están dispuestos a sufragar ese gasto) o bien sea en papel. La cuestión probablemente se origina por el hecho de que las revistas con un nivel de impacto elevado aceptan tan solo un pequeño porcentaje de los artículos que reciben. Esto hace que haya muchos autores que, después de haber invertido trabajo y tiempo en preparar un artículo (cuya publicación a veces puede ser clave para mantener o renovar una beca, por ejemplo) busquen desesperadamente un lugar donde publicarlo. Y claro, frente a un proceso de revisión incierto, exigente y habitualmente de varios meses de duración (incluso para obtener finalmente una negativa), la opción de publicar en una revista "internacional" que ofrece un proceso de revisión de entre 3 días (sí, no es una errata: eso es lo que ofrecen algunas editoriales) y 3 semanas, empieza a parecer atractiva. Si a esto le sumamos que la directiva del *Plan S* de la Unión Europea (que entrará en vigor en 2020) pretende que cualquier investigación financiada con fondos públicos sólo pueda publicarse en

revistas con un formato exclusivamente Open Access, puede que los fundadores de las editoriales de las que están saliendo esa pléyade de revistas depredadoras hayan dado realmente con la gallina de los huevos de oro. Lo curioso es que los promotores del *Plan S* argumentan que la ciencia debe ser de distribución gratuita, y que no debe estar restringida a los suscriptores de las revistas publicadas por editoriales que "obtienen enormes beneficios de la diseminación de la ciencia", aunque bajo mi punto de vista, los que obtienen enormes beneficios son aquellas editoriales que se limitan a aceptar cualquier trabajo que se les envíe y a convertirlo en un PDF publicable, puesto que eso sí que no conlleva gastos, y todo es beneficio.

El progresivo cambio en el modelo de avance curricular en Medicina, basado en las publicaciones (sea para conseguir las acreditaciones de la ANECA para obtener sexenios, sea para optar a plazas en la Universidad o en el sistema público de salud), lleva a que no se publique sólo por comunicar a los colegas avances o datos que enriquezcan su capacidad para tratar o resolver problemas de los pacientes, si no que se busquen las fórmulas que permitan rentabilizar al máximo la investigación realizada. Esto ha llevado a fraudes de distinto tipo por parte de los autores: pueden ser completos, plagiaros, o en forma de publicaciones llamadas loncheadas o "en salami" por los sajones (aunque, en castellano, probablemente sería más adecuado denominarlas "choriceras"). Pero también, a la aparición de un jugoso mercado de revistas pseudocientíficas que ofrecen a autores novatos, desesperados, incautos o inmorales, la posibilidad de publicar sus estudios en formato "Open Access". Ahora mismo, el número de revistas depredadoras se multiplica cada mes. La mayor parte de ellas tienen su sede en India o en China, aunque casi todas reflejan una dirección de correo postal (falsa) en Estados Unidos: una revisión reciente encontró algunas de estas localizaciones en el medio

**Correspondencia:** Rafael Arriaza Loureda  
E-mail: [Rafael.arriaza@udc.es](mailto:Rafael.arriaza@udc.es)

de una autopista, en el edificio del ayuntamiento de un pueblo, en una casa de una urbanización residencial, etc.<sup>2</sup>.

Durante las últimas 2 semanas, he recibido en mi cuenta de correo principal 61 invitaciones a que mi "distinguida" o "relevante" investigación sea enviada a alguna de estas revistas. Lo cierto es que no son muy selectivos: hay revistas del ámbito de la medicina del deporte como el "*International Journal of Sport Sciences and Medicine*" (de la editorial SciResLiterature, que en su página señala que publica 50 revistas diferentes, todas con títulos vagamente similares a otras de prestigio), o el "*American Journal of Sport Sciences*" (de la editorial Science Publishing Group, que publica 476 revistas diferentes y aporta una dirección de Nueva York, cuando en realidad está localizada en Pakistán); pero también las hay del ámbito de la Neurología, como el "*Journal of Neurophysiology and Neurological Disorders*" (de la editorial JScience, que me ofrece la indexación en Pubmed si mi artículo tiene financiación del NHI), o de la terapia con células mesenquimales (el "*Journal of Stem Cell Therapy and Transplantation*", que además, me garantiza estar indexado en Google Scholar, Bing, Google, Yandex, Infotiger, Exalead, Baidu, ASR, etc.) o de la gastroenterología y así sucesivamente. ¡Ah, se me olvidaba! Además,

en este tiempo al menos 3 revistas de formato Open Access también me han solicitado que actúe como revisor –de manera gratuita, por supuesto– de artículos suyos, enviándoles mi "experimentada" o "valiosísima" opinión en menos de 3 semanas.

Vivimos tiempos de cambio, desde luego. Es posible que incluso las revistas más prestigiosas del mundo se vean en el futuro obligadas a cambiar su política de publicación, o que algunas se queden como recuerdos atávicos de un mundo en el que se leía en papel, resistiendo a esta oleada de insensatez y medianía que nos inunda. Mientras tanto, y como se recomendaba siempre a todos los agentes en la serie "Canción triste de Hill Street" antes de iniciar la ronda, por favor, tened mucho cuidado ahí fuera.

## Bibliografía

1. Beall J. Predatory publishers are corrupting open access. *Nature*. 2012;489(7415):179.
2. Beall J. Predatory journals exploit structural weaknesses in scholarly publishing. *Open*, 2018;1:1.

# Analizador Instantáneo de Lactato Lactate Pro 2

arkray  
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](http://www.femede.es)

# Rol de las Federaciones Nacionales de Natación en la promoción de la salud: Comparación países desarrollados vs en vía de desarrollo

Clarence Pérez-Díaz<sup>1</sup>, Juan Carlos De la Cruz-Marquez<sup>1</sup>, Nuria Rico-Castro<sup>2</sup>, Belén Cueto-Martín<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de CC del Deporte. Universidad de Granada. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias. Universidad of Granada. Granada.

**Recibido:** 15.03.2017

**Aceptado:** 11.09.2018

## Resumen

**Objetivos:** Determinar el tipo de personal médico, las prioridades y actividades para la protección y promoción de la salud de las Federaciones Nacionales de Natación (FNN) según su nivel económico y determinar si aplicaban los programas relacionados con la salud de la Federación Internacional de Natación (FINA).

**Método:** Se realizó un estudio descriptivo transversal mediante una encuesta confidencial distribuida a las 208 FNN adscritas a la FINA. La encuesta fue validada y se obtuvo su fiabilidad estadística (coeficiente  $\alpha$  de Cronbach de 0,8642 para  $n=15$ ). Las FNN se dividieron según su nivel económico en FNN de países desarrollados ( $n=66$ ) y FNN de países en desarrollo ( $n=142$ ) siguiendo la clasificación de la Organization for Economic Co-operation and Development (2016). Análisis: Se realizó una comparación estadística de las medias mediante la prueba U de Mann-Whitney.

**Resultados:** Respondieron 80 FNN en desarrollo (56,3 %) y 55 desarrolladas (83,6 %). Hubo diferencias en la presencia de fisioterapeutas (FNN en desarrollo: 31,2%, desarrolladas: 58,1%,  $p < 0,005$ ) y psicólogos (11,2% vs 21,8%;  $p=0,096$ ). La máxima prioridad para ambos grupos fue el Máximo rendimiento de los nadadores de élite, aunque Aumentar el número de nadadores de élite era de mayor importancia para las FNN en desarrollo (4,1 vs 3,95;  $p < 0,05$ ). Los Programas de Prevención de ahogamiento fueron los más frecuentes en ambos grupos, pero con diferencias significativas entre ellos (FNN En desarrollo: 58,7% vs FNN Desarrolladas: 74,5%;  $p=0,058$ ).

**Conclusiones:** Las FNN no disponían del personal necesario para promover la salud de sus nadadores. La mayor prioridad de las FNN en desarrollo era Aumentar el número de atletas de élite, pero tenían bajos niveles de Prevención de lesiones, Vuelta a competir tras una lesión y de Exámenes médicos preparación, aunque en las FNN desarrolladas también eran bajos. La Prevención de ahogamiento fueron los programas más frecuentes pero la Salud de la población en general, la del atleta recreativo y el "Deporte Seguro" (sin acoso sexual) eran cuestiones de baja prioridad para todas.

## Palabras clave:

Natación. Salud. Organización deportiva. Países en desarrollo y desarrollados.

## Roles of National Swimming Federations in Health Promotion: An International Comparison- Developed vs Developing Countries

### Summary

**Purposes:** To determine the profile of the medical personnel, the priorities and the activities/ researches of the National Swimming Federations of Developing and Developed countries with respect to the athletes' health protection and the promotion of health in the general population.

**Method:** A descriptive transversal study through a confidential survey that was circulated to the 208 FINA National Member Federations. A statistical validity and reliability was obtained (Cronbach  $\alpha$  coefficient of 0.8642 for  $n = 15$ ). The NFs were divided based on their economic level, NFs of developed ( $n= 66$ ) and developing countries ( $n=142$ ) following the classification of the Organization for Economic Co-operation and Development, (2016). Analysis: A statistic comparison of measures with the test U of Mann-Whitney was executed.

**Results:** 80 of the NFs from developing countries (56.3%) responded and 55 NFs from developed countries (83.6%). Evident differences were found in Presence of physiotherapists (Developing NFs: 31.2%, Developed NFs: 58.1%;  $p < 0.005$ ) and psychologists (11.2% vs 21.8%;  $p=0.096$ ). Top priority for both groups was Performance of the elite athletes, however Increasing the numbers of elite athletes was of major importance for the Developing NFs (4.1 vs 3.95,  $p < 0.05$ ). The programs based around drowning prevention are the most prevalent of the programs run by both (58.7% vs 74.5%;  $p=0.058$ ).

**Conclusion:** The NFs did not have the necessary personnel to promote the health of their athletes. Top priority for the Developed NFs was to Increase the numbers of elite athletes but they have low levels of Prevention of injuries programs. Coming back after an injury and Medical examination preparation were also low in Developed and in Developing NFs. Prevention of drowning program was the most frequent program/activity for health of general population, for the recreational athlete and "Save Sport" (without sexual abuse) they were questions of low priority for all of them.

## Key words:

Swimming. Health. Sport Organizations. Developed & Developing Countries.

**Correspondencia:** Clarence Pérez Díaz  
E-mail: c.perezdiaz@live.com



## Introducción

La Federación Internacional de Natación (FINA), en asociación con la UNESCO, UNICEF, la ONU y el COI, entre otros, ha creado los programas de "Natación para todos", cuyos objetivos principales son reducir las tasas de ahogamiento global y promover un estilo de vida más saludable en todo el mundo<sup>1</sup>. Estos programas son indicadores de cómo el deporte se está convirtiendo en un medio para la promoción de la salud<sup>2</sup>.

En países desarrollados, como USA Swimming (Programa "splash at a time")<sup>3</sup> y Australia Swimming ("Go swim")<sup>4</sup> se han puesto en marcha programas que promueven la salud en la población a través de la natación y pueden considerarse modelos a seguir por otras Federaciones Nacionales de Natación (FNN). Sin embargo, la natación no es accesible en todas las FNN de la misma manera ya que tienen diferentes barreras y desafíos dependiendo de su situación geográfica y socioeconómica<sup>5</sup>.

El COI también está demostrando su interés en la protección de la salud de los atletas tanto en países más desarrollados como en vías de desarrollo<sup>6-9</sup>. Desde el Campeonato Acuático Mundial FINA 2009 se han realizado estudios en relación con lesiones y enfermedades<sup>10</sup>, pero aún se puede mejorar la prevención de patologías y lesiones, específicamente fuera de competición<sup>11</sup>.

Por otro lado, los niveles de participación en eventos internacionales de natación han aumentado significativamente en los últimos 20 años. Mientras que solo 46 FNN participaron en la primera edición del Campeonato Mundial de natación FINA (25 m) en 1993<sup>12</sup>, 168 FNN participaron en la 12ª edición del Campeonato Mundial de Natación FINA (25 m) en 2014<sup>13</sup>. Pero participar en grandes eventos de natación puede no estar siempre relacionado con el nivel económico de la FNN. La FINA, a través de su "Regla de la Universalidad de la FINA", permite a atletas de países en desarrollo tomar parte en los Campeonatos Mundiales<sup>14</sup> incluso sin tiempos mínimos de clasificación. Esto ha dado la oportunidad a estos atletas para participar en eventos importantes. Pero algunos de ellos pueden asistir a estas competiciones, aunque su equipo nacional tenga acceso limitado a programas de prevención de lesiones y no cuente con el respaldo de una estructura de personal médico, ya que no todas las FNN disponen de los mismos programas de promoción de la salud y prevención de lesiones, antes y después de los grandes eventos. Las FNN con menos recursos tal vez no tengan la misma capacidad para implementar programas de promoción de la salud.

Los objetivos de este estudio fueron: Determinar si el nivel económico de las FNN está en relación con la promoción de la salud en la población general, si el nivel económico influye en la aplicación de las reglas, proyectos y programas relacionados con la salud de la FINA y si las FNN de países en desarrollo que asisten a eventos internacionales de natación cuentan con las estructuras médicas adecuadas.

## Material y método

Se realizó un estudio descriptivo universal de todas las FNN reconocidas por la FINA a fecha 31/12/2014 mediante encuesta on line. La encuesta utilizada se basó en la publicada por la Federación Internacional de Medicina del Deporte (FIMS) para las Federaciones Deportivas<sup>15</sup> y en la de Mountjoy y Junge<sup>16</sup> para las Federaciones Internacionales de Natación participantes en los JJOO 2014 y Campeonato del Mundo 2016.

Participantes: El cuestionario fue enviado a los presidentes, gerentes, directores generales o responsable del Comité Médico, cuando lo había, de las 208 FNN miembros de la FINA. Los encuestados fueron informados de que sus respuestas constituirían la base del estudio y se solicitaba su consentimiento para utilizarlas en la difusión de los resultados en revistas del ámbito científico.

La identificación de los países en desarrollo (FNN en desarrollo) y países desarrollados (FNN desarrollados) se basó en la Estadística Oficial de la Organización de Cooperación y Desarrollo<sup>17</sup>.

La encuesta se adaptó a los objetivos específicos de este estudio y, para ello, se realizó un estudio piloto por dos expertos independientes en el área de Ciencias del Deporte de la Universidad de Granada a través de una revisión a ciegas. Se obtuvo una validez y fiabilidad estadística (coeficiente  $\alpha$  de Cronbach de 0,8642 para  $n=27$ ).

La encuesta contenía 11 ítems relacionadas con la salud de los deportistas, 16 sobre la promoción de la salud y sobre la aplicación de los programas propuestos por la FINA y se solicitaba que se indicara si la FNN disponía de Comisión Médica, representante médico en la Dirección Ejecutiva de la Federación, personal administrativo en el área médica y si la selección nacional absoluta contaba con la presencia de jefe médico, fisioterapeuta, psicólogo, nutricionista, preparador físico, científico del deporte y otro personal de apoyo al área médica.

Todas las preguntas eran cerradas. En las relacionadas con la salud de los deportistas y en las relacionadas con la promoción de la salud y la aplicación de los programas propuestos por la FINA, los ítems se midieron en una escala tipo Likert de 1-5. Se realizó una comparación estadística de medias mediante la prueba U de Mann-Whitney.

En las preguntas sobre el personal médico, las posibles respuestas eran dicotómicas (sí/no). En ellas se realizó un análisis estadístico de Contraste en proporciones iguales.

En la descripción de los resultados, se incluyeron los porcentajes de respuestas afirmativas para las variables dicotómicas y la media y la desviación estándar para las respuestas numéricas. Las preguntas no respondidas se excluían del análisis.

La encuesta se distribuyó de forma online utilizando la plataforma de software libre LimeSurvey (GNU/GPL v2) y estuvo disponible en el Centro de Computación y Servicios de Red (Universidad de Granada) desde el 01/10/2014 hasta el 28/02/2015, asegurando el anonimato de los encuestados y respetando las regulaciones aplicables de la UE en relación con la protección de datos. Los datos se importaron desde el servidor de la UGR sin procesar y de forma independiente. El estudio se dio a conocer en persona en el Campeonato Mundial de Natación FINA (25m) (Doha; 29 de noviembre al 1 de diciembre 2014).

La encuesta estaba disponible en inglés, español, francés y ruso.

## Resultados

La tasa de respuesta global fue del 64,9% (135 de 208 FNN). La mayor tasa fue de las FNN desarrolladas (83,3% vs 56,3%). Los FNN que respondieron representaban a 67276 clubes y casi 1,4 millones de nadadores, de los cuales más del 90% pertenecían a FNN desarrolladas (Tabla 1).

Personal Médico: El 27,2% de las FNN desarrolladas y el 37,5% de las FNN en desarrollo no disponían de personal médico. El 58,1% de las FNN

**Tabla 1. Desglose continental de FNN (en desarrollo/desarrolladas).**

Tipo de FNN		Total NFs* (n)	Respuestas NFs† (n; %)		Clubs†† (n)	Licencias‡ (n)
Europa	En desarrollo	13	11	84,6	350	42.000
	Desarrolladas	38	28	73,6	53.568	704.710
	Total	51	39	76,4	53.918	746.710
África	En desarrollo	49	29	59,1	668	16.318
	Desarrolladas	3	3	100	76	6.321
	Total	52	32	61,5	744	22.639
América	En desarrollo	33	19	57,5	889	20.372
	Desarrolladas	12	11	91,6	3.718	394.487
	Total	45	30	66,6	4.607	414.859
Asia	En desarrollo	37	17	45,9	546	19.700
	Desarrolladas	7	7	100	6.253	104.775
	Total	44	23	52,2	6.799	124.475
Oceanía	En desarrollo	9	4	44,4	18	940
	Desarrolladas	7	6	85,7	1.190	82.485
	Total	16	10	62,5	1.208	83.425
MUNDIAL	En desarrollo	142	80	56,3	2.471	99.330
	Desarrolladas	66	55	83,3	64.805	1.292.778
	Total	208	135	64,9	67.276	1.392.108

\*Total de FNN (n) pertenecientes a la FINA; †FNN que respondieron (n; %); ††Número de clubes dentro de las FNN participantes; ‡Número de nadadores federados o con licencia de las FNN participantes.

**Tabla 2. Perfil del personal médico.**

	FNN desarrollada n= 55 (%)	FNN en desarrollo n= 80 (%)	p
Fisioterapeuta	58,18	31,25	<b>0,002*</b>
Médico	41,82	32,5	0,266
Científico del deporte	32,73	23,75	0,250
Nutricionista	27,27	17,5	0,174
Personal administrativo área médica	23,64	16,25	0,285
Comisión médica	21,82	18,75	0,661
Psicólogo	21,82	11,25	<b>0,096**</b>
Personal médico en la Junta de Dirección	12,73	12,5	0,968
Otro	9,09	5	0,936

\*p<0,005; \*\* p<0,1

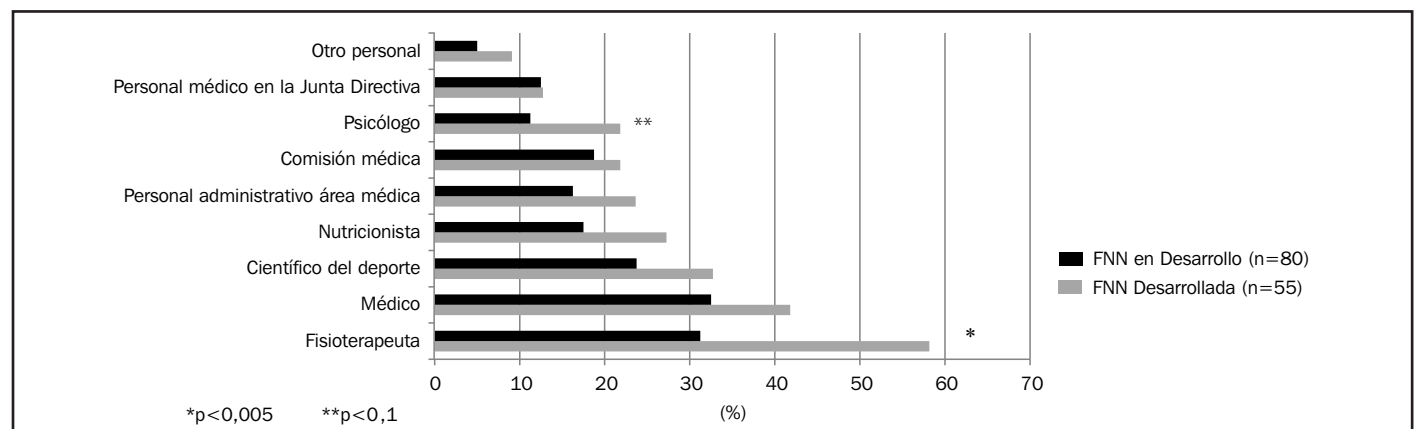
desarrolladas contaba con fisioterapeuta en comparación con el 31,2% de las FNN en desarrollo (p <0,005). 21,8% de FNN Desarrolladas disponían de psicólogo respecto al 11,2% en las FN en desarrollo (p <0,1). Solo una de cada cinco FNN disponía de Comisión Médica (Tabla 2; Figura 1).

Programas: Los programas basados en la Prevención del ahogamiento (prevención/ aprender a nadar /salvavidas) eran los más utilizados tanto por los FNN en desarrollo (58,7%) como por las FNN desarrolladas (74,5%; p<0,1).

Ambas FNN tenían escasos programas de Prevención de lesiones (FNN en desarrollo 28,7%, vs FNN desarrolladas 25,4%), Exámenes médicos previos a la participación (20% vs 16,3%) y Vigilancia de lesiones durante los campeonatos (25% vs 27,27%). El 25% de los FNN en desarrollo disponían de programas de Regreso a la natación tras sufrir lesiones en comparación con el 7,27% de los FNN desarrollados (p<0,05) (Tabla 3).

Prioridades: No se apreciaron diferencias significativas, excepto en relación con el Aumento del número de atletas de élite (p<0,05).

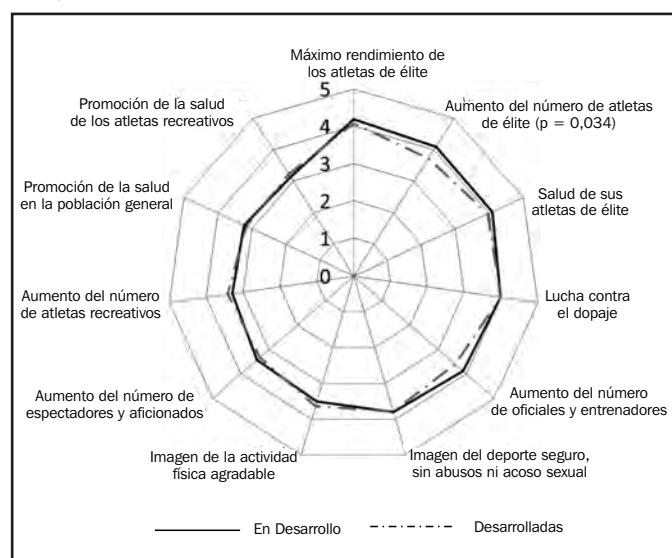
**Figura 1. Perfil del personal médico.**



**Tabla 3. Programas de promoción de la salud, directrices o actividades de investigación.**

	FNN en desarrollo n= 80 (%)	FNN desarrolladas n= 55 (%)	p
Prevención de ahogamiento, aprender a nadar, salvavidas	58,75	74,55	<b>0,058*</b>
Primeros auxilios (por ejemplo, médico <i>in situ</i> )	37,50	30,91	0,430
Inclusión de ancianos	33,75	21,82	0,133
Prevención de lesiones con programas basados en nadar	28,75	25,45	0,673
Control de lesiones durante los campeonatos	25,00	27,27	0,767
Regreso a entrenar después de una lesión	25,00	07,27	<b>0,008**</b>
Examen médico pre participación	20,00	16,36	0,593
Obesidad o sobrepeso	18,75	20,00	0,856
Nadadores embajadores que promueven la salud	16,25	12,73	0,566
Prevención de enfermedades crónicas en la población	12,50	09,09	0,536

\*p<0,1; \*\*p<0,05

**Figura 2. Clasificación de temas de salud considerados por las FNN.**


La máxima prioridad tanto para los FNN en desarrollo (4,18/5) como para los FNN desarrollados (4,07/5) era el Rendimiento máximo del atleta de élite. La Salud del atleta de élite se clasificó como la 3ª prioridad para ambos grupos de FNN. La Lucha contra el dopaje se consideró la 4ª prioridad para los FNN en desarrollo (3,99/5) y la 2ª para los FNN desarrollados (3,98/5) (Tabla 4, Figura 2).

## Discusión

Mediante este estudio, por primera vez se han comparado los recursos de salud de las FNN de todo el mundo según su nivel económico, contribuyendo a presentar una imagen de los problemas de salud que afectan a las FNN. Anteriores estudios no atendían al nivel económico de las FNN, se limitaban a las FNN de mayor nivel deportivo, se suministraban *in situ* en los campeonatos mundiales de natación y eran respondidos por el personal asistente al evento<sup>16</sup>. Por el contrario, nuestro estudio fue distribuido entre todas las FNN, iba dirigido a los máximos responsables de la FNN y permitía su respuesta en un amplio margen de tiempo. No se preguntaba el número de personal, tan sólo su

**Tabla 4. Clasificación de temas de salud considerados por las FNN. Escala Likert (0-5).**

Temas de salud	FNN en desarrollo		FNN desarrolladas		Contraste Mann Whitney p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
Máximo rendimiento de los atletas de élite	4,18	1,21	4,07	1,40	0,976
Aumento del número de atletas de élite	4,10	1,25	3,72	1,35	<b>0,034*</b>
Salud de sus atletas élite	4,09	1,21	3,96	1,33	0,579
Lucha contra el dopaje	3,99	1,24	3,98	1,38	0,724
Aumento de número de oficiales y entrenadores	3,89	1,21	3,61	1,38	0,215
Imagen de deporte seguro, sin abusos ni acoso sexual	3,80	1,19	3,78	1,46	0,592
Imagen de actividad física agradable	3,51	1,25	3,63	1,26	0,409
Aumento del número de espectadores y aficionados	3,44	1,23	3,33	1,33	0,725
Aumento del número de atletas recreativos	3,28	1,19	3,41	1,46	0,273
Promoción de la salud en la población general	3,23	1,25	3,17	1,33	0,815
Promoción de la salud de los atletas recreativos	3,13	1,33	3,22	1,28	0,779

presencia o ausencia, para no indisponer a las FNN que no dispusieran de personal de las categorías estudiadas.

Se han llevado a cabo estudios sobre la prevención de lesiones en países en desarrollo en otros deportes, predominantemente en el fútbol<sup>17</sup>, pero aún no se había realizado ninguno en natación. En el caso del fútbol africano se concluyó que la prevención de lesiones necesitaba un enfoque pragmático, conocimiento de los recursos y adaptación a los mismos<sup>18</sup> y, aunque se debe tener cuidado al aplicar los resultados de un deporte a otro, se consideró que estas aportaciones podrían ser útiles en natación.

En nuestro estudio, el perfil del personal relacionado con la salud no mostró diferencias significativas entre los dos niveles económicos, salvo en fisioterapeutas y psicólogos, y siempre con valores menores al 50% (salvo médicos de las FNN desarrolladas, que llegan al 58%) a pesar de que se ha recomendado la necesidad de integrar personal variado, como psicólogos, dentro del equipo de medicina deportiva<sup>19</sup>. Nuestros resultados indicaban que gran número de FNN no disponía del personal necesario para promover la salud física y mental de sus nadadores y que no se habían aplicado las recomendaciones para diagnosticar, tratar y rehabilitar aunque se dispusiera de suficientes recursos económicos<sup>20,21</sup>. El nivel económico tampoco parecía ser significativo para disponer o no de Comisión Médica dentro del organigrama de cada FNN, con el objetivo de enfatizar la importancia de la medicina deportiva para los atletas y demostrar la disposición de la FNN a avanzar en este campo<sup>8</sup>.

A pesar de las brechas económicas entre las FNN, no se encontraron diferencias significativas en sus prioridades, con la excepción de Aumentar el número de atletas de élite, que era más pronunciado en las FNN en desarrollo. En ambas categorías, la máxima prioridad era Garantizar el mejor rendimiento del atleta de élite, mientras que la Salud de los atletas de élite era la tercera prioridad. El que las FNN en desarrollo otorgasen una gran importancia a Garantizar el mejor rendimiento del atleta, pero asistieran a eventos sin respaldo médico adecuado, indicaba que no tenían los recursos para permitirles ofrecer el apoyo médico deseado a sus atletas y que gran parte de ellos sólo podía ser atendido por personal médico del *staff* del campeonato.

Para las FNN desarrolladas la Lucha contra el dopaje era la segunda prioridad. Aunque la clasificación de este tema era la 4ª prioridad para las FNN en desarrollo, ambos grupos atribuyeron niveles de importancia casi idénticos a esta cuestión. Este hallazgo era de esperar ya que todos los órganos rectores de natación (FINA y las Federaciones Continentales) son requeridos, de conformidad con el Código de la Agencia Mundial Antidopaje (WADA), para tomar medidas antidopaje durante sus eventos nacionales y fuera de competición<sup>22</sup>. El cumplimiento del código de la WADA también es una condición previa para participar en el programa olímpico. A pesar de ello, era preocupante que el 55% restante de las FNN no considerara el dopaje como un problema de máxima prioridad.

Las FNN en desarrollo tenían bajos niveles de Prevención de lesiones y vuelta a competir tras una lesión y muy bajos en relación con los Exámenes médicos preparticipación, pero en las FNN desarrolladas también eran bajos y, en algunos casos, incluso más bajos. Regresar a nadar tras una lesión era más prevalente dentro de las FNN en desarrollo (25%) que en las FNN desarrolladas (7,2%) ( $p < 0,05$ ). A pesar de que los fisioterapeutas desempeñan un papel clave en la recuperación

de lesiones<sup>23</sup>, estaban subrepresentados en las FNN en desarrollo en relación a las desarrolladas ( $p < 0,005$ ).

Las Reglas Médicas FINA enfatizan la protección y promoción de la salud del atleta durante el entrenamiento y la competición y la FINA lleva a cabo una vigilancia exhaustiva de las lesiones en sus eventos<sup>10,11</sup>. Sin embargo, se observó que esta política aún no había llegado a muchas de las FNN ya que solo el 25% de las FNN, en desarrollo y el 27,27% de las FNN desarrolladas declaraban ejecutar dichos programas en sus propios campeonatos.

El deporte recreativo puede ser utilizado como una actividad de promoción de la salud y también contribuir a la calidad de vida relacionada con la salud<sup>24</sup>. Sin embargo, hasta el momento, las FNN no se enfocaban en la Protección de la salud del atleta recreativo. Este problema se ubicó en la última y en la penúltima prioridad en ambos grupos de FNN. Creemos que la falta de políticas de promoción de la salud para los atletas recreativos es una oportunidad perdida por parte de las FNN, ya que existe la necesidad de crear políticas para apoyar y motivar a las FN en general para abordar la salud y el bienestar de los atletas que no son de élite<sup>16</sup>.

Una de esas oportunidades podría ser en el área antidopaje; que ya no se limita a los atletas profesionales, sino que se está convirtiendo cada vez más en un problema entre los atletas recreativos<sup>25</sup>. Sin embargo, las FNN consideraban que tenían asuntos más importantes que tratar que la protección de la salud entre los atletas recreativos.

Es responsabilidad de Gobiernos y de instituciones privadas como las FNN establecer políticas preventivas de abusos sexuales para favorecer un "Deporte Seguro", en el que los médicos de equipo deberían desempeñar un papel importante en la prevención y detección temprana del acoso y abuso sexual en el deporte<sup>26</sup>, especialmente en la "etapa de logro inminente", que es el periodo de máxima vulnerabilidad de los jóvenes atletas al abuso sexual<sup>27</sup>. Es transcendental conocer que la prevención y erradicación exitosa del abuso y acoso contra los atletas se basa en la efectividad del liderazgo de las principales organizaciones deportivas internacionales y nacionales como, en nuestro caso, las FNN<sup>28</sup>. Sin embargo, tanto las FNN en desarrollo como las desarrolladas clasificaron el "Deporte Seguro" como un tema de prioridad media. Sólo algunas FNN desarrolladas eran conscientes del problema y habían tomado medidas reales. Por ejemplo, Swim Ireland<sup>29</sup>, USA Swimming<sup>30</sup> y Scottish Swimming<sup>31</sup>, han implementado políticas deportivas sin acoso. Swimming South Africa también inició su propia política de protección infantil, incluyendo iniciativas legislativas y directrices sobre este tema por parte del gobierno sudafricano<sup>32</sup>. La legislación existente y las directrices establecidas en las FNN desarrolladas podrían servir para alentar a otras FNN para introducir las correspondientes políticas de protección infantil y sexual.

El ejercicio en el agua puede beneficiar a los adultos mayores al mejorar la calidad de vida y disminuir la discapacidad<sup>33</sup>, mejorar o mantener la salud ósea de las mujeres posmenopáusicas<sup>34</sup>, disminuir el riesgo de enfermedades crónicas y cardíacas y mejorar la salud de las personas con diabetes<sup>35</sup>. Sin embargo, ambas categorías de FNN consideraron que la Salud de la población en general era una cuestión de baja prioridad (penúltima y última prioridad, respectivamente). Esto indica que las FNN estaban más preocupadas por el bienestar de sus atletas de élite y menos por la población en general. Además, las FNN

posiblemente perdían la oportunidad de aumentar la popularidad general de su deporte en grupos poblacionales, como las personas mayores. Aunque el envejecimiento mundial está aumentando<sup>36</sup>, las FNN de ambos grupos mostraban bajos niveles de preocupación sobre la promoción de la salud en la tercera edad, ya que solo el 33,7% de FNN en desarrollo y el 21,8% de FNN desarrolladas disponían de programas dirigidos a las personas mayores. La Liga Europea de Natación (LEN) ha demostrado su interés en participar en actividades de promoción de la salud para la población de edad avanzada con el programa "Envejecimiento saludable y natación máster (HAMS)"<sup>37</sup>, destinado a desarrollar una conciencia de la natación y aumentar la participación en la categoría de más de 60 años, organizando una serie de Días Abiertos de Piscina en toda Europa. Este enfoque de "arriba hacia abajo" podría alentar a más FNN a implementar programas similares propios.

Los bajos niveles de programas en torno a la prevención de enfermedades crónicas en la población general indicaron que ni las FNN en desarrollo (12,5%) ni las FNN desarrolladas (9,09%) consideraban este problema como una de sus responsabilidades, aunque las FNN podrían tener un papel que desempeñar, considerando las altas tasas de mortalidad por enfermedades crónicas en todo el mundo y los beneficios comprobados para la salud a través de la natación<sup>38</sup>.

Un área en la que las FNN eran particularmente activas era el área de prevención de ahogamiento/aprender a nadar/salvavidas. Estos programas eran, con mucho, los programas de salud más frecuentes entre las FNN en desarrollo (58,7%) y FNN desarrolladas (74,5%) ( $p < 0,1$ ), siendo beneficiosos para los atletas recreativos y la población en general. Aunque no se ha encontrado ninguna referencia bibliográfica que oriente este punto de la discusión, los programas de Prevención de ahogamiento pueden constituir fuentes de ingresos para las federaciones y para los atletas explicando que la presencia de estos programas entre las FNN fuese significativamente más alto que los otros programas evaluados e indudablemente estos programas podrían contribuir a captar nadadores y prestar un servicio social preventivo de la muerte por ahogamiento.

En estudios futuros, sería interesante conocer las disponibilidades económicas y los criterios de gasto en el área de la salud, en ambos grupos de FNN.

## Conclusiones

A pesar de existir grandes diferencias económicas entre las FNN, apenas diferían en el personal relacionado con la salud, y gran número de ellas no disponían del personal necesario para promover la salud física y mental de sus nadadores.

No se encontraron diferencias significativas en sus prioridades, con la excepción de Aumentar el número de atletas de élite, que era más relevante en las FNN en desarrollo.

Las FNN en desarrollo tenían bajos niveles de Prevención de lesiones y vuelta a competir tras una lesión y muy bajos en relación con los Exámenes médicos preparticipación, pero en las FNN desarrolladas también eran bajos y, en algunos casos, incluso más bajos.

Para ambas categorías de FNN, los programas de Prevención de ahogamiento fueron los programas de salud más frecuentes, pero la Salud de la población en general, la del Atleta recreativo y el "Deporte sin acoso" eran cuestiones de baja prioridad.

## Agradecimientos

Los autores aprecian sinceramente la cooperación de las Federaciones Nacionales de Natación y su personal que respondieron a esta encuesta proporcionando datos para este estudio.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

## Bibliografía

1. AAVV. International Swimming Federation. *FINA Swimming for all, swimming for life. Swimming for life manual*. Lausanne, Switzerland: FINA; 2014. 1-22.
2. Donaldson A, Finch CF. Sport as a setting for promoting health. *Br J Sports Med*. 2012; 46(1): 4-5.
3. AAVV. USA Swimming. A decade of support one "splash at a time" Annual Report (revista electrónica) 2014 (consultado:11/01/2017). Disponible en: [http://www.usaswimming.org/\\_Rainbow/Documents/8b5eace3-1ac4-41ab-95c9-9afec8cba908/FoundationAnnualReport2015PRINT.pdf](http://www.usaswimming.org/_Rainbow/Documents/8b5eace3-1ac4-41ab-95c9-9afec8cba908/FoundationAnnualReport2015PRINT.pdf)
4. AAVV. Australia Swimming. Go Swim Parent Handbook (revista electrónica) 2014 (consultado 11/01/2017). Disponible en: <http://www.wyndhamcityswimmingclub.com.au/files/newmembers01.pdf>
5. Amusa LO, Toriola AL, Onyewadume IU, Dhaliwal HS. Perceived barriers to sport and recreation participation in Botswana. *Afr J Phys Health Educ Recr Dance*. 2008;14(2): 115-29.
6. Steffen K, Soligard T, Engebretsen L. Health protection of the olympic athlete. *Br J Sports Med*. 2012; 46(7):466-70.
7. Steffen K, Soligard T, Engebretsen L. The IOC's endeavour to protect the health of the athlete continues. *Br J Sports Med*. 2011;45(7):551-2.
8. Engebretsen L, Steffen K. Protection of the elite athlete is the responsibility of all of us in sports medicine. *Br J Sport Med*. 2015;49(17):1089-90.
9. Ljungqvist A, Jenoure P, Engebretsen L. The International Olympic Committee (IOC) consensus statement on periodic health evaluation of elite athletes March 2009. *Br J Sports Med*. 2009;43(9) 631-43.
10. Mountjoy M, Junge A, Alonso JM, Engebretsen L, Dragan I, Gerrard D, et al. Sports injuries and illnesses in the 2009 FINA world championships (Aquatics). *Br J Sports Med*. 2010; 44(7):522-7.
11. Mountjoy M, Junge A, Benjamin S, Boyd K, Diop M, Gerrard D, et al. Competing with injuries: injuries prior to and during the 15th FINA world championships 2013 (aquatics). *Br J Sports Med*. 2015;49(1):37-43.
12. Adrega, P. FINA World Swimming Championships (25m), 1993-2008 - A story of success. (revista electrónica) 2010 (Consultado:19/01/2017). Disponible en: <http://www.fina.org/news/fina-world-swimming-championships-25m-1993-2008-story-success>
13. International Swimming Federation FINA *Aquatics World Magazine*. 12 FINA World Swimming Championships (25m). 2015;1:17-9.
14. International Swimming Federation. FINA By Laws 30 January 2016. Lausanne, Switzerland: FINA; 2016.
15. International Sport Medicine Federation. Survey on the Importance of Medicine in International Sports Federations. (revista electrónica) 2011. (Consultado 19/01/2017). Disponible en: <http://www.fims.org/files/3914/2063/3554/IFC-Survey-Results-2011.pdf>
16. Mountjoy M & Junge A. The role of international sport federations in the protection of the athlete's health and promotion of sport for health of the general population. *Br J Sports Med*. 2013;47(16):1023-7.
17. D'Hooghe, P. Football- The people's game. *Aspetar Sport Med J*. 2013;2:206-10
18. Grimm K. Protecting africa's football player potential – today's vision, tomorrow's mission or naive illusion? *Aspetar Sport Med J*. 2014;3(3):650-4.
19. Organisation for Co-operation and Development Statistics. (revista electrónica) 2016 (Consultado 19/01/2017). Disponible en: <http://stats.oecd.org/>.
20. Silva JM, Hardy CJ. The sport psychologist: psychological aspects of injury in sport. In: Mueller FO, Ryan A, editors. *The sports medicine team and athletic injury prevention*. Philadelphia: Davis; 1991. p 14-32.
21. Dijkstra P, Pollock N. The role of the specialist sports medicine physician; managing athlete health while optimizing performance – a track and field perspective. *Aspetar Sport Med J*. 2014;3(1):24-31.

22. World Anti-Doping Agency. World Anti-Doping Code. Quebec, Canada: WADA; 2015. 1-152.
23. Dijkstra P, Geertsema L, Geertsema C, Benzarti N. Providing medical services to aquatic athletes. *Aspetar Sport Med J*. 2015;4(8):462-5.
24. Eime RM, Harvey JT, Brown WJ, Payne WR. Does sports club participation contribute to health-related quality of life? *Med Sci Sport Exerc*. 2010;42(5):1022-8.
25. Dvorak J, Saugy M, Pitsiladis YP. Challenges and threats to implementing the fight against doping in sport. *Br J Sports Med*. 2014;48(10):807-9.
26. Marks S, Mountjoy M, Marcus M. Sexual harassment and abuse in sport: the role of the team doctor. *Br J Sports Med*. 2012;46(13):905-8.
27. Brackenridge, C., & Kirby, S. Playing safe: assessing the risk of sexual abuse to elite child athletes. *Int Rev Sociol Sport*. 1997;32(4):407-18.
28. Mountjoy M, Brackenridge C, Arrington M, Blauwet C, Carska-Sheppard A, Fasting K, et al. International Olympic Committee consensus statement: harassment and abuse (non-accidental violence) in sport. *Br J Sports Med*. 2016;50(17):1019-29.
29. Swimming Ireland. Swim Ireland Safety Code of Practice for Clubs and Regional & National Competitions. Kildare, Ireland: Swimming Ireland; 2011.1-41.
30. Woessner, S. Safe Sport Handbook. Colorado Springs, USA: USA Swimming Foundation; 2014.1-40.
31. AAV. Scottish Swimming. Child Protection Policy and Procedures. Stirling, Scotland: Scottish Swimming; 2013. p 1- 43.
32. Van Niekerk, RL. Protecting children from abuse and exploitation in South African sports. In: Lang L, Hartill M. editors. *Safeguarding, Child Protection and Abuse in Sport: International perspectives in research, policy and practice*. Abingdon: Routledge; 2014. p 213.
33. Sato D, Kaneda K, Wakabayashi H & Nomura T. The water exercise improves health-related quality of life of frail elderly people at day service facility. *Qual Life Res*. 2007; 16: 1577-85.
34. Rotstein A, Harush M, & Vaisman N. The effect of water exercise program on bone density of postmenopausal Women. *J Sports Med Phys Fitness*. 2008;48(3):352-9.
35. Chase NL, Sui X, Blair SN. Swimming and all-cause mortality risk compared with running, walking, and sedentary habits in men. *Int J of Aquatic Res and Educ*. 2008;2(3):213-23.
36. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Ageing 2013. New York: United Nations; 2013. 1-95.
37. European Swimming League. Life Long Swimming. (revista electrónica) uzt1è2016 (Consultado 19/01/2017). Disponible en: <http://www.lifelongswimming.eu/index.php/en/>
38. Le Galès-Camus, CBJ. *Preventing Chronic Diseases: A vital investment*. Geneva: World Health Organization; 2005. p. 32-87.

# Control de la pérdida de velocidad a través de la escala de esfuerzo percibido en *press* de banca

Daniel Varela-Olalla<sup>1</sup>, Juan del Campo-Vecino<sup>1</sup>, José M García-García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Madrid. <sup>2</sup>Universidad de Castilla-La Mancha. Grupo de Investigación Akanthos.

**Recibido:** 17.04.2018

**Aceptado:** 12.09.2018

## Resumen

Controlar las variables de entrenamiento es vital para garantizar las adaptaciones deseadas en el entrenamiento de fuerza, siendo la intensidad especialmente importante para mejorar la fuerza máxima y el RFD. La velocidad de ejecución ha resultado ser la mejor variable para monitorizar la intensidad del entrenamiento de fuerza, en particular las pérdidas de velocidad relacionadas con la fatiga. Sin embargo, existen impedimentos materiales para poder utilizar esta variable. Por tanto, el objetivo de este trabajo es analizar la relación entre el RPE y las pérdidas de velocidad como alternativa para controlar el entrenamiento. Se midió a 5 sujetos (4 hombres y 1 mujer) pertenecientes a la selección española de lucha libre olímpica un total de 15 series de *press* de banca (3 series/sujeto), de las cuales solo 14 se incluyeron en el análisis estadístico por incumplir una de ellas el protocolo, con 3 cargas relativas distintas (5 series/carga) y una pérdida de velocidad entre 20%-32%. Las variables dependientes fueron: RPE, la pérdida de velocidad, el número de repeticiones realizadas en cada serie y velocidad de la mejor repetición de cada serie. Se analizaron las correlaciones entre las variables RPE-pérdida de velocidad; RPE-número de repeticiones; RPE-velocidad mejor repetición, obteniéndose solamente correlación significativa ( $r$  Pearson 0,843;  $P < 0,001$ ) entre el RPE y la pérdida de velocidad; la correlaciones entre el RPE-número de repeticiones y RPE-velocidad mejor repetición no mostraron significación estadística. Estos resultados podrían indicar la posibilidad de gestionar la fatiga y la intensidad del entrenamiento utilizando la relación RPE-pérdida de velocidad, aunque es necesario llevar a cabo estudios similares con tamaños muestrales mayores que refuercen los resultados obtenidos en este estudio.

## Palabras clave:

Entrenamiento de fuerza.  
*Press* de banca. RPE. Monitorización.  
Velocidad de ejecución.

## Control of the velocity loss through the scale of perceived effort in bench press

### Summary

Controlling the training variables is vital to ensure the desired adaptations in resistance training; intensity is the most important variable to improve maximum strength and rate of force development (RFD). The movement velocity has shown to be the best variable to monitor the intensity of resistance training, in particular the velocity loss related to fatigue. However, there are material impediments to use this variable. Therefore, the aim of this paper is to analyze the relationship between RPE and velocity losses as an alternative to control training. Sample included 5 subjects (4 men and 1 woman) from the Spanish Olympic Wrestling team who performed a total of 15 sets of bench press (3 set/subject), of which only 14 were included in the statistical analysis for breaching one of them the protocol, with 3 different relative loads (5 set/load) and a velocity loss between 20%-32%. The dependent variables were: RPE, the velocity loss, the number of repetitions performed in each set and the velocity of the best repetition of each set. The correlations between the RPE-velocity loss; RPE-number of repetitions; and RPE-velocity best repetition variables were analyzed, obtaining only significant correlation ( $r$  Pearson 0.843,  $P < 0.001$ ) between the RPE and the velocity loss; correlations between RPE-number of repetitions; and RPE-velocity best repetition did not show statistical significance. The results of the present work could indicate the possibility of managing fatigue and controlling training intensity using the RPE-velocity loss relationship, although it is necessary to carry out similar studies with larger sample sizes that reinforce the results of this study.

## Key words:

Resistance training.  
Bench press. RPE.  
Monitoring. Movement velocity.

**Correspondencia:** Daniel Varela Olalla  
E-mail: [dvarel23@gmail.com](mailto:dvarel23@gmail.com)

## Introducción

El entrenamiento de fuerza ha demostrado ser un factor clave en la mejora de la salud, la estética corporal y el rendimiento deportivo<sup>1-4</sup>. Es fundamental el control de las variables del entrenamiento para optimizar los resultados<sup>5</sup>, y más concretamente, la intensidad parece ser el factor más importante para mejorar la fuerza máxima<sup>6-9</sup> y el RFD<sup>7,8,10,11</sup>, considerado como el factor más determinante del rendimiento deportivo<sup>4,12,13</sup>. La intensidad del entrenamiento de fuerza se ha prescrito tradicionalmente en función del porcentaje sobre la repetición máxima (RM), o en función del máximo número de repeticiones que un sujeto puede realizar con una carga<sup>5,14,15</sup>; pero en los últimos años se ha propuesto la velocidad de ejecución como una alternativa más precisa, fiable y segura para el control de la intensidad<sup>16-18</sup>. Se ha demostrado una relación carga (%RM)-velocidad, específica para diferentes ejercicios, según la cual, cada carga está estrechamente relacionada con la máxima velocidad a la que puede ser levantada<sup>16-21</sup>. Por otro lado, se ha demostrado que entrenar hasta el fallo muscular resulta innecesario, y es menos beneficioso que entrenar lejos del fallo muscular para el rendimiento deportivo<sup>22-25</sup>, siendo especialmente negativo para el RFD<sup>12</sup>. Se ha observado un patrón de pérdida de velocidad respecto a la máxima posible durante una serie al fallo, donde la última repetición coincide con la velocidad del RM<sup>26</sup>; y por otro lado, se ha descrito una relación lineal entre la pérdida de velocidad y las concentraciones de lactato; y una relación no lineal con las concentraciones de amonio, independiente del número de repeticiones realizadas<sup>27</sup>. Recientemente se ha podido comprobar cómo al comparar los efectos de protocolos de entrenamientos que diferían en el total de trabajo realizado en función del % de pérdida de velocidad durante la serie; se obtienen 1) mejoras superiores en el 1RM y la velocidad de ejecución en sujetos entrenados al comparar pérdidas de velocidad del 20% frente a un entrenamiento al fallo muscular<sup>28</sup>; y 2) mejoras superiores en CMJ y menores descensos en el porcentaje de cabezas pesadas de miosina (MHC-IIX), con mejoras similares en la fuerza máxima al comparar pérdidas de velocidad del 20% frente al 40%<sup>29</sup>.

Por todo lo anterior, la velocidad de ejecución se ha considerado como la variable más adecuada para prescribir la intensidad y monitorizar la fatiga durante el entrenamiento de fuerza.

Para poder controlar de forma precisa y fiable la velocidad de ejecución existen diversos dispositivos como transductores lineales, acelerómetros o sistemas de análisis de video<sup>30-32</sup>, pero resultan relativamente caros y aún no son accesibles para todos los usuarios. Como alternativa, recientemente se ha validado una aplicación móvil para iPhone (más asequible) como una herramienta fiable y válida para medir la velocidad de ejecución<sup>33</sup>. A pesar de que cada vez resulta más accesible y económicos siguen existiendo inconvenientes más allá de los recursos económicos para controlar la velocidad de ejecución. Por ejemplo, para controlar grupos grandes de deportistas a los que se pretende monitorizar en varios ejercicios diferentes serían necesarios varios dispositivos. Todo esto hace que debamos seguir buscando alternativas fiables y válidas para el control del entrenamiento de fuerza.

Otro método para valorar y monitorizar la carga del entrenamiento de fuerza son las escalas subjetivas del esfuerzo (RPE)<sup>34-37</sup>, basadas en la respuesta psicofisiológica del organismo según la cual, la información

sobre alteraciones fisiológicas o ambientales procede de la percepción sensorial del individuo, provocando una percepción subjetiva para un estímulo determinado<sup>38</sup>. Las escalas comúnmente utilizadas para recoger la percepción de esfuerzo son las escalas del 6 al 20 y la escala del 0 al 10<sup>38</sup> de Borg, posteriormente surgió la escala OMNI-RES desde 0 hasta 10 que se acompaña de pictogramas para facilitar la interpretación del sujeto<sup>39</sup>. El RPE ha demostrado ser útil para predecir el %RM o el 1RM<sup>35-37</sup>, además de encontrarse en varios estudios correlaciones entre el RPE, el %RM, la velocidad de ejecución<sup>34,40-43</sup>, y la potencia mecánica<sup>44</sup>. Por último, se ha desarrollado una escala de percepción de la velocidad que ha demostrado su validez para el *press* de banca y para la sentadilla<sup>44,45</sup>.

Por tanto el RPE ha demostrado ser una alternativa útil a los métodos tradicionales para controlar la intensidad del entrenamiento de fuerza cuando no se pueden emplear medios más precisos como la medición de la velocidad de ejecución.

## Hipótesis

Bajo nuestro conocimiento no existen investigaciones que hayan relacionado el RPE con las pérdidas de velocidad durante el entrenamiento de fuerza. Basándonos en las evidencias existentes acerca de la relación entre los valores de RPE y la velocidad de ejecución antes mencionadas; la relación existente entre marcadores metabólicos de la carga interna (concentraciones de lactato y amonio) y las pérdidas de velocidad durante el entrenamiento de fuerza<sup>27</sup>; y la validez del RPE como un indicador psicofisiológico<sup>38</sup> para relacionar la carga externa y la carga interna; podemos pensar que existe una relación entre las pérdidas de velocidad y el RPE que nos permitiría monitorizar la fatiga cuando no dispongamos de los recursos tecnológicos adecuados para ello.

## Objetivo

El objetivo de este trabajo es analizar la relación entre las pérdidas de velocidad y el RPE percibido por los sujetos durante el ejercicio de *press* de banca.

## Material y método

### Muestra

La muestra estuvo constituida por 5 sujetos (23,2±5,3 años; 169,2±6,9 cm; 72,2±17,8 kg) (4 hombres (23±6 años; 171,3±6 cm; 75,3±19 kg) y 1 mujer (24 años; 161 cm; 60 kg)) pertenecientes a la selección española de lucha libre olímpica, seleccionados de manera incidental. Los sujetos tenían al menos 1 año de experiencia en el entrenamiento de fuerza, y al menos durante los 6 últimos meses estuvieron involucrados en una rutina de entrenamiento que incluía 2 entrenamientos de fuerza a la semana. En la Tabla 1 se presenta un descriptivo de las características del total de la muestra. Previamente a la investigación los participantes firmaron un consentimiento informado en donde se les informó sobre los procedimientos, riesgos y beneficios de la investigación. El protocolo del presente estudio cumple con lo establecido en la Declaración de Helsinki para la investigación en seres humanos.



**Tabla 1. Características de la muestra expresadas como media  $\pm$  desviación típica.**

Edad	Altura (años) (cm)	Peso (kg)	RM previa (kg)	RM estimada (kg)
23,2 $\pm$ 5,3	169,2 $\pm$ 6,9	72,2 $\pm$ 17,8	101,5 $\pm$ 31,8	106,7 $\pm$ 35,4

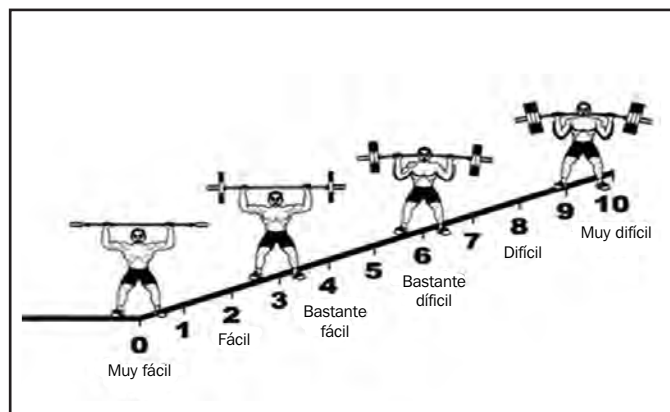
RM: repetición máxima

## Protocolo

Los sujetos realizaron 3 series de *press* de banca, cada una con una carga distinta en función de la velocidad media (carga 1  $\rightarrow$   $\approx$ 1-1,1 m/s; carga 2  $\rightarrow$   $\approx$ 0,75-0,85 m/s; carga 3  $\rightarrow$   $\approx$ 0,53-0,61 m/s) basándonos en los datos expuestos previamente en la literatura<sup>21</sup> para ajustar la carga relativa entre el 40-45%RM para la carga 1, entre el 55-60%RM para la carga 2, y entre el 70-75%RM para la carga 3. En la primera serie (1-1,1 m/s) los sujetos realizaron repeticiones hasta que en dos de ellas se alcanzase un velocidad de 0,8 m/s (20%-27,3% de pérdida de velocidad) o inferior; en la segunda serie (0,75-0,85 m/s) hasta que en dos repeticiones se alcanzase una velocidad de 0,6 (22,1%-29,4% de pérdida de velocidad); y en la tercera serie (0,53-0,61 m/s) hasta que en dos repeticiones se alcanzase un velocidad de 0,42 m/s (20,7%-31,1% de pérdida de velocidad) o bien hasta que una repetición alcanzase una velocidad de 0,37 m/s (30,1%-39,3% de pérdida de velocidad) o inferior. Después de cada serie los sujetos informaron del RPE aportando un valor entre 0-10 utilizando la escala OMNI-RES. Previamente a la toma de datos, todos los sujetos realizaron al menos 4 sesiones de entrenamiento de *press* de banca en las que se familiarizaron con la escala OMNI-RES (Figura 1), aportando su percepción subjetiva de esfuerzo (0-10) tras cada serie

## Material

El ejercicio del *press* de banca se realizó en un banco de peso libre. El peso de la barra sin discos fue de 20kg. Para la evaluación de la velocidad media se utilizó un transductor lineal (EV PRO Isocontrol Dinámico 5.2 Quasar Control S.L. Madrid) con una frecuencia de muestreo de 1000Hz unido a la barra mediante un cable y conectado vía USB a un ordenador portátil donde se registran los datos en tiempo real (Figura 2).

**Figura 1. Escala OMNI-RES desarrollada por Robertson *et al.* (2003).****Figura 2. A. Enganche de unión entre la barra y el transductor lineal; B. transductor lineal; C. portátil.**

## Análisis estadístico

En primer lugar, se llevó a cabo la prueba Shapiro-Wilk para analizar la normalidad de la distribución de los valores de las variables. Posteriormente se analizó el grado de correlación de las variables (RPE-pérdida de velocidad; RPE-número de repeticiones; RPE-velocidad mejor repetición) a través de la prueba de correlación de Pearson, y más concretamente se estudió la relación RPE-pérdida de velocidad a través de una regresión cuadrática. Para el tratamiento de los datos se utilizó un software de análisis estadístico (SPSS v.23, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). El grado de significación estadística se estableció al nivel de  $p < 0,05$ .

## Resultados

El análisis de los datos se realizó sobre 14 series de *press* de banca puesto que una de las series no cumplió con el protocolo establecido. Las variables cinemáticas ("pérdida de velocidad" y "velocidad mejor repetición") respecto a las repeticiones analizadas presentaron una distribución normal.

## Correlaciones entre variables

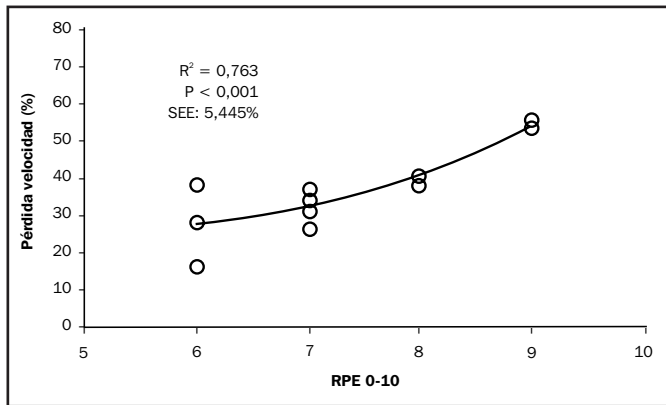
En la Tabla 2 se presentan los resultados para las relaciones RPE-pérdida de velocidad, RPE-número de repeticiones, y RPE-velocidad mejor repetición analizadas mediante correlación de Pearson.

**Tabla 2. Correlaciones de Pearson entre RPE-pérdida velocidad, RPE-número repeticiones, RPE-velocidad mejor repetición.**

	Pérdida velocidad		Número repeticiones		Velocidad mejor repetición	
	r	P	r	P	r	P
RPE	0,843	<0,001	-0,317	0,27	-0,463	0,096

RPE: escala de esfuerzo percibido.

**Figura 3. Relación entre el RPE y la pérdida de velocidad derivada de las 14 series medidas en press de banca.**



### RPE-pérdida de velocidad

En la Figura 3 se presenta la regresión cuadrática para la relación RPE-pérdida de velocidad. De esta regresión se ha obtenido la siguiente ecuación predictiva para la pérdida de velocidad a través del RPE: pérdida de velocidad (%) =  $2,294RPE^2 - 25,68RPE + 99,29$ .

### Discusión

Bajo nuestro conocimiento este es el primer estudio que analiza la relación entre las pérdidas de velocidad durante una serie en el entrenamiento de fuerza y el RPE. El objetivo de este trabajo fue, por tanto, analizar la relación entre la pérdida de velocidad y el RPE durante el ejercicio de *press* de banca. Los principales resultados del estudio muestran que entre todas las variables analizadas, solo la relación pérdida de velocidad-RPE resultó ser significativa (Tabla 2). Además, se debe destacar que esta relación presenta una tendencia no lineal (Figura 3).

Los resultados obtenidos se pueden relacionar con estudios previos en los que se ha demostrado la validez del RPE basado en el RIR de los sujetos<sup>43</sup>; y por otro lado, la relación entre la pérdida de velocidad y el número de repeticiones realizado respecto al máximo posible (fallo muscular)<sup>26,27</sup>. Teniendo en cuenta que el concepto de RIR hace referencia al número de repeticiones que los sujetos perciben que podrían realizar hasta llegar al fallo, estas investigaciones muestran la relación del RIR tanto con el RPE como con la pérdida de velocidad; por tanto parece lógico pensar que también exista una relación RPE-pérdida de velocidad, como demuestran los resultados de este estudio.

El hecho de que no se hayan encontrado relaciones significativas entre el RPE y el número total de repeticiones, ni entre el RPE y la velocidad de la mejor repetición en la serie (marcador de la carga relativa), concuerda con los resultados de Lodo *et al.*<sup>46</sup> que demostraron que al realizar un entrenamiento con distintas intensidades relativas (%RM), pero con el mismo volumen total de carga, se obtienen valores similares de RPE. Sin embargo nuestros resultados no concuerdan con estudios previos que han encontrado valores superiores de RPE al realizar menos repeticiones con intensidades altas que al realizar más repeticiones con intensidades bajas<sup>35</sup>; y por otro lado, al comparar un entrenamiento de fuerza en circuito con cargas altas con un entrenamiento de fuerza en circuito orientado a la potencia con cargas ligeras y moderadas, se

ha comprobado como la RPE resulta superior para el entrenamiento de fuerza con cargas altas<sup>47</sup>. No obstante, en estos dos estudios no se equipararon ni el volumen total de carga, ni el número de repeticiones respecto al fallo muscular entre los protocolos analizados; lo que puede explicar las diferencias con nuestros resultados, donde la carga total ha sido controlada mediante la pérdida de velocidad, que está relacionada con marcadores metabólicos y mecánicos de fatiga<sup>27</sup>.

Resulta especialmente interesante que se hayan encontrado asociadas, de forma casi sistemática, pérdidas de velocidad entre el 30-35% a un valor 7 de RPE (Figura 3). Sánchez-Medina y González-Badillo<sup>27</sup> encontraron como pérdidas de velocidad cercanas al 35% en el *press* de banca se alcanzaban al realizar la mitad más dos repeticiones respecto al máximo posible, y en este punto las concentraciones de amonio comienzan a elevarse por encima de los niveles basales. Estos autores recomiendan no sobrepasar dichas pérdidas de velocidad e incluso cortar las series antes de llegar a dicho punto, comprobándose en estudios posteriores que pérdidas de velocidad del 20% son superiores a pérdidas de velocidad del 40% o entrenar al fallo<sup>28,29</sup>. Por tanto podría establecerse el límite en el RPE 7 para cortar las series cuando se emplee este método para gestionar la fatiga en el *press* de banca.

### Conclusiones

En conclusión, los resultados de nuestro estudio muestran una correlación relativamente alta entre las pérdidas de velocidad y el RPE, independientemente del número de repeticiones o la carga relativa utilizada, y parecen indicar que se puede monitorizar la fatiga en el *press* de banca por medio del RPE cuando no se pueda medir la velocidad de ejecución de forma directa. Además, la tendencia observada en los resultados según la cual un RPE 7 se asocia con pérdidas de velocidad del 30-35%, puede ser de utilidad para marcar el límite de esfuerzo percibido a la hora de realizar más o menos repeticiones durante una serie de *press* de banca. A pesar de todo, estos resultados deben interpretarse con cautela, pues son una primera aproximación hacia la validez del RPE para controlar las pérdidas de velocidad. Es necesario continuar con esta línea de investigación, con metodologías más robustas y muestras más grandes, para poder establecer de forma más certera la validez de nuestra propuesta.

### Limitaciones del estudio

Las principales limitaciones del presente estudio son las siguientes:

- Los resultados se han obtenido con una muestra muy baja.
- Los resultados de la comprobación experimental no han sido replicados con una segunda toma de datos.
- Los resultados solo son aplicables para el ejercicio de *press* de banca, sería necesario comprobar la validez de la relación pérdida de velocidad-RPE en ejercicios diferentes.
- A causa del bajo tamaño muestral no se han analizado las posibles diferencias entre sujetos para los valores de RPE asociados a la pérdida de velocidad.

### Futuras líneas de investigación

El presente trabajo muestra indicios de la posible validez del RPE como una herramienta útil para controlar las pérdidas de velocidad

durante el entrenamiento de fuerza. Debido a las limitaciones de este trabajo se deberían replicar nuestros análisis con muestras mayores, en diferentes ejercicios y analizar las posibles diferencias entre sujetos para un mismo ejercicio.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

## Bibliografía

- Balshaw T, Massey G, Maden-Wilkinson T, Morales-Artacho A, McKeown A, Appleby C, et al. Changes in agonist neural drive, hypertrophy and pre-training strength all contribute to the individual strength gains after resistance training. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(4): 631-40.
- Folland J, Williams A. The Adaptations to Strength Training. *Sports Med*. 2007; 37(2): 145-68.
- Jones N, Kiely J, Suraci B, Collins D, de Lorenzo D, Pickering C, et al. Genetic-based algorithm for personalized resistance training. *Biol Sport*. 2016;33(2):117-26.
- Suchomel T, Nimphius S, Stone M. The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Med*. 2016;46(10):1419-49.
- Kraemer W, Ratamess N. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Med Sci Sport Exerc*. 2004;36(4):674-88.
- Campos G, Luecke T, Wendeln H, Toma K, Hagerman F, Murray T, et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol*. 2002;88(1-2):50-60.
- Heggelund J, Fimland M, Helgerud J, Hoff J. Maximal strength training improves work economy, rate of force development and maximal strength more than conventional strength training. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(6):1565-73.
- Oliveira F, Oliveira A, Rizzato G, Denadai B. Resistance training for explosive and maximal strength: Effects on early and late rate of force development. *J Sport Sci Med*. 2013;12:402-8.
- Schoenfeld B, Wilson J, Lowery R, Krieger J. Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: A meta-analysis. *Eur J Sport Sci*. 2014;16(1):1-10.
- Aagaard P, Simonsen E, Andersen J, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol*. 2002;93(4):1318-26.
- Mangine G, Hoffman J, Wang R, Gonzalez A, Townsend J, Wells A, et al. Resistance training intensity and volume affect changes in rate of force development in resistance-trained men. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(11-12):2367-74.
- Hernández-Davó J, Sabido R. Rate of force development: reliability, improvements and influence on performance. A review. *Eur J Hum Mov*. 2014;33:46-69.
- Maffiuletti N, Aagaard P, Blazevich A, Folland J, Tillin N, Duchateau J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(6):1091-116.
- Dohoney P, Chromiak J, Lemire D, Abadie B, Kovacs C. Prediction of one repetition maximum (1-RM) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. *J Exerc Physiol*. online 2002;5(3):54-9.
- Reynolds J, Gordon T, Robergs R. Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *J Strength Cond Res*. 2006;20(3):584.
- González-Badillo J J, Sánchez-Medina L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *Int J Sport Med*. 2010;31(05):347-52.
- Jidovtseff B, Harris N K, Crielaard J M, Cronin J B. Using the load-velocity relationship for 1RM prediction. *J Strength Cond Res*. 2011;25(1):267-70.
- Picerno P, Iannetta D, Comotto S, Donati M, Pecoraro F, Zok M, et al. 1RM prediction: a novel methodology based on the force-velocity and load-velocity relationships. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116:2035-43.
- Conceição F, Fernandes J, Lewis M, González-Badillo J, Jimenez-Reyes P. Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *J Sport Sci*. 2015;34(12):1099-106.
- Muñoz-López M, Marchante D, Cano-Ruiz M, Chicharro J, Balsalobre-Fernández C. Load, force and power-velocity relationships in the prone pull-up exercise. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;1-22.
- Sánchez-Medina L, González-Badillo J, Pérez C, Pallarés J. Velocity- and power-load relationships of the bench pull vs. bench press exercises. *Int J Sports Med*. 2013; 35(03):209-16.
- Davies T, Orr R, Halaki M, Hackett D. Effect of training leading to repetition failure on muscular strength: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2015;46(4):487-502.
- González-Badillo J, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Ribas J, López-López C, Mora-Custodio R, et al. Short-term recovery following resistance exercise leading or not to failure. *Int J Sports Med*. 2016;37(04):295-304.
- Izquierdo M, Ibañez J, González-Badillo J, Häkkinen K, Ratamess N, Kraemer W, et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Appl Physiol*. 2006;100(5):1647-56.
- Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Ribas-Serna J, López-López C, Mora-Custodio R, et al. Acute and delayed response to resistance exercise leading or not leading to muscle failure. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2016;37(6):630-9.
- Izquierdo M, González-Badillo J, Häkkinen K, Ibañez J, Kraemer W, Altadill A, et al. Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. *Int J Sports Med*. 2006;27(9):718-24.
- Sánchez-Medina L, González-Badillo J. Velocity Loss as an Indicator of Neuromuscular Fatigue during Resistance Training. *Med Sci Sport Exerc*. 2011;43(9):1725-34.
- Padulo J, Mignogna P, Mignardi S, Tonni F, D'Ottavio S. Effect of different pushing speeds on bench press. *Int J Sports Med*. 2012;33(05):376-80.
- Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Sanchis-Moysi J, Dorado C, Mora-Custodio R, et al. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scand J Med Sci Sports*. 2016; 27(7):724-35.
- Balsalobre-Fernández C, Kuzdub M, Poveda-Ortiz P, Campo-Vecino J. Validity and reliability of the push wearable device to measure movement velocity during the back squat exercise. *J Strength Cond Res*. 2016;30(7):1968-74.
- Bardella P, Carrasquilla García I, Pozzo M, Tous-Fajardo J, Saez de Villareal E, Suarez-Arrones L. Optimal sampling frequency in recording of resistance training exercises. *Sport Biomech*. 2016;16(1):102-14.
- Harris N, Cronin J, Taylor K, Boris J, Sheppard J. Understanding position transducer technology for strength and conditioning practitioners. *Strength Cond J*. 2010;32(4):66-79.
- Balsalobre-Fernández C, Marchante D, Muñoz-López M, Jiménez S. Validity and reliability of a novel iPhone app for the measurement of barbell velocity and 1RM on the bench-press exercise. *J Sport Sci*. 2018;36(1):64-70.
- Bautista I, Chiroso I, Tamayo I, González A, Robinson J, Chiroso L, et al. Predicting power output of upper body using the OMNI-RES scale. *J Hum Kinet*. 2014;44(1):161-9.
- Day M, McGuigan M, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session rpe scale. *J Strength Cond Res*. 2004;18(2):353-8.
- Eston R, Evans H. The validity of submaximal ratings of perceived exertion to predict one repetition maximum. *J Sport Sci Med*. 2009;8:567-73.
- Gearhart R, Lagally K, Riechman S, Andrews R, Robertson R. Strength tracking using the omni resistance exercise scale in older men and women. *J Strength Cond Res*. 2009;23(3):1011-5.
- Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Env Hea*. 1990;16:55-8.
- Robertson R, Goss F, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, et al. Concurrent validation of the omni perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sport Exerc*. 2003;35(2):333-41.
- Bautista I, Chiroso I, Chiroso L, Martín I, Rivilla J. RPE y velocidad como marcadores de intensidad en el press de banca. *Rev Int Med Cienc Ac*. 2016;62:229-41.
- Helms E, Storey A, Cross M, Brown S, Lenetsky S, Ramsay H, et al. RPE and velocity relationships for the back squat, bench press, and deadlift in powerlifters. *J Strength Cond Res*. 2017;31(2):292-7.
- Naclerio F, Larumbe-Zabala E. Loading intensity prediction from velocity and the rate of perceived exertion in bench press. *J Strength Cond Res*. 2017;32(1):323-9.
- Zourdos M, 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.
- Bautista I, Chiroso I, Chiroso L, Martín I, González A, Robertson R. Development and validity of a scale of perception of velocity in resistance exercise. *J Sport Sci Med*. 2014;13:542-9.
- Bautista I, Chiroso I, Robinson J, Chiroso L, Martínez I. Concurrent validity of a velocity perception scale to monitor back squat exercise intensity in young skiers. *J Strength Cond Res*. 2016;30(2):421-9.
- Lodo L, Moreira A, Zavanella P, Newton M, McGuigan M, Aoki M. Is there a relationship between the total volume of load lifted in bench press exercise and the rating of perceived exertion? *J Sports Med Phys Fitness*. 2012;52:483-8.
- Freitas T, Calleja-González J, Alarcón F, Alcaraz P. Acute effects of two different resistance circuit training protocols on performance and perceived exertion in semiprofessional basketball players. *J Strength Cond Res*. 2016;30(2):407-14.

# Physiological evaluation post-match as implications to prevent injury in elite soccer players

Leonardo Matta<sup>1</sup>, Matt Rhea<sup>2</sup>, Alex Souto Maior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Augusto Motta University Center (UNISUAM), Brazil. <sup>2</sup>Still University of Health Sciences, Mesa, Arizona, USA.

**Recibido:** 04.07.2018  
**Aceptado:** 14.09.2018

## Summary

**Introduction:** The accumulated stress measured post-soccer match, often temporarily delays players' physical performance and, as a result, players may experience acute and chronic fatigue contributing to underperformance and/or injury.

**Objective:** This study investigated changes in physiological parameters such as thermographic profiles of the lower limbs, serum creatine kinase (CK) level, and skin conductance in elite soccer players post-match. Furthermore, perceived wellness was examined in relation to physiological parameters in an attempt to identify a possible relationship that might prove valuable to strength and conditioning and sport coaches in planning and implementing training schedules.

**Methods:** Ten healthy male professional soccer players ( $25.3 \pm 4.6$  years;  $178.4 \pm 6.3$  cm;  $76.3 \text{ kg} \pm 6.2$  kg; body fat  $10.2 \pm 4.2$  %) from a club of the Brazilian first division soccer league participated in this study. GPS sensors were used to quantify the demand of match conditions among all participants along with post-match measures of serum CK, skin conductance, and thermographic images of lower limbs. These same measures, along with a psychometric questionnaire were administered 24 and 48 hours post-match.

**Results:** No significance difference ( $p > 0.05$ ) was found in contralateral thermal symmetry in the lower limbs. But, both values (maximal and mean values) of skin temperature shown significant difference ( $p < 0.05$ ) at rest when compared to 24h and 48h post-match. In addition, Serum CK level remained elevated for up to 48h post-match in relation to rest.

**Conclusion:** The results showed that 48 hours post-match is not sufficient to full recovery of soccer players. The use of physiological measures, wellness questionnaires, and thoughtful planning based on readiness may help reduce over-stress injuries and enable athletes to perform at their peak throughout the season.

## Key words:

Recovery.  
Physiological assessment.  
Soccer players.

## Evaluación fisiológica tras el partido como implicaciones para prevenir lesiones en jugadores de fútbol elite

### Resumen

**Introducción:** El estrés acumulado medido después del partido de fútbol, a menudo retrasa temporalmente el rendimiento físico de los jugadores y, como resultado, los jugadores pueden experimentar fatiga aguda y crónica que contribuyen con un bajo rendimiento y/o lesión

**Objetivo:** Este estudio investigó los cambios en los parámetros fisiológicos, como los perfiles termográficos de las extremidades inferiores, el nivel de creatina quinasa sérica (CK) y la conductancia de la piel (SC) en los jugadores de élite de fútbol después del partido

**Métodos:** Diez jugadores profesionales de fútbol ( $25,3 \pm 4,6$  años;  $178,4 \pm 6,3$  cm;  $76,3 \pm 6,2$  kg; grasa corporal  $10,2 \pm 4,2\%$ ) de la liga de fútbol de primera división brasileña participaron en este estudio. Los sensores de GPS se utilizaron para cuantificar la demanda de esfuerzo entre todos los participantes junto con las mediciones posteriores al partido de la CK, la SC y las imágenes termográficas de las extremidades inferiores. Estas mismas medidas, junto con un cuestionario psicométrico, se administraron 24 y 48 horas después del partido.

**Resultados:** No se encontró diferencia de significancia ( $p > 0,05$ ) en la simetría térmica contralateral en las extremidades inferiores. Sin embargo, ambos os valores (valores medios y máximos) de la temperatura de la piel mostraron una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en reposo en comparación con las 24 horas y 48 horas después de la partida de fútbol. Además, el nivel sérico de CK se mantuvo elevado durante hasta 48 horas después del partido en relación con el descanso.

**Conclusión:** Los resultados mostraron que 48 horas después del partido no es suficiente para la recuperación total de los jugadores de fútbol. El uso de medidas fisiológicas, cuestionario psicométrico y una planificación cuidadosa basada en la preparación pueden ayudar a reducir las lesiones por sobrecarga.

## Palabras clave:

Recuperación.  
Evaluación fisiológica.  
Jugadores de fútbol.

**Correspondencia:** Alex Souto Maior  
E-mail: alex.bioengenharia@gmail.com

## Introduction

In soccer games, players need to make quick, precise movements that can be characterized as intermittent muscle actions with high demands on several physical components<sup>1,2</sup>. Physical stress during training and/or match play prompts morphological, metabolic, and functional adaptations that consequently enable an increase in performance<sup>3,4</sup>. At the same time, accumulated stress, measured post-soccer match, often temporarily delays players physical performance and, as a result, players may experience acute and chronic fatigue contributing to underperformance and/or injury<sup>5</sup>. A majority of injuries occur in the lower limbs (~70%), related to the nature of the sport (i.e. during jumping, after movements with a large eccentric component, or in response to a period of intensified training), consequently, resulting in a decline in physical performance during the hours and days following competition<sup>6-8</sup>.

Muscle damage is characterized by a temporary decrease in muscle function, an increase in intracellular proteins in the blood, increased muscle soreness, and increased swelling in and around the involved muscle group<sup>1,6-8</sup>. Recovery is considered complete when the player is able to reach or exceed his benchmark performance in a particular activity such as strength, power, or balance<sup>5</sup>. The development of new technologies for diagnoses among soccer players is necessary to better understand the physiological responses to competition and advance injury risk prevention methods associated with training load and match intensity<sup>1</sup>. Valuable information may be identified regarding optimal recovery time following matches, more detailed evaluations of injury risk and performance, and other factors that may signal injury risk.

Biochemical markers (i.e. serum CK level) have previously been used to determine the magnitude of physical stress on the skeletal muscle system imposed on players participating in a soccer match<sup>1,9</sup>. Because this biomarker is correlated with the number of muscle micro traumas that lead to the secretion of this enzyme into the extracellular medium, analyzing post-match CK may provide relevant information about the physical state of athletes<sup>10,11</sup>. However, only one method of physiological evaluation may be insufficient for evaluating post-match soccer status. Biochemical markers combined with thermal imaging assessments may provide valuable information in this regard<sup>1</sup>. Infrared thermography is a non-invasive method used to visualize human body temperature changes in response to physiological processes or pathological reactions related to the control of the temperature of the skin, without exposing the patient to any type of radiation<sup>12-14</sup>. This technique has been used increasingly in medical and sports areas with applications related to the diagnosis of musculoskeletal disorders and in the evaluation of muscle recovery after training or soccer matches<sup>1,15</sup>. Thermal symmetry of the human body is similar between the sides of the body which are identical in shape and size, being taken at the same angle<sup>1</sup>. On the other hand, injuries lead to vasodilatation and increase of inflammatory mediators in the area, which result in an increase of the metabolism and blood flow in the region, consequently, increase local body temperature and disturb this normal symmetric pattern<sup>1,14,15</sup>. However, no scientific studies have been identified that used these physiological evaluations post-match in elite soccer players.

In addition to physical stress of competition, match outcome (win vs. loss) may influence mood state, compromise sleep, increase psy-

chological stress, and affect mental fatigue post-match in elite soccer players. Measures are needed to enable an evaluation of psychometric status with autonomic responses that are objective, sensitive, reliable, and easy to implement. Sympathetic nervous system activity is strongly associated with central activations related to the processing of cognitive and emotional information<sup>16</sup>. Skin conductance (SC) is another method of evaluating activity of sweat glands exclusively under sympathetic control<sup>17,18</sup>. SC has been used to identify human emotions, suggesting different levels of sympathetic activation in different emotional stages, which along with both tonic and phasic components can aptly identify subtle psychobiological changes in athletes<sup>17,19</sup>. Therefore, psychometric questionnaires and SC can be methods useful tool for monitoring perceived wellness, psychometric status and psychobiological changes of elite athletes<sup>17,20</sup>. However, scientific researchers are limited with use of SC during recovery post-match in professional soccer players.

Resulting from an examination of existing literature and professional interest, the aim of this study was to investigate changes in physiological parameters such as thermographic profiles of the lower limbs, serum CK level, and skin conductance in elite soccer players post-match. Furthermore, this study examined perceived wellness in relation to physiological parameters in an attempt to identify a possible relationship that might prove valuable to strength and conditioning and sport coaches in planning and implementing training schedules.

## Material and method

### Approach to the problem

To investigate the impact of competition on physiological measures and wellness, ten professional soccer players were recruited to participate in this study, which was approved by the local institutional Ethical Committee for Human Experiments and was performed in accordance with ethical standards in sport and exercise science research. Subjects provided written informed consent after all methods were explained to them. Various tests were performed at rest, immediately following a soccer match, and at 24- and 48-hours post-match for comparison. Statistical analyses were conducted to examine changes in test scores as well as possible relationships amongst the different assessments.

### Participants and anthropometric measurements

The study included 10 healthy male professional soccer players (25.3 ± 4.6 years; 178.4 ± 6.3 cm; 76.3 kg ± 6.2 kg; body fat 10.2 ± 4.2 %) from a club of the Brazilian first division soccer league that participates in national and international competitions organized by the Brazilian Soccer Confederation (CBF) and South American Soccer Confederation (CSF). The current training frequency was 6.3 ± 0.7 days/week and the training programs consisted of jumps, ball fights, sprints, accelerations and decelerations.

All soccer players included in the study participated of one official match for 88.6 ± 9.1 minutes. Data collection post-match were compared to data collection carried out at the beginning of the training season. Exclusion criteria included: 1) smoking history during the previous three months; 2) presence of any cardiovascular or metabolic disease; 3) systemic hypertension (≥ 140/90 mmHg or use of antihypertensive

medication); 4) use of anabolic steroids, drugs or medication with potential impact on physical performance (self-reported); 5) recent musculoskeletal injury; or 6) pain in any region of the body. The study was approved by the local institutional Ethical Committee for Human Experiments (CAAE: 76189817.0.0000.5235) and was performed in accordance with ethical standards in sport and exercise science research.

Body composition was measured using a bioelectrical impedance analyzer with hand and foot electrodes (InBody 720, inbody.com). The otherwise clothed subjects stood upright with their bare feet on the analyzer's foot electrodes and their arms abducted while grasping the hand electrodes. All analyses were performed after 8h of fasting. All biometric measures were carried out in a thermoneutral room (21°C). No clinical problems occurred during the study.

### Training load monitoring and global position system (GPS)

During one official match, all soccer players' activity levels were monitored and quantified by means of portable global position system (GPS) devices (Minimax X, v.4.0, Catapult Innovations) operating at a sampling frequency of 10 Hz and incorporating a 100 Hz triaxial accelerometer. Each player wore a special harness which enabled this device to be fitted to the upper part of his back. The GPS devices were activated 10 min prior to the start of each official match, in accordance with the manufacturer's instructions. After the match, GPS files were downloaded to a computer and analyzed with the software provided by the manufacturer (Logan Plus v4.2.3 software; Catapult Innovations, Scoresby, Australia). The subjects' data were excluded from analysis if they failed to complete the match due to injury and /or replacement during match.

The GPS devices used in this study did not delineate among forward, backward, or lateral movement. The indicators of external load were as follows: 1) total distance covered; 2) frequency of efforts  $\geq 18$  km/h; 3) frequency of efforts  $\geq 24$  km/h; 4) maximal speed during matches. In addition, data obtained combining the accelerations produced in three planes of body movement by means of a 100 Hz triaxial accelerometer in the GPS device were used to classify external training load using the Player-Load equation. Player-Load is an indicator of the external load because acceleration is proportional to force and may provide a useful measure of the total load applied to a player in a match. Player-Load was calculated by Logan Plus software via the following equation:

$$(ay1 - ay-1)^2 + (ax1 - ax-1)^2 + (az1 - az-1)^2$$

Where  $ay$  = antero-posterior acceleration,  $ax$  = medio-lateral acceleration, and  $az$  = vertical acceleration.

### Procedures Plasma CK monitoring

Plasma CK monitoring was assessed by reflectance photometry at 37°C using the ReflotronAnalyser Plus (Reflotron Plus; Roche, Germany), previously calibrated. After the finger asepsis, by using 70% ethyl alcohol, a lancet device with an automatic trigger was used for puncturing finger and the blood was drained into strips for specific analysis (heparinized capillary strips). Blood sample (32  $\mu$ l) was immediately pipetted into a CK test strip which was inserted into the instrument. All measurements were performed 24h and 48 h post-match between 8:00 and 9:00 A.M.

with anthermoneutral room, temperature of 21°C and relative humidity of 65%. Absolute values of CK were used for analysis.

### Skin conductance recording

Skin conductance (SC) was recorded using a ProComp Infniti multi-modality encoder from Thought Technology (Montreal, Canada) and a laptop computer. SC was recorded from two 10 mm diameter Ag–AgCl electrodes, attached with adhesive collars on the middle phalanges of the index and middle fingers of the participant's non-dominant hand. A constant voltage (0.5 V) was applied between the two electrodes and EDA was sampled at a frequency of 256 Hz. The signal was displayed in real-time on the computer screen as visual feedback for the participant and investigator. For the case wherein physiological filtering was attempted, the participant donned a piezoelectric belt positioned around the thoracic area, which translated the stretch due to expansion and contraction of the lung cavity into changes in voltages. These changes were recorded simultaneously with EDA by the Pro Comp Infniti system. All records occurred 24h and 48h post-match with soccer players in supine position at normal room temperature (21°C) in a quiet place under dim light with sound insulation.

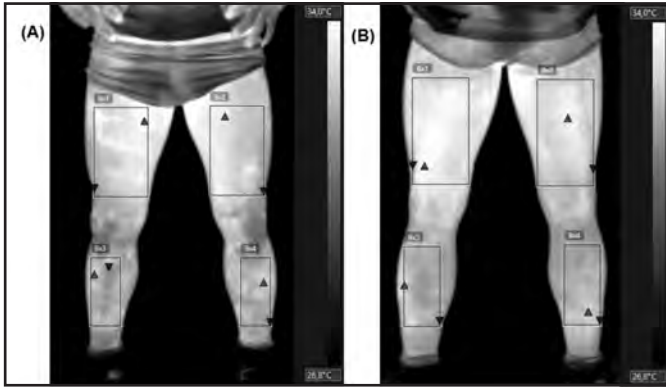
### Acquisition of the thermographic images

All thermographic images were performed 24h and 48h post-match between 8:00 and 9:00 A.M. with anthermoneutral room with temperature of 21°C with a relative humidity of 65%. The equilibration period to evaluate skin temperature was set at 15 minutes. Thermal images sequences of lower limbs (thighs and legs) were acquired in an anteroposterior manner (i.e., frontal and dorsal views) by a digital infrared thermo-camera (Flir Systems Inc<sup>®</sup>, model T-420, USA) with a measurement range of 20 °C to 650 °C (accuracy of  $\pm 2$  °C or 2 %; sensitivity of  $\leq 0.05$  °C), an infrared spectral band from 7.5 to 14 microns, a refresh rate of 60Hz and an FPA (Focal Plane Array) of 320 x 240 pixels. The distance between the subject and the camera was standardized at four meters and the index of human skin emissivity was set to 0.98. Analyze of the body regions of interest (ROI) were selected by a drawing rectangular areas by the software (Smartview 3.1 - Fluke<sup>®</sup>, Everett, USA), which provided us with the average and maximum temperatures from each analyzed ROI<sup>15,21,22</sup>. Selection of the ROI utilized 5 cm above the upper border of the patella and groin line for the thigh, and for the leg, 5 cm below the lower border of the patella and 10 cm above the malleolus<sup>15</sup>. Figure 1 shows representative anterior and posterior thermal images from thighs and legs. Coffee, tea and alcohol intake was prohibited for four hours before testing. Soccer players not use physiotherapy before the test (e.g. massage, electrotherapy, ultrasound, heat treatment, cryotherapy, hydrotherapy) and without cosmetics products before the measurements to obtain thermal images most meaningful of skin temperature. All soccer players reported the absence of any type of sports injury according to these criteria.

### Psychometric questionnaire

A psychometric questionnaire was used 24h and 48h post-match between 8:00 and 9:00 A.M. to assess general indicators of player

**Figure 1. Thermal images anterior (A) and posterior (B) views from thighs and legs.**



wellness<sup>23,24</sup>. The questionnaire comprised of 5 questions relating to perceived fatigue, sleep quality, general muscle soreness, stress levels and mood, with each question scored on a five-point scale (ranging from 1-5, with 1 and 5 representing very poor and very good wellness ratings, and 3 representing normality)<sup>23</sup>. Overall wellness was then determined by summing the five scores.

**Statistical Analysis**

Sample size calculation was performed for the physiological responses as the main outcome. A sample size of 10 participants was found to be required to detect a difference in the physiological responses between baseline and post-match follow-up (power = 0.9, alpha = 0.05) (G\*Power, version 3.1.9). All data are presented as mean ± SD. The statistical analysis was initially performed using the Shapiro–Wilk normality test and the homocedasticity test (Bartlett criterion). Comparisons within-groups for physiological variables and psychometric questionnaire were performed with ANOVA one-way repeated-measures followed by Tukeys post hoc tests. Correlation between variables was assessed using Pearson correlation coefficients and corresponding 95% confidence intervals. The level of significance was set at  $p < 0.05$  for all statistical comparisons. The significance level was set  $p < 0.05$  for all statistical comparisons; the software used was GraphPad® (Prism 6.0, San Diego, CA, USA).

**Results**

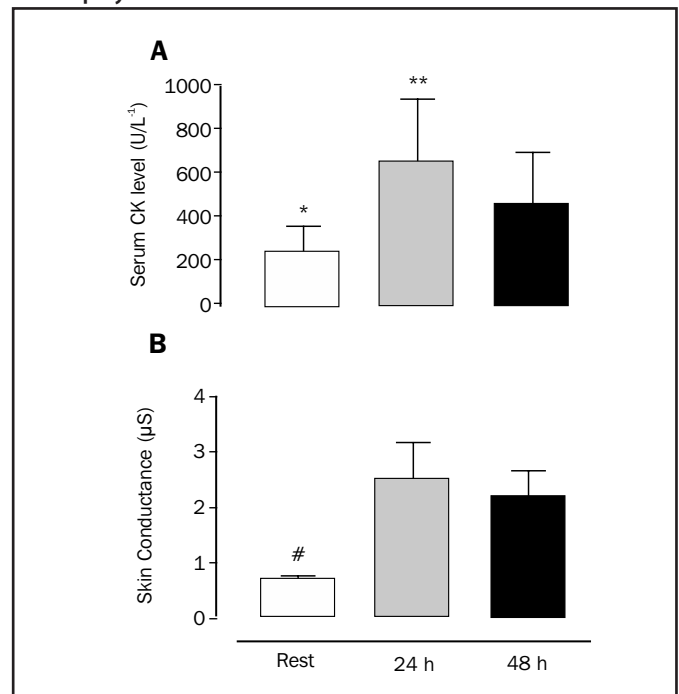
Table 1 shown descriptive statistic of the indicators of external load during match. Serum CK level revealed significant differences ( $p < 0.0004$ ) between rest, 24 h, and 48 h post-match (Figure 2A). On the other hand, SC recording showed significant difference ( $p < 0.0001$ ) only between rest and 24h post-match (Figure 2B).

No significance difference ( $p > 0.05$ ) was found between left and right sides for anterior and posterior measurements of thighs and legs for maximal (Table 2) and mean (Table 3) values of skin temperature. However, both values (maximal and mean) of skin temperature showed significant differences ( $p < 0.05$ ) at rest when compared to 24 h and 48 h post-match.

**Table 1. Indicators of external load during match.**

Variables	Mean±SD	Maximal	Minimal
Total distance covered (m)	8740±1516	10489	5605
Horizontal velocity (m/min)	103.1±13	119	80
Frequency of efforts ≥18 km/h	48.7±19	77	17
Frequency of efforts ≥24 km/h	7.3±5	14	0
Maximal speed (km/h)	28.75±2	31.1	25.5
Player Load (A.U.)	878.3±167	1132	536
Player Load per minute (A.U.)	10.5±1	11	10
Total minutes	88.6±9	95	70

**Figure 2. Mean ± SD values from serum CK level and Skin conductance in rest, 24h, and 48h post-match of professional soccer players.**



\* $p < 0.0004$  - Rest vs. 24h and 48h post-match.  
 \*\* $p < 0.0004$  - 24h vs. 48h post-match.  
 # $p < 0.0001$  - Rest vs. 24h post-match.

Table 4 showed psychometric variables of fatigue, sleep, and pain were lower at 24 h and 48 h post-match when compared to rest. Sleep was also significantly lower at 24 h when compared with 48 h post-match ( $p < 0.05$ ). In addition, SC showed significant correlation with fatigue ( $r = 0.73$ ;  $p < 0.01$ ) and sleep ( $r = 0.65$ ;  $p < 0.04$ ).

**Discussion**

Few studies evaluated the physiological response post-match of the elite soccer players which mean an essential to strategies of recovery post-match. The results obtained in the present study related significant difference between rest and up to 48 hours post-match, which showed

**Table 2. Maximal values of skin temperature (°C) of thigh and leg in elite soccer players.**

Body regions of interest	Rest	24 hours Post-match	48 hours Post-match	Δ 24h Post-math	Δ 48h Post-math
Anterior thigh Right	33.25±0.62*	34.60±0.63	34.44±0.52	1.4±0.96	1.2±0.58
Posterior thigh Right	33.04±0.49*	34.00±0.54	34.27±0.70	1.15±0.89	1.25±0.71
Anterior leg Right	32.38±0.73*	33.80±0.44	33.87±0.62	1.3±0.69	1.2±0.67
Posterior leg Right	32.43±0.45*	33.74±0.86	33.41±0.67	1.15±0.91	1.15±0.75
Anterior thigh Left	33.18±0.72*	34.73±0.62	34.60±0.56	1.45±1.09	1.3±0.57
Posterior thigh Left	33.13±0.52*	34.09±0.53	34.34±0.54	1.15±0.87	1.1±0.65
Anterior leg Left	32.37±0.68*	33.59±0.86	33.92±0.69	1.3±1.3	1.65±0.65
Posterior leg Left	32.45±0.60*	33.26±0.89	33.49±0.86	0.75±0.83	1±0.74

\*p<0.05 - Rest vs. 24h and 48h post-match. Δ values were calculated in relation to rest.

**Table 3. Mean values of skin temperature (°C) of thigh and leg in elite soccer players.**

Body regions of interest	Rest	24 hours Post-match	48 hours Post-match	Δ 24h Post-math	Δ 48h Post-math
Anterior thigh Right	32.12±0.81*	33.32±0.49	33.28±0.55	1.06±0.9	1±0.47
Posterior thigh Right	32.16±0.47*	33.03±0.63	33.36±0.63	1.03±0.6	1±0.77
Anterior leg Right	31.28±0.94*	32.78±0.42	32.77±0.90	1.4±1.10	1.5±0.81
Posterior leg Right	31.23±0.31*	32.88±0.59	32.53±0.66	1.5±0.78	1.35±0.67
Anterior thigh Left	31.98±0.75*	33.26±0.56	33.26±0.43	1.13±1	1.15±0.46
Posterior thigh Left	32.16±0.46*	33.16±0.62	33.40±0.68	1.25±0.90	1.25±0.78
Anterior leg Left	31.11±0.78*	32.78±0.42	32.81±0.66	1.6±0.94	1.6±0.66
Posterior leg Left	31.34±0.43*	32.39±0.73	32.46±0.70	1.25±1.13	1.15±1.02

\*p<0.05 - Rest vs. 24h and 48h post-match. Δ values were calculated in relation to rest.

**Table 4. Mean±SD values of psychometric questionnaire in rest, 24h, and 48h post-match.**

Psychometric questionnaire	Rest	24 hours Post-match	48 hours Post-match
Fatigue (A.U.)	4.4±0.51*	2.9±0.31	3.4±0.51
Sleep (A.U.)	4.5±0.52*	2.4±0.51**	3.5±0.97
Pain (A.U.)	4.4±0.51*	2.9±0.56	3.5±0.7
Stress (A.U.)	4.4±0.51	3.6±0.96	3.9±0.99
Mood (A.U.)	4.9±0.31	4.1±1.1	4.3±0.05

\*p<0.05 - Rest vs. 24h and 48h post-match; \*\*p<0.05 - 24h vs. 48h post-match

that the athletes were not fully recovered. Scientific literature comments that recovery time between 48h and 72h post-match may be insufficient to restore normal homeostasis within soccer players<sup>5</sup>. In present study did not find a high correlation between physiological variables, possibly because this variable shows individual characteristics for each soccer players. However, the use of infrared thermography and CK plasma level can together estimate the magnitude of muscle damage, but SC also seems to be quite important to autonomic evaluation to shown significant correlation with fatigue and sleep described in the psychometric questionnaire.

Exercise intensity contributes with damages to the skeletal muscle cell structure at the level of the sarcolemma, including membrane damage, myofibril disorganization and loss of Z-disc integrity that results in an increase in total CK<sup>10,11</sup>. Our results showed increase significant of serum CK level 24h post-match, possibly by a greater recruitment of fast-twitch fibers at high-intensity exercise during match<sup>11,25</sup>. Some studies suggested that some specific movement in field sports (accelerations, decelerations, and eccentric contractions) and speeds >25 km/h seem to have a strong correlation with CK levels<sup>26,27</sup>. A recent study showed a significant increase in serum CK level after more of 4 repetitions greater than 20 km/h in sprinters athletes when compared to endurance athletes<sup>26</sup>. In our study, despite of the low correlation between CK level and efforts > 24 km/h (r=0.14), were realized 7.3 ± 5 repetitions > 24 km/h. In addition, how increase the repetitions and intensity of efforts greater will be muscle cell disturbance and delays the appearance of a CK serum peak compared to less disruption and may be linked to the time course of inflammation<sup>28</sup>. Such muscle damage induced by intensity exercise alter the muscle cell permeability and leads to cellular protein leakage, ultimately increasing the serum activity of many enzymes<sup>28,29</sup>. Thus, serum CK level response observed after exercise induced muscle damage may be due to leukocytes infiltrating and destabilizing the cell membrane during the process of repair<sup>28,29</sup>.



Considering that CK levels increase after exercise or soccer matches, applying two methods for muscle activity is more accurate. Thus, the use of infrared thermography and CK plasma level can together determine muscle damage, because only biochemical markers do not show the anatomic location of the muscle injury. A recent study published by our research group showed thermal symmetry of the human body is similar between the sides of the body at rest, being identical in shape and size<sup>1</sup>. On the other hand, no studies were found that evaluated profile of infrared thermography in elite soccer players 24 h and 48 h post-match. Some studies shown that differences greater than 0.7°C between contralateral limbs or body areas have been associated with structural or physiological abnormalities in athletes<sup>1,12,13</sup>. Additionally, a temperature increase between 0.25°C to 0.9°C in a deep lesion situated in muscle is associated to inflammation, but a temperature decrease between -0.2°C to -0.5°C is considered local ischemia<sup>30</sup>. Our results showed maximal and mean values > 0.7°C 24h and 48h post-match in front and back lower limbs in which an increase in thermal image (>0.7°C) can contribute to decrease of quadriceps power in 7.9%<sup>31</sup>. We propose that a ROI below 27°C may be related to a condition of hypothermia caused by reduced local blood flow, whereas a ROI above 35°C could suggest an inflammatory process. This thermal response could be related to several physiological changes (e.g., increased muscle metabolism, anaerobic energy reserve, density of capillaries and nerve conduction rate) showing a relationship between muscle skin temperature change and muscle fatigue<sup>1,31,32</sup>.

Stress perturbs the normal physiological or psychological functioning of an individual. There is a relationship between stress and sympathetic activity, although the electrical change alone does not identify which specific emotion is being elicited<sup>19</sup>. However, SC can identify autonomic sympathetic changes through changes in sweat and blood flow<sup>17</sup>. But it is important to comment that no study to date has used SC as a method for assessing recovery of elite soccer players. In present study was observed high correlation between SC and fatigue and sleep. We hypothesis that in 24 h post-match (score < 3 in psychometric questionnaire to fatigue and sleep) elite soccer players still showed the effects of stress caused by match play. Consequently, the perception of greater risk results in more vigilant autonomic nervous system activity and is reflected in skin conductance activity<sup>18,19</sup>. Thus, under a pre-sleep stressful condition, the increase in electrodermal activity during sleep can be a byproduct of a sleep inhibitory mechanism, which fits the notion that higher vigilance corresponds to higher sympathetic activity and increase fatigue state<sup>33</sup>.

A limitation of this type of investigation could be age range, specific position of the soccer players, and climatic condition during match soccer since this parameter could influence serum CK level, skin temperature measurements, and autonomic response. While our sample was quite homogeneous, the sample size was not large enough to provide variations in physiological condition to specific positions. Future research should elucidate the influence of the external training load in the markers biochemical during training and/or matches in elite soccer players.

## Conclusions

In conclusion, the combinations of our results contribute to two key findings. Firstly, 48 h post-match remain high levels of serum CK and thermal image in elite soccer players. Secondly, the results showed significant correlation of SC with fatigue and sleep reported in the psychometric questionnaire. Therefore, workouts held the day after a game may be counterproductive and impeded the recovery process, which may take more than 48 hours. The use of physiological measures, wellness questionnaires, and thoughtful planning based on readiness may help reduce over-stress injuries and enable athletes to perform at their peak throughout the season. Thus, these physiological evaluations may be a helpful for athletes, coaches, physicians and physical therapists regarding injury prevention, early detection, and recovery strategies.

## Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

## Bibliography

1. Maior AS, Leporace G, Tannure M, Marocol M. Profile of infrared thermography in elite soccer players. *Motriz: rev. educ. Fis.* 2017;23:1-6.
2. Prieske O, Muehlbauer T, Borde R, Gube M, Bruhn S, Behm, et al. Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26(1):48-56.
3. Casamichana D, Castellano J, Calleja-Gonzalez J, San Román J, Castagna C. Relationship between indicators of training load in soccer players. *J Strength Cond Res.* 2013;27(2):369-74.
4. Taylor JM, Macpherson TW, McLaren SJ, Spears I, Weston M. Two Weeks of Repeated-Sprint Training in Soccer: To Turn or Not to Turn? *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;11(8):998-1004.
5. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med.* 2012;42(12):997-1015.
6. Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011;45(7):553-8.
7. Jones CM, Griffiths PC, Mellalieu SD. Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Sports Med.* 2017;47(5):943-74.
8. Pfirrmann D, Herbst M, Ingelfinger P, Simon P, Tug S. Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review. *J Athl Train.* 2016;51(5):410-24.
9. Russell M, Sparkes W, Northeast J, Cook CJ, Bracken RM, Kilduff LP. Relationships between match activities and peak power output and Creatine Kinase responses to professional reserve team soccer match-play. *Hum MovSci.* 2016;45:96-101.
10. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull.* 2007;81-82:209-30.
11. Magal M, Dumke CL, Urbiztondo ZG, Cavill MJ, Triplett NT, Quindry JC, et al. Relationship between serum creatine kinase activity following exercise induced muscle damage and muscle fibre composition. *J Sports Sci.* 2010;28(3):257-66.
12. Chudecka M, Lubkowska A. The use of thermal imaging to evaluate body temperature changes of athletes during training and a study on the impact of physiological and morphological factors on skin temperature. *Hum. Mov.* 2012;13:7.
13. Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors.* 2010;10(5):4700-15.
14. Sanchis-Sanchez E, Vergara-Hernandez C, Cibrán RM, Salvador R, Sanchis E, Codoner-Franch P. Infrared thermal imaging in the diagnosis of musculoskeletal injuries: a systematic review and meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol.* 2014;203(4):875-82.
15. BouzasMarins JC, Moreira DG, Silva FS, Costa CMA, Pimenta EM, Sillero-Quintana M. Thermographic profile of soccer players' lower limbs. *Rev Andal Med Deporte.* 2014;7:6.
16. Kreibitz SD. Autonomic nervous system activity in emotion: a review. *Biol psychol.* 2010; 84:394-421.

17. Pusenjak N, Grad A, Tusak M, Leskovsek M, Schwarzlin R. Can biofeedback training of psychophysiological responses enhance athletes' sport performance? A practitioner's perspective. *Phys Sportsmed*. 2015;43(3):287-99.
18. Widyanti A, Muslim K, Satalaksana IZ. The sensitivity of Galvanic Skin Response for assessing mental workload in Indonesia. *Work*. 2017;56:111-7.
19. Joshi A, Kiran R, Sah AN. Stress monitoring through non-invasive instrumental analysis of skin conductivity. *Work*. 2017;57:233-43.
20. Moalla W, Fessi MS, Farhat F, Nouira S, Wong DP, Dupont G. Relationship between daily training load and psychometric status of professional soccer players. *Res Sports Med*. 2016;24(4):387-9.
21. Snyder WE, Qi H, Elliott RL, Head JF, Wang CX. Increasing the effective resolution of thermal infrared images. *IEEE Eng Med Biol Mag*. 2000;19(3):63-70.
22. Toumi J, Saïof F, Bachir W. Algorithm for Analyzing Thermal Images of Laser Irradiated Human Skin. *J Lasers Med Sci*. 2016;7(3):163-6.
23. Buchheit M, Racinais S, Bilsborough JC, Bourdon PC, Voss SC, Hocking J, et al. Monitoring fitness, fatigue and running performance during a preseason training camp in elite football players. *J Sci Med Sport*. 2013;16(6):550-5.
24. Thorpe RT, Strudwick AJ, Buchheit M, Atkinson G, Drust B, Gregson W. Monitoring Fatigue During the In Season Competitive Phase in Elite Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10(8):958-64.
25. Pal S, Chaki B, Chattopadhyay S, Bandyopadhyay A. High intensity exercise induced oxidative stress and skeletal muscle damage in post-pubertal boys and girls: A comparative study. *J Strength Cond Res*. 2018;32(4):1045-52.
26. Cipryan L, Tschakert G, Hofmann P. Acute and Post-Exercise Physiological Responses to High Intensity Interval Training in Endurance and Sprint Athlete. *J Sports Sci Med*. 2017;16(2):219-29.
27. Young WB, Hepner J, Robbins DW. Movement demands in Australian Rules football as indicators of muscle damage. *J Strength Cond Res*. 2012;26(2):492-6.
28. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase-and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J Nutr Metab*. 2012;2012:960363.
29. Paulsen G, Benestad HB, Strøm-Gundersen I, Mørkrid L, Lappegård KT, Raastad T. Delayed leukocytosis and cytokine response to high-force eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(11):1877-83.
30. Bhargava A, Chanmugam A, Herman C. Heat transfer model for deep tissue injury: a step towards an early thermographic diagnostic capability. *Diagn Pathol*. 2014;20: 36.
31. VedranHadžić BŠ, Aleš M, Milan C. Can infrared thermography be used to monitor fatigue during exercise? A case study. *J Sport Health Sci*. 2015; [Epub ahead of print].
32. Abate, M, Di Carlo, L, Di Donato, L, Romani, GL, Merla, A. Comparison of cutaneous thermic response to a standardised warm up in trained and untrained individuals. *J Sports Med Phys Fitness*. 2013;53(2):209-15.
33. Delannoy, J, Mandai, O, Honoré, J, Kobayashi, T, Sequeira, H. Diurnal Emotional States Impact the Sleep Course. *PLoS One*. 2015;10(11):e0142721.

# Efectos hormonales y hematológicos en una marcha invernal de baja altitud en militares chilenos

Claudio Nieto-Jiménez<sup>1</sup>, Jorge Cajigal Vargas<sup>2</sup>, Elena Pardos Mainer<sup>3</sup>, José Naranjo Orellana<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ejército de Chile. Chile. <sup>2</sup>Universidad Mayor. Santiago. Chile. <sup>3</sup>Universidad San Jorge. Villanueva de Gállego. Zaragoza. <sup>4</sup>Universidad Pablo de Olavide. Sevilla.

**Recibido:** 11.06.2018

**Aceptado:** 17.10.2018

## Resumen

**Introducción:** Las exposiciones intermitentes a gran altitud tienen efectos agudos sobre algunos marcadores biológicos, como la testosterona, pero no así en baja altitud. Dado que el entrenamiento de soldados debería ir asociado a tareas militares específicas, adquiere gran importancia valorar los cambios fisiológicos que puedan producirse en determinadas circunstancias (como la altitud) pero durante la realización de actividades propias de las unidades militares.

**Objetivo:** Identificar los cambios hematológicos y en las hormonas Testosterona Libre (TL), Testosterona Total (TT) y Cortisol en una marcha nocturna a baja altitud en soldados de operaciones en montaña.

**Metodología:** 32 Militares masculinos ( $26,3 \pm 4,50$  años,  $75,1 \pm 7,6$  kg) realizaron una marcha invernal nocturna con equipo y un desnivel entre los 902 y 1648 m. Se obtuvieron muestras de sangre antes y después de la marcha y se midió TL, TT, cortisol y hemograma: hematias (Hmt), hemoglobina (Hb), hematocrito (Htto) y volumen corpuscular medio (VCM).

**Resultados:** Se produjo un descenso significativo de los valores de TL y TT sin cambios en el cortisol plasmático. También se observó un descenso en las cifras de Hmt, Hb, Htto y VCM.

**Conclusión:** Una marcha invernal con equipo de combate, en baja altitud y con un desnivel de 746 m, produce un descenso significativo de los valores plasmáticos de Testosterona (libre y total) en soldados de una unidad de operaciones en montaña. No se observan cambios en los valores de cortisol. Se detecta una reducción significativa de hematias, hemoglobina, hematocrito y VCM que podrían deberse a un efecto de hemodilución.

## Palabras clave:

Cortisol. Testosterona. Tropas de montaña. Marcha.

## Hormonal and hematological effects in a low-altitude winter march in Chilean military

### Summary

**Introduction:** Intermittent exposures at high altitude have acute effects on some biological markers, such as testosterone, but not at low altitude. Since the training of soldiers should carry out specific military activities, is very important to assess physiological changes that can occur in particular circumstances (such as altitude) but during the performance of the activities of the military units.

**Objective:** To identify the hematological changes and the hormones Free Testosterone (TL), Total Testosterone (TT) and Cortisol during a nocturnal march at low altitude in soldiers of mountain operations.

**Methodology:** 32 male military ( $26.3 \pm 4.50$  years,  $75.1 \pm 7.6$  kg) performed a nocturnal winter march with equipment between 902 and 1648 m of altitude. Blood samples were obtained before and after the march, and TL, TT, cortisol and blood count were measured: red blood cells (Hmt), hemoglobin (Hb), hematocrit (Htto) and mean corpuscular volume (MCV).

**Results:** There was a significant decrease in TL and TT values without changes in plasmatic cortisol. A reduction in the values of Hmt, Hb, Htto and VCM has also been observed.

**Conclusion:** A winter march with combat equipment, at low altitude and with a unevenness of 746 m, produces a significant decrease in the plasma values of Testosterone (free and total) in soldiers of mountain operations. No changes in cortisol values are observed. A significant reduction of red blood cells, hemoglobin, hematocrit and MCV is detected, which could be due to a hemodilution effect.

## Key words:

Cortisol. Testosterone. Mountain troops. March.

Fondos asignados al programa de investigación para el combate de la División Doctrina, del Comando de Educación y Doctrina del Ejército de Chile. Año 2016.

**Correspondencia:** Claudio Nieto Jiménez  
E-mail: c.nieto@udd.cl

## Introducción

En el Ejército de Chile las tropas de montaña deben estar integradas por personal con un alto grado de especialización y preparación que le permitan desarrollar respuestas rápidas y eficaces en diferentes escenarios bajo determinados agentes estresores.

Uno de los agentes estresores más comunes en el entorno de las operaciones en montaña del Ejército de Chile es la fatiga ocasionada por la marcha en condiciones similares a las de combate en cuanto a equipo y circunstancias climatológicas adversas. Pero a veces, a este elemento se le suma su realización en condiciones de altitud con las influencias que ésta tiene en el rendimiento físico de los sujetos<sup>1</sup>. El hecho de que en tropas de montaña estos dos factores a menudo aparezcan combinados hace que sea difícil diferenciar la influencia de cada uno de ellos.

En 2010 una revisión retrospectiva del Ejército de Estados Unidos<sup>2</sup> puso de manifiesto una enorme reducción de las lesiones causadas por frío desde la guerra de Corea (6.300 lesiones) hasta las operaciones en Afganistán (sólo 19), atribuyendo este cambio al mejor conocimiento de las circunstancias y a las mejoras en el equipamiento de los combatientes.

Por otra parte, el entrenamiento para la altitud clásicamente tiene lugar mediante largas estancias de aclimatación. Sin embargo, dado que las operaciones militares a realizar en estos entornos suelen contar con escaso tiempo de preparación, sería interesante conocer de qué forma puede ser más eficiente esta preparación. En 2014 una revisión de la literatura realizada por el Ejército Británico<sup>3</sup> analiza la bibliografía deportiva respecto a este problema para tratar de sacar conclusiones aplicables al entrenamiento militar. Dado que en todas estas estrategias es necesario combinar la mejor adaptación fisiológica en el menor tiempo posible con los entrenamientos a las intensidades apropiadas, es importante conocer el efecto que ambos factores (altitud e intensidad) tienen sobre variables fisiológicas.

Muza<sup>4</sup> realizó en 2007 una revisión sobre los efectos de las exposiciones diarias intermitentes a la hipoxia para favorecer la aclimatación, con la finalidad de ver su posible utilidad en el entrenamiento militar y concluyó que se necesitan exposiciones de al menos una hora y media, durante al menos una semana y a altitudes iguales o superiores a 4.000 m. Concluye también en su revisión que el efecto de exposiciones intermitentes a menor altitud no está documentado.

Pero las exposiciones intermitentes a gran altitud tienen efectos agudos sobre algunos marcadores biológicos, como la testosterona<sup>5</sup>. Dado que el entrenamiento de soldados debería ir asociado a tareas militares específicas<sup>6</sup>, adquiere gran importancia valorar los cambios fisiológicos que puedan producirse en determinadas circunstancias (como la altitud) pero durante la realización de actividades propias de las unidades militares.

El problema está en que la bibliografía no aporta estudios en estas circunstancias, y si recurrimos a la bibliografía de entrenamiento deportivo, encontramos información muy dispar en cuanto a los valores sanguíneos de determinadas hormonas debido a las condiciones y protocolos tan diferentes. Así, tras ejercicio en grandes altitudes hay autores que reportan aumentos del cortisol<sup>7-9</sup> y otros no encuentran cambios<sup>10,11</sup>.

Respecto al tiempo de exposición en grandes altitudes, unos autores han observado que mediante ascensos graduales los niveles de cortisol en reposo no cambian<sup>12</sup>, mientras que otros reportan que los sujetos expuestos rápidamente a condiciones hipóxicas (ya sea en

una cámara hipobárica o usando vehículo o helicópteros para ascender rápidamente) sí presentan aumentos del cortisol<sup>9,13,14</sup>.

Una situación parecida se da con la testosterona en altitud. Hay estudios que refieren una disminución de la testosterona en un programa de entrenamiento de escalada de montaña<sup>15</sup> mientras que otros encuentran un aumento de los valores de testosterona en situaciones de exposición aguda a la altura<sup>16</sup>.

Pero no solo son importantes los cambios aislados del cortisol o la testosterona ya que hace tiempo que en el campo deportivo el cociente testosterona libre / cortisol se utiliza como indicador de la carga de entrenamiento<sup>17,18</sup>, siendo un marcador de sobreentrenamiento incluso en militares sometidos a cargas extremas<sup>19</sup>. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para intervenir en la planificación antes de que se produzcan alteraciones patológicas en los deportistas<sup>18,20-22</sup>.

Es importante que el estudio de las adaptaciones fisiológicas a la altitud (o a cualquier otra variable) en militares esté asociado a tareas específicas, no existiendo estudios con estas características. Por tanto, el objetivo de este trabajo es analizar los cambios producidos en valores hormonales y de la serie roja en militares de operaciones de montaña del Ejército de Chile durante una marcha invernal nocturna con equipo completo de combate en una situación de baja altitud.

## Material y método

### Aspectos éticos

La presente investigación fue aprobada por el Comité de Ética en Investigación en Ciencias de la Salud, Hospital Militar de Santiago, respetando las disposiciones de la declaración de Helsinki.

Los militares fueron informados del procedimiento, y aceptaron su participación voluntaria a través de la firma de un consentimiento.

### Población de estudio

Treinta y dos militares hombres (edad  $26,3 \pm 4,50$  años, peso  $75,1 \pm 7,6$  kg) realizaron una marcha invernal nocturna en la localidad de Lonquimay, Chile, con altitud inicial de 902 m y ascendiendo hasta los 1.648 m. Los soldados realizaron la marcha con un equipamiento de 28 kg, y emplearon 5 h 38 min desde el campamento base (902 m) hasta los 1.648 m y regreso por el mismo itinerario. La distancia recorrida fue 24,2 km con una pendiente media del 6,5%, siendo la inclinación máxima del 20,1%. La temperatura ambiental media durante la marcha fue de 2° C.

Todos los sujetos llevaban residiendo 12 semanas en el campamento base situado a 902 m, con anterioridad a la realización de la marcha.

### Toma de muestras sanguíneas

Se obtuvieron dos muestras de sangre de cada sujeto a la misma hora, al inicio de la marcha (PRE) y una vez retornados al campamento base (POST) para su posterior análisis. La muestra PRE se obtuvo a las 06:00 en ayunas y durante ese día los sujetos estuvieron en el campamento base realizando planificación en aula sobre la ruta de marcha, sin ningún tipo de actividad física hasta el inicio de marcha, a las 00:00 (media noche). La muestra POST se tomó una vez que los sujetos retornaron al campamento base a las 06:00.

Todas las muestras fueron obtenidas por enfermeros militares de la unidad a través de venopunción en el antebrazo utilizando el sistema Venoject®, siguiendo el procedimiento estipulado del Laboratorio Clínico del Hospital Militar de Santiago. El procesamiento analítico fue a través de la plataforma de automatización total LAB CELL (Siemens) en interfase con los equipos Advia 2120, Advia 1800 y Advia Centauro XP.

Para el hemograma la muestra se almacenó en BD Vacutainer con EDTA y procesó en equipo Advia 2120, mediante citometría de flujo, óptico-láser e impedancia. A los objetos de este estudio se consideró el número de hematíes (Hmt), hemoglobina (Hb), hematocrito (Hcto) y volumen corpuscular medio (VCM).

Para la medición de Cortisol y Testosterona Total (TT): se utilizó BD Vacutainer con gel separador y activador de la coagulación y se procesó en equipo Advia Centauro XP mediante quimioluminiscencia. Para la Testosterona Libre (TL): se utilizó BD Vacutainer con gel separador y activador de la coagulación. Fue procesada en equipo Inmulate 2000 (Siemens) y mediante Radio-Inmuno-Análisis (contador gamma).

Todas las muestras de sangre fueron enviadas al laboratorio clínico del Hospital Militar de Santiago inmediatamente después de su obtención y transportadas por personal de dicho laboratorio conforme a la normativa de transporte y almacenaje de fluidos biológicos.

Se calculó una presión atmosférica inicial de 663 mmHg<sup>23</sup> y se midió la saturación de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) con un dispositivo portátil (Nonin CMS50D, USA, 2014). El peso se midió con una báscula Tanita (Tanita Ironman BC1500, Japón, 2015) y la temperatura timpánica se tomó antes y después de la marcha utilizando un termómetro infrarrojo. (Boeringher, Alemania, 2015).

## Análisis estadístico

Los datos son presentados como media y desviación estándar (DE) y fueron analizados utilizando el Statistical Package for the Social Sciences 15,0 software (SPSS Inc, USA). Para cada análisis se testeó la normalidad de las distribuciones empleando el test de Shapiro-Wilk.

Se calculó el promedio y la desviación estándar para cada medición. Para determinar si existían diferencias significativas entre el pre y post test se aplicó la prueba de t-Student pareada para las variables con distribución normal y el test de Wilcoxon para las variables que no tenían distribución normal. En todos los casos se consideró un nivel de confianza de 95% (valor  $p < 0,05$ ).

Adicionalmente la diferencia entre variables se valoró calculando el tamaño de efecto (TE) a través de la prueba  $d$  de Cohen<sup>24</sup>. Los valores de  $d$  se consideraron como: muy pequeño ( $d < 0,1$ ); pequeño ( $d = 0,1$  a  $0,2$ ); moderado ( $d = 0,21$  a  $0,5$ ); grande ( $d = 0,51$  a  $0,8$ ) y muy grande ( $d > 0,8$ ).

## Resultados

En la Tabla 1 se muestran los datos de las variables analizadas correspondientes a la muestra PRE y POST, junto con los valores de  $d$  de Cohen y el tamaño del efecto.

Todos los cambios resultan significativos, salvo la SaO<sub>2</sub> y el cortisol.

## Discusión

El principal aporte de este estudio es que, tras una marcha invernal con equipo de combate, en baja altitud y con un desnivel de 746 m, los soldados de una unidad de operaciones en montaña presentan un descenso significativo de los valores plasmáticos de TL y TT sin cambios en los valores de cortisol.

Respecto al cortisol, hay descritos cambios por efecto de la altura, pero sólo a altitudes moderadas o altas, y de forma que parece ser que el factor que determina el comportamiento del cortisol en esas altitudes es el proceso de exposición. Cuando la exposición es aguda se ha observado que el cortisol sube<sup>7,8,9,14</sup> pero si las exposiciones son graduales no se observan cambios en los niveles de cortisol<sup>11</sup>. Cuando a estas alturas se realiza ejercicio físico tras exposiciones agudas, se observa un descenso del cortisol previamente elevado, tanto en saliva<sup>12</sup>

**Tabla 1. Media y la desviación estándar (DE) del peso, SaO<sub>2</sub>, temperatura, cortisol (C), testosterona libre (TL) y total (TT), ratio TL/C, hematíes, hemoglobina, hematocrito y volumen corpuscular medio (VCM).**

Variable	Pre-test	Post-test	d	TE
Peso (kg)	75,2±7,6	74,1±7,58*	0,15	Pequeño
SaO <sub>2</sub> (%)	97,4±2,99	97,1±2,7	0,11	Pequeño
Temperatura (°C)	35,5±0,43	35,9±0,36*	1,02	Muy grande
Cortisol (uM/L)	0,75±0,12	0,72±0,17	0,26	Moderado
TL (uM/L)	43,4±11,5	24,7±14,1*	1,84	Muy grande
TT (uM/L)	11,2±3,8	4,94±3,22*	2,31	Muy grande
Cociente TL/C	60,3±19,7	36,4±22,3*	1,44	Muy grande
Hematíes (M/uL)	5,11±0,24	5,05±0,23*	0,26	Moderado
Hemoglobina (g/dL)	15,2±0,73	14,9±0,76*	0,42	Moderado
Hematocrito (%)	45,3±1,9	43,5±1,98*	0,89	Muy grande
VCM (fL)	88,7±2,22	86,4±2,3*	1,01	Muy grande

\* $p < 0,05$ ; TE: tamaño de efecto calculado con la  $d$  de Cohen:  $d < 0,1$  (TE muy pequeño);  $d = 0,1$  a  $0,2$  (TE pequeño),  $d = 0,21$  a  $0,5$  (TE moderado),  $d = 0,51$  a  $0,8$  (TE grande) y  $d > 0,8$  (TE muy grande).

como en sangre<sup>10</sup>. A bajas altitudes (como las que forman parte de este estudio) no hay descritos efectos sobre el cortisol.

Por otra parte, la respuesta del cortisol con el ejercicio es muy variable dependiendo de la hora del día, del tipo de ejercicio y de la fatiga acumulada (además de otros factores) por lo que podría aumentar, disminuir o permanecer igual<sup>25</sup>.

Por tanto, dado que la baja altitud por sí misma no tiene ningún efecto sobre el cortisol, el que en nuestro grupo no haya variado el cortisol indicaría (en términos generales) que la tarea concreta realizada no habría supuesto un estímulo estresor lo suficientemente intenso como para elevar los niveles de cortisol en respuesta al mismo. Sin embargo, esta explicación resulta poco consistente con el esfuerzo que supone a estos soldados, dentro de su adiestramiento, este tipo de ejercicio teniendo en cuenta que la marcha se realiza a una velocidad media considerable para el equipo que se transporta y que tiene lugar durante la noche, a bajas temperaturas y con un desnivel cercano a los 750 m.

Con respecto al descenso encontrado en los valores de testosterona, no está claro en la bibliografía cuál es la respuesta normal en grandes altitudes, si es que existe algún efecto debido directamente a la altitud. La mayoría de los trabajos consultados determinan niveles de testosterona durante entrenamientos en alta montaña<sup>15</sup> o bien el efecto a largo plazo de la exposición a grandes alturas<sup>4,11,26</sup>. En cualquier caso, no encontramos en la bibliografía ningún efecto atribuible a las altitudes bajas como las de este estudio.

Por otra parte, con respecto al ejercicio físico, un gran número de trabajos publicados emplean valores de testosterona salival con resultados muy dispares, lo que concuerda con el metanálisis de Hayes, *et al.*<sup>27</sup> que encuentra que los efectos son muy dependientes del tipo de ejercicio, el diseño del estudio y el tiempo de muestreo. Otra revisión reciente<sup>28</sup> revela que el ejercicio de alta intensidad produce una reducción en la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas con el consiguiente descenso de los valores de testosterona, mientras que encuentra que los datos publicados para ejercicios de intensidad moderada son poco consistentes. Con arreglo a esta revisión, nuestros datos serían más coherentes con la carga de trabajo que representa esta tarea y con el nivel de fatiga generado en los sujetos.

El cociente TL/C muestra una marcada disminución con valores similares a los encontrados en deportistas bajo condiciones de altas cargas de trabajo o sobre-entrenamiento<sup>27,29,30</sup>.

Con respecto a los parámetros de la serie roja, todos ellos (Hmt, Hb, Htto, y VCM) presentaron tras la marcha disminuciones significativas y con un TE moderado para Hmt y Hb y muy grande para Htto y VCM (Tabla 1). En este apartado, los datos existentes también apoyan la idea de que estas altitudes no inducen en sí misma cambios hematológicos. Así, Rietjens<sup>31</sup> establece tras un seguimiento de 3 años en triatletas de alto nivel, que se necesitan altitudes de al menos 2.000 m para poder atribuir cambios hematológicos a la altitud, siendo frecuentes los trabajos que refieren estos cambios en altitudes superiores<sup>32,33</sup>. En nuestra opinión, los cambios de la serie roja podrían estar condicionados por un efecto de hemodilución ya descrito también en corredores de maratón<sup>34</sup>. Por lo que respecta al descenso observado en el VCM, concuerda con lo ya descrito por Sewchand en 1980<sup>35</sup> al encontrar que cualquier exposición aguda a altitud producía un descenso del VCM entre el 12 y 14%.

La principal limitación de este estudio se encuentra en el hecho de no poder diferenciar el efecto de la carga de trabajo físico realizada, de los agentes estresores adicionales (como el frío, la falta de sueño o la fatiga acumulada) y del posible efecto del cambio de altitud, si bien este último factor puede razonablemente descartarse en función de la bibliografía. También constituye una limitación no haber controlado la ingesta de líquido durante la marcha, aunque este aspecto queda algo paliado por el hecho de haber controlado el grado de deshidratación a través de la doble pesada.

## Conclusiones

Una marcha invernal con equipo de combate, en baja altitud y con un desnivel de 746 m, produce un descenso significativo de los valores plasmáticos de Testosterona (libre y total) en soldados de una unidad de operaciones en montaña.

No se observan cambios en los valores de cortisol.

Se detecta una reducción significativa de hemáties, hemoglobina, hematocrito y VCM que podrían deberse a un efecto de hemodilución.

## Agradecimiento

A la División Doctrina, Escuela de Montaña y Hospital militar del Ejército de Chile. Al Mayor Mario Pizani, Daniela Cárdenas, Reinaldo Rosas, Vjera Triantafilo y Cecilia Rojas.

Comité ético de aprobación: Hospital Militar de Santiago N° CEC/23.06.2016/HOSMIL-DIVDOC.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

## Bibliografía

- Bergeron MF, Bahr R, Bartsch P, Bourdon L, Calbet JA, Carlsen KH, *et al.* International Olympic Committee consensus statement on thermoregulatory and altitude challenges for high-level athletes. *Br J Sports Med.* 2012;46(11):770-9.
- Hall A, Evans K, Pribyl S. Cold injury in the United States military population: current trends and comparison with past conflicts. *J Surg Educ.* 2010;67(2):61-5.
- Heil KM, Keenan AM. Athletic altitude training protocols and their application in preparation for mountainous operations. *J R Nav Med Ser.* 2014;100(1):65-9.
- Muza SR. Military applications of hypoxic training for high-altitude operations. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(9):1625-31.
- He J, Cui J, Wang R, Gao L, Gao X, Yang L, *et al.* Exposure to hypoxia at high altitude (5380 m) for 1 year induces reversible effects on semen quality and serum reproductive hormone levels in young male adults. *High Alt Med Biol.* 2015;16(3):216-22.
- Nieto C, Cárcamo M. Entrenamiento y evaluación de la capacidad física militar: revisión de la literatura. *Rev Esp Edu. Fis y Dep.: REEFD.* 2016;415:75-86.
- Zaccaria M, Rocco S, Noventa D, Varnier M, Opocher G. Sodium regulating hormones at high altitude: basal and post-exercise levels. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998;83(2):570-4.
- Barnholt KE, Hoffman AR, Rock PB, Muza SR, Fulco CS, Braun B, *et al.* Endocrine responses to acute and chronic high-altitude exposure (4,300 meters): modulating effects of caloric restriction. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006;290(6):E1078-88.
- Sutton JR, Viol GW, Gray GW, McFadden M, Keane PM. Renin, aldosterone, electrolyte, and cortisol responses to hypoxic decompression. *J Appl Physiol.* 1977;43(3):421-4.
- McLean CJ, Booth CW, Tattersall T, Few JD. The effect of high altitude on saliva aldosterone and glucocorticoid concentrations. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1989;58(4):341-7.
- Benso A, Broglio F, Aimaretti G, Lucatello B, Lanfranco F, Ghigo E, *et al.* Endocrine and metabolic responses to extreme altitude and physical exercise in climbers. *Eur J Endocrinol.* 2007;157(6):733-40.

12. Woods DR, Davison A, Stacey M, Smith C, Hooper T, Neely D, *et al.* The cortisol response to hypobaric hypoxia at rest and post-exercise. *Horm Metab Res.* 2012;44(4):302-5.
13. Larsen JJ, Hansen JM, Olsen NV, Galbo H, Dela F. The effect of altitude hypoxia on glucose homeostasis in men. *J Physiol.* 1997;504 ( Pt 1):241-9.
14. Richalet JP, Letournel M, Souberbielle JC. Effects of high-altitude hypoxia on the hormonal response to hypothalamic factors. *Am J Physiol Regul Integ. Comp Physiol.* 2010;299(6):R1685-92.
15. Wang RY, Tsai SC, Chen JJ, Wang PS. The simulation effects of mountain climbing training on selected endocrine responses. *Chin J Physiol.* 2001;44(1):13-8.
16. Gonzales GF. Hemoglobina y testosterona: importancia en la aclimatación y adaptación a la altura. *Rev. Per. de Med. Exp. y Sal. Púb.* 2011;28(1):92-100.
17. Adlercreutz H, Harkonen M, Kuoppasalmi K, Naveri H, Huhtamieni H, Tikkanen H, *et al.* Effect training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their responses during physical exercise. *Int J Sports Med.* 1986;(7):27-8.
18. Schelling X, Calleja-González J, Terrados N. Variation in testosterone and cortisol with relation to mood state in professional basketball players. RICYDE. *Rev. Int. de Ciencias del Deporte.* 2013;9(34):342-59.
19. Tanskanen M, Kyröläinen H, Uusitalo A, Huovinen J, Nissilä J, Kinnunen H, *et al.* Serum sex hormone-binding globulin and cortisol concentrations are associated with overreaching during strenuous military training. *J Strength Cond Res.* 2011;25(3):787-97.
20. Martínez AC, Seco J, Tur JA, Abecia LC, Orella EE, Biescas AP. Testosterone and Cortisol Changes in Professional Basketball Players Through a Season Competition. *J Strength Cond Res.* 2010;24(4):1102-8.
21. Urhausen A, Gabriel H, Kindermann W. Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Med.* 1995;20(4):251-76.
22. Vervoorn C, Vermulst LJM, Boelens-Quist AM, Koppeschaar HPF, Erich WBM, Thijssen JHH, *et al.* Seasonal changes in performance and free testosterone: cortisol ratio of elite female rowers. *Eur J Appl Physiol.* 1992;64(1):14-21.
23. Hematy Y, Setorki M, Razavi A, and Doudi M. Effect of Altitude on some Blood Factors and its Stability after Leaving the Altitude. *Pak J Biol Sci.* 2014;17(9):1052-7.
24. Cohen, J. Statistical power analysis for behavioral sciences. Hillsdale, NJ: LEA; 1988,p.412-4.
25. Suárez AM, Javierre C, Ventura JL, Garrido E, Barbany JR, Segura R. Interindividual plasma cortisol differences in the response to one hour of aerobic exercise with inserted supramaximal workloads. *Apunts.* 2007;42(153):3-62.
26. Okumura A, Fuse H, Kawauchi Y, Mizuno I, Akashi T. Changes in male reproductive function after high altitude mountaineering. *High Alt Med Biol.* 2003;4(3):349-53.
27. Hayes LD, Grace FM, Baker JS, Sculthorpe N. Exercise-induced responses in salivary testosterone, cortisol, and their ratios in men: a meta-analysis. *Sport Med.* 2015;45(5):713-26.
28. Matos B, Howl J, Ferreira R, Fardilha, M. Exploring the effect of exercise training on testicular function. *Eur. Jour. of Appl. Phy.* 2018;1-8.
29. Gonzalez Jurado JA, De Teresa C, Molina E, Guisado R, Naranjo J. Efecto del Phlebotodium Decumanum sobre los cambios en niveles plasmáticos de testosterona y cortisol inducidos por el ejercicio en sujetos no entrenados. *Rev. Med. de Chile.* 2009;137:497-503.
30. Di Blasio A, Izzicupo P, Tacconi L, Di Santo S, Leogrande M, Bucci I, *et al.* Acute and delayed effects of high intensity interval resistance training organization on cortisol and testosterone production. *The Jour. Of Sport. Med. And Phy. Fit.* 2016;56:192-9.
31. Rietjens GJM, Kuipers H, Hartgens F, Keizer HA. Red blood cell profile of elite olympic distance triathletes. A three-year follow-up. *Int J Sports Medicine.* 2002;23(6):391-6.
32. Heinicke K, Heinicke I, Schmidt W, Wolfarth B. A three-week traditional altitude training increases hemoglobin mass and red cell volume in elite biathlon athletes. *Int J Sports Med.* 2005;26(5):350-5.
33. Hematy Y, Setorki M, Razavi A, Doudi M. Effect of altitude on some blood factors and its stability after leaving the altitude. *Pak J Biol Sci.* 2014;17(9):1052-7.
34. Traipern N, Gatterer H, Burtscher M. Plasma electrolyte and hematological changes after marathon running in adolescents. *Med. and scie. in spor. and exe.* 2013;45(6):1182-7.
35. Sewchand LS, Lovlin RE, Kinnear G, Rowlands S. Red blood cell count (RCC) and volume (MCV) of three subjects in a hypobaric chamber. *Aviat Space Enviro Med.* 1980; 51(6):577-8.

# 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

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

Sección de Medicina deportiva. Área de deporte. Ayuntamiento de Málaga.

**Recibido:** 16.07.2018

**Aceptado:** 19.10.2018

## Resumen

La esperanza de vida se ha incrementado notablemente en las sociedades occidentales. El ejercicio físico adaptado a personas mayores es clave para conseguir un envejecimiento activo.

**Objetivos:** El objetivo principal fue determinar los niveles de condición física con el *Senior Fitness Test* (SFT) en sujetos españoles, mayores de 80 años, activos e independientes, adscritos a un programa de Condición Física de Mayores (CFM) y compararlos con los valores estadounidenses de referencia del SFT. El objetivo secundario fue analizar los resultados de nuestra población distribuidos por sexo y edad.

**Material y método:** Se realizó un estudio transversal en 162 participantes, (142 mujeres, 87%), a los que se les aplicó el SFT para evaluar su condición física y se les midió el Índice de Masa Corporal (IMC) para valorar su influencia sobre la condición física.

**Resultados:** En el SFT, la muestra española presentó mejor desempeño en fuerza y agilidad y niveles más bajos en flexibilidad y resistencia que la población estadounidense de referencia. No se encontraron diferencias significativas entre sexos en la población española, excepto en la prueba de resistencia a favor de los hombres ( $p=0,006$ ). El grupo mayor de 85 años presentó resultados inferiores del IMC ( $p=0,007$ ), de la fuerza del tren superior ( $p=0,01$ ) y de la flexibilidad del tren inferior ( $p=0,02$ ). La media del IMC de la muestra estudiada fue superior a la media de la población estadounidense.

**Conclusiones:** La muestra española es más fuerte y ágil, pero menos flexible y resistente que la población estadounidense de referencia. La capacidad funcional en nuestra población mayor de 80, es similar en ambos sexos.

## Palabras clave:

*Senior Fitness Test*. Actividad física. Mayores. Envejecimiento.

## Evaluation of physical fitness in spanish people over 80 years of age using the senior fitness test and the body mass index

### Summary

Life expectancy has increased significantly in western societies. Physical exercise adapted to the elderly is a key factor in achieving active ageing.

**Objectives:** Main objective was to assess the functional fitness of active, independent, over 80 years of age, Spanish subjects enrolled in a Senior Physical Fitness program using the Senior Fitness Test (SFT), and to compare the results with the SFT reference intervals. The secondary objective was to analyse the sample's results when distributed according to age and sex.

**Material and method:** A transversal study was conducted in 162 participants (142 women, 87%). They were administered the SFT to determine their physical abilities and their BMI was calculated in order to find out its influence on their physical condition.

**Results:** Our Spanish sample performed better in strength and agility but presented lower outcomes in endurance and flexibility when compared to the US target population. In the Spanish sample significant differences between the two sexes were only found in the resistance score, where men performed better than women, ( $p=0.006$ ). Participants over 85 presented lower results in BMI ( $p=0,007$ ), upper body strength ( $p=0.01$ ) and lower body flexibility ( $p=0.02$ ). The mean BMI of our sample was higher than that of the American population.

**Conclusions:** The Spanish population is stronger and has more agility, but it's also less flexible and has lower endurance when compared to the American population. The Fitness condition in our population > 80 is similar in men and women.

## Key words:

*Senior Fitness Test*. Physical activity. Elderly. Ageing.

**Correspondencia:** Ana Navarro Sanz

E-mail: cmdeportes@malaga.eu; miradordealbion@hotmail.com



## Introducción

La esperanza de vida en los países occidentales ha experimentado un notable incremento en el último siglo gracias a la mejoría de las condiciones sociosanitarias<sup>1</sup>. En nuestro país la esperanza de vida es de 85,8 en mujeres y de 80,3 años en hombres<sup>2</sup>. El porcentaje de población mayor de 65 años en España actualmente es del 18,7% y se espera que alcance el 25,6% y 34,6%, en el 2031 y 2066 respectivamente<sup>3</sup>.

La Comisión Europea se ha propuesto mantener a las personas mayores, activas e independientes<sup>4</sup>. Al conocer sus hábitos de actividad física, podemos influir y mejorar sus patrones de comportamiento. La capacidad funcional para las actividades de la vida diaria va mermando con la edad; la fuerza, la flexibilidad y la resistencia aeróbica, son los componentes más afectados<sup>5</sup>. La actividad física se relaciona positivamente con el grado de independencia<sup>6</sup>, y los períodos prolongados de inmovilidad incrementan la morbi-mortalidad en esta población<sup>7</sup>. Numerosos estudios han constatado que un programa adecuado de actividad física mejora la fuerza muscular<sup>8,9</sup>, la resistencia aeróbica, la agilidad, el equilibrio y la flexibilidad<sup>10,11</sup>, lo que trae aparejado una mayor capacidad para realizar las actividades de la vida diaria<sup>12</sup>.

Numerosos estudios han demostrado que programas de ejercicio físico mejoran la independencia de la población mayor de 60 años<sup>6,9,12</sup>, pero no hemos encontrado estudios dirigidos específicamente a poblaciones mayores de 80 años, activas, ni en España, ni en otros países. El *Senior Fitness Test* (SFT) es un test validado y ampliamente utilizado para cuantificar la condición física de las personas mayores<sup>13-15</sup>.

El objetivo principal de nuestro estudio es identificar el nivel de condición física mediante el SFT, y el IMC, de una población de sujetos activos, mayores de 80 años, no institucionalizados, adscritos a un programa de CFM, en el último trimestre de 2017 y comparar los resultados obtenidos con los valores de referencia de una población estadounidense, mayor de 80 años. El objetivo secundario es analizar los resultados del SFT en nuestra población, en relación a su distribución por sexo y edad.

## Material y método

### Población

Fueron incluidas las personas mayores de 80 años, no institucionalizadas y adscritas a un programa de CFM del Ayuntamiento de Málaga en el último trimestre de 2017. Todas presentaron un informe médico en el que se descartó patología aguda o crónica (cardio-pulmonar, renal, ortopédica, neurológica, etc.) que desaconsejase la realización del SFT. A todos los participantes se les explicó previamente las características del estudio y firmaron un consentimiento informado. Se excluyeron los que no quisieron participar y los que presentaron alguna de las patologías mencionadas.

### Material

El material utilizado para la realización del estudio fue:

- Tallímetro de aluminio.
- Báscula Jata, no digital.

- Cronómetro analógico para las pruebas de fuerza, agilidad y resistencia.
- Se utilizaron pesas de 2,5 kg y 4 kg, en lugar de 2,27 kg (5 lb) y 3,63 kg (8 lb), para mujeres y hombres respectivamente, como fueron utilizadas originariamente en el SFT.
- Cinta métrica flexible de 150 cm para la medición de la flexibilidad.
- Cono de plástico de 45,5 cm de altura y 20x20 cm de base para la prueba de agilidad.
- Banco o silla sin brazos.
- Perímetro de 47,5 m rectangular para la prueba de resistencia

### Metodología

Se trata de un estudio transversal con recogida prospectiva de las siguientes variables: Sexo, Edad e IMC.

El resto de las variables estudiadas, se obtuvieron de las diferentes pruebas comprendidas en la batería habitual del SFT<sup>16</sup>:

- *Arm curl test* (ACT): fuerza del tren superior.
- *Chair stand test* (CST): fuerza del tren inferior.
- *Back scratch test* (BST): flexibilidad del tren superior.
- *Chair-sit and reach-test* (CRT): flexibilidad del tren inferior.
- *Foot up-and-go test* (FT): agilidad.
- *6-Minute walk test* (6-MWT): resistencia.

Para estudiar la influencia de la edad en nuestra población, se dividieron los sujetos en dos tramos etarios: uno de 80-85 años y otro mayor de 85 años.

### Análisis estadístico

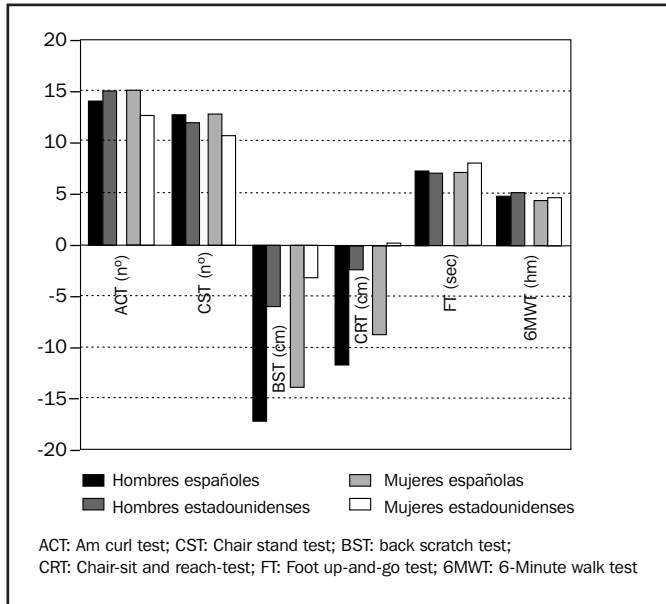
Los datos fueron recogidos en el programa SPSS (v 25) y se utilizó el software Excel 2000 para el tratamiento gráfico de los datos. Los datos de las variables cuantitativas se expresaron como media y desviación estándar. Se realizó una ponderación de medias y varianzas para la obtención de valores de referencia estadounidenses. Se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad de las variables. Al no poder asumir la normalidad, se aplicó el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney para estudiar las eventuales diferencias entre sexos y entre grupos de edad. Se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

Los participantes de este estudio fueron personas mayores de 80 años, de origen caucásico. Se incluyeron 162 sujetos, 20 hombres y 142 mujeres, todos completaron el SFT y se les calculó el IMC, sin incidencias. El rango de edad se situó entre los 80 y los 95 años. La edad media de los hombres fue ligeramente superior a la de las mujeres ( $84 \pm 3,4$  frente a  $83 \pm 2,6$  años). El IMC medio de la población fue de  $28,63 \pm 4,20$  kg/m<sup>2</sup> en mujeres y de  $26,82 \pm 3,81$  kg/m<sup>2</sup> en hombres.

En la Figura 1 se observan los resultados del SFT de la población española y estadounidense distribuida por sexo. Se obtuvieron mejores resultados en las pruebas de fuerza en las mujeres españolas, respecto a las mujeres estadounidenses.

**Figura 1. Resultados del SFT por sexo de la población española y la estadounidense.**



La Tabla 1 muestra los resultados del IMC y del SFT distribuidos por rangos de edad. Se observa que los valores de fuerza en tren superior (ACT), y en tren inferior (CST), fueron superiores en nuestra población en todos los grupos de edad. Sin embargo, en las pruebas de flexibilidad, tanto del tren superior (BST), como del tren inferior (CSR), se obtuvieron valores inferiores en la muestra española frente a la población estadounidense<sup>17</sup>.

La Tabla 2 muestra los resultados del SFT por percentiles, distribuidos en "bajo" (p0-p25), "normal" (p25-p75) y "excelente" (p75-p100) siguiendo a Rikli y Jones<sup>15,16</sup>. Las Figuras 2 y 3 muestran los mismos resultados distribuidos por sexo. En la fuerza de tren superior (ACT) y en la fuerza del tren inferior (CST), nuestra muestra masculina se situó en las categorías "normal" y "excelente" en un 75% y 95% respectivamente,

**Tabla 1. Resultados del SFT por edad entre la población española y estadounidense.**

Pruebas	Edad	Población estadounidense Media±SD	Población española Media±SD
IMC	80-85	25,14±3,84	28,93±4,27
	85-90	24,45±3,42	26,90±3,66
	>90	24,35±4,26	26,29±2,11
Arm curl test (ACT)	80-85	13,93±4,16	15,05±3,72
	85-90	12,56±3,93	13,19±4,20
	>90	11,26±3,70	14,25±4,79
Chair stand test (CST)	80-85	11,64±4,11	12,80±13,15
	85-90	10,50±4,17	11,72±5,26
	>90	8,57±4,70	10,78±7,84
Back scratch test (BST)	80-85	-3,54±4,59	-14,13±11,83
	85-90	-4,49±4,58	-15,85±15,71
	>90	-5,39±5,07	-15,07±1,68
Chair-sit and reach-test (CRT)	80-85	-0,28±4,15	-8,12±9,79
	85-90	-0,68±3,83	-11,35±12,20
	>90	-2,32±4,10	-24,01±10,90
Foot up-and-go test (FT)	80-85	6,95±2,08	6,65±1,46
	85-90	7,72±2,53	7,75±3,37
	>90	8,96±3,10	9,09±3,79
6-Minute walk test (6MWT)	80-85	481,85±117,97	420,89±93,35
	85-90	440,43±132,81	396,32±91,90
	>90	374,38±134,74	38,18±134,38

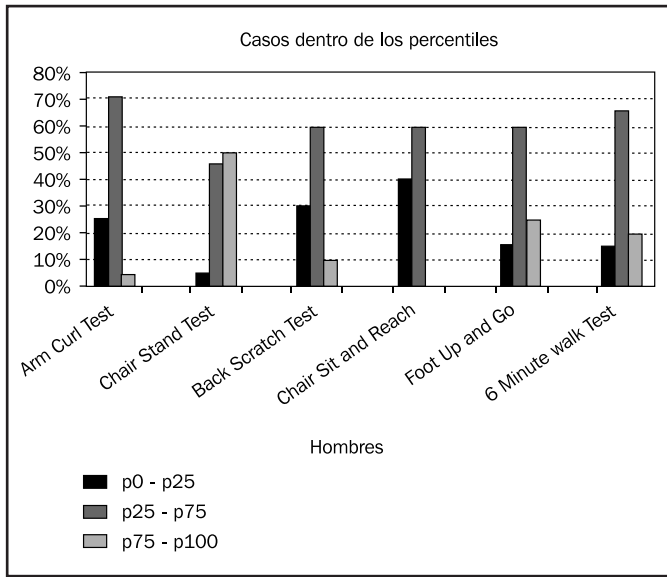
y la femenina en un 90% y 96,5% respectivamente. Sin embargo, tanto en la flexibilidad del tren inferior (CSR) como en la flexibilidad del tren superior (BST), nuestra muestra obtuvo peores resultados que la muestra de referencia, especialmente en el grupo de mujeres españolas respecto

**Tabla 2. Resultados de la muestra española distribuidos por sexo según los percentiles de referencia de Rikli y Jones.**

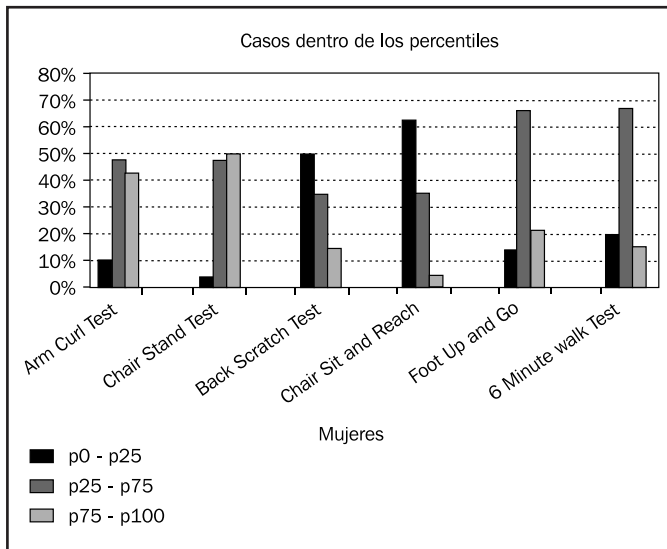
Pruebas	Sexo	Media± SD	Valoración del SFT			Nivel p
			Bajo	Normal	Excelente	
Arm Curl Test (ACT)	H:	13,95±4,45	25%	70%	5%	>0,05
	M:	14,71±3,83	9,9%	47,9%	42,3%	
Chair Stand Test (CST)	H:	12,66±6,11	5%	45%	50%	>0,05
	M:	12,49±3,46	3,5%	46,5%	50%	
Back Scratch Test (BST)	H:	-17,32±10,18	30%	60%	10%	>0,05
	M:	-14,14±12,91	49,3%	35,2%	15,5%	
Chair-sit and Reach-test (CRT)	H:	-11,82±11,45	40%	60%	0%	>0,05
	M:	-8,86±10,55	62,7%	35,2%	2,1%	
Foot up-and-go Test (FT)	H:	7,06±3,12	15%	60%	25%	>0,05
	M:	6,93±2,00	13,4%	66,2%	20,4%	
6-Minute walk test (6MWT)	H:	463,61±148,21	15%	65%	20%	<0,05*
	M:	406,31±82,90	19%	66,9%	14,1%	

\*Estadísticamente significativo.

**Figura 2. Resultados de los hombres españoles según los percentiles de referencia del SFT.**



**Figura 3. Resultados de las mujeres españolas según los percentiles de referencia de SFT.**



a las mujeres estadounidenses. Al comparar los resultados de nuestra población en relación al sexo, no se encontraron diferencias significativas, a excepción de la prueba de resistencia (6-MWT,  $p=0,006$ ), donde los hombres demostraron mejor nivel que las mujeres (Tabla 2).

La Tabla 3 muestra los resultados del SFT y del IMC en nuestra población distribuida por edad. Se observó una disminución del IMC ( $p=0,007$ ), de la fuerza del tren superior (ACT,  $p=0,01$ ) y de la flexibilidad del tren inferior (CRT,  $p=0,02$ ) al aumentar la edad, siendo el resto de diferencias detectadas, estadísticamente no significativas.

**Tabla 3. Resultados de SFT e IMC en la muestra española por edad.**

Pruebas	Edad	n	Media± SD	Nivel p
IMC	80-85	122	28,93±4,27	< 0,01 *
	>85	40	26,84±3,52	
Arm Curl Test (AMC)	80-85	122	15,05±3,72	< 0,05*
	>85	40	13,30±4,21	
Chair Stand Test (CST)	80-85	122	12,80±3,15	> 0,05
	>85	40	11,63±5,45	
Back Scratch Test (BST)	80-85	122	-14,13±11,83	> 0,05
	>85	40	-15,77±14,90	
Chair-sit and Reach-test (CRT)	80-85	122	-8,12±9,79	< 0,05*
	>85	40	-12,61±12,55	
Foot up-and-go Test (FT)	80-85	122	6,65±1,46	> 0,05
	>85	40	7,88±3,38	
6-Minute walk test (6MWT)	80-85	122	420,88±93,35	> 0,05
	>85	40	390,51±96,33	

\*Estadísticamente significativo; IMC: Índice de Masa Corporal.

## Discusión

Según estimaciones asumidas por todos los agentes sociales, se prevé que la esperanza de vida siga una tendencia ascendente en el futuro. La escasez de investigaciones en el marco de la actividad física, en personas de 80-95 años, promovió la realización de esta investigación. Se determinó el nivel de la condición física mediante el SFT, ampliamente validado<sup>15</sup>, para tomar conciencia de los puntos débiles y fuertes de los programas de CFM.

Comparando las variables del SFT y el IMC entre ambas poblaciones (española frente a estadounidense), objetivo principal de nuestro estudio, encontramos (Figura 1, Tabla 1):

- Nuestra muestra presentó unos valores de fuerza moderadamente superiores, en todas las franjas de edad, respecto a la muestra estadounidense, especialmente en las mujeres. El aumento de la fuerza de nuestra población en extremidades superiores (ACT) se mantuvo pese al incremento del peso de las mancuernas utilizadas (cambio de lb por kg), que en otros estudios tuvo un impacto negativo<sup>18</sup>. Resultados similares se obtuvieron en la medición de fuerza en tren inferior, (CST), donde todos los participantes, mostraron mejores resultados que la población referenciada.
- Respecto a los resultados de agilidad (FT), las poblaciones española y estadounidense fueron semejantes, aunque existe una discreta mejoría en las mujeres españolas. Esta diferencia podría deberse a los mayores niveles de fuerza del tren inferior, ya que se ha observado en otros estudios que la fuerza está relacionada de forma directa con la agilidad<sup>19</sup>.
- Los niveles de flexibilidad (CRT y BST) de la muestra, mostraron valores muy por debajo de la población estadounidense, especialmente las mujeres (Tabla 2). Es llamativo que nuestra población haya obtenido peores resultados en flexibilidad a pesar de estar adscrita a un programa de CF, en el que se incluye una sesión de estiramientos al finalizar cada sesión.

- En cuanto a la resistencia (6MWT) aunque no se aprecia por el ajuste en la unidad de medida utilizada en la Figura 1 (cambio de metros a hectómetros), existieron importantes diferencias a favor de la población estadounidense. El perímetro de cintura está relacionado de forma inversa con la resistencia aeróbica<sup>20</sup>. El hallazgo de mayor IMC en nuestra población podría justificar un peor desempeño en la prueba de resistencia.
- Asimismo, se comparó el IMC de ambas poblaciones, al considerar que sigue siendo un método válido y sencillo, para relacionar el porcentaje de grasa corporal y el riesgo cardiovascular<sup>20</sup>. El 78,39% de nuestros sujetos mostraron sobrepeso u obesidad, especialmente las mujeres<sup>21</sup>. Sin embargo, nuestra población con edad > 85 años, presentó un menor IMC que la población < 85 años ( $p=0,007$ ), lo que sugiere que el incremento de IMC de nuestra población, tiende a desaparecer con el aumento de la edad<sup>22</sup>. Serían de gran utilidad nuevos estudios que valorasen el estado nutricional o incluso plantear la validez que tiene el IMC cuando se valoran personas de edades tan avanzadas.

En cuanto al objetivo secundario, comparamos el SFT de nuestra población distribuida por edad y sexo. Se observó una disminución significativa en las pruebas que miden la fuerza de tren superior (ACT  $p=0,01$ ) y la flexibilidad del tren inferior (CSR  $p=0,022$ ), en el grupo de >85 años (Tabla 3), quizás debido a la disminución de las capacidades físicas a medida que aumenta la edad<sup>5</sup>. En otros estudios<sup>12,21</sup> se ha utilizado un punto de corte a los 70-75 años de edad, donde se acentúa el declive funcional. Al tener nuestra muestra un rango de edad limitado<sup>80-95</sup>, es difícil encontrar otras diferencias significativas. Al comparar los resultados del SFT en relación al sexo, se observa que no existen diferencias significativas excepto en la prueba de resistencia (6MWT,  $p=0,006$ ) (Tabla 2). Serían necesarios nuevos estudios que justifiquen la similitud en los resultados de la población activa > 80 años al compararlos por sexo.

En cuanto a los puntos fuertes de este manuscrito, destacamos que no hemos encontrado estudios que analicen el SFT en una población similar a la nuestra, que los sujetos demostraron una buena tolerancia y disposición a la realización del SFT, no presentaron efecto secundario alguno y que estos resultados pueden resultar de utilidad en la mejora de los programas de CFM.

Como debilidad, reseñar que hubo un desequilibrio en la muestra entre el número de hombres y mujeres.

## Conclusiones

La valoración de la condición física en nuestra población, mediante su comparación con los valores normativos del SFT y consigo misma, nos conduce a las siguientes conclusiones:

- La muestra española parece ser más fuerte y ágil, pero menos flexible y resistente que la población de referencia.
- La diferencia en la capacidad funcional entre hombres y mujeres, tiende a desaparecer en la población mayor de 80 años.
- El IMC podría no ser un parámetro antropométrico fiable en la población de > 80 años.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

## Bibliografía

1. Instituto Nacional de estadística INE. Esperanza de Vida 2017. Disponible en: [http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es\\_ES&c=INESeccion\\_C&cid=1259926380048&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios/PYSLayout](http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259926380048&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios/PYSLayout).
2. Instituto Nacional de estadística INE. Esperanza de Vida al Nacimiento según Sexo 2018. Disponible en: <http://www.ine.es/jaxit3/Datos.htm?t=1414>.
3. Instituto Nacional de Estadística INE. Proyecciones de Población 2016–2066 2016. Disponible en: [www.ine.es/prensa/np994.pdf](http://www.ine.es/prensa/np994.pdf).
4. European Comisión. Horizon 2020. Societal Challenges 2018. Disponible en: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/health-demographic-change-and-wellbeing>.
5. Vaquero-Cristóbal R, González-Moro I, Ros E, Alacid F. Evolución de la fuerza, flexibilidad, equilibrio, resistencia y agilidad de mujeres activas en relación con la edad. *Eur J Hum Mov*. 2012;29:29-47.
6. Ip EH, Church T, Marshall SA, Zhang Q, Marsh AP, Guralnik J, et al. LIFE-P Study Investigators. Physical activity increases gains in and prevents loss of physical function: results from the lifestyle interventions and independence for elders pilot study. *J Gerontol. A Biol Sci Med Sci*. 2013;68:426-32.
7. Soengas N. Actividad física en el anciano frágil y/o vulnerable, sedentario o con inmovilidad. *Revista Geriátrica Clínica Web* 2016; 10(3):0061-0065. Disponible en: <http://www.geriatriaclinica.com.ar/contenido/art.php?recordID=NTg2> (Accedido 02/07/2018)
8. Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon P. Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2010;9:226-37.
9. Reid, K.F., Fielding RA. Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults. *Exerc. Sport Sci. Rev*. 2012;40(1):4-12.
10. Cruz-Ferreira A, Fernandes J, Laranjo L, Bernardo LM, Silva A. A systematic review of the effects of Pilates method of exercise in healthy people. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92:2071-81.
11. Todde F, Melis F, Mura R, Pau M, Fois F, Magnani S, et al. A 12-Week Vigorous Exercise Protocol in a Healthy Group of Persons over 65: Study of Physical Function by means of the Senior Fitness Test. *Biomed Res Int*. 2016;2016:7639842.
12. Milanovic Z, Jorgić B, Trajković N, Sporis Pantelić S, James N. Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clin Interv Aging*. 2013;8:549-56.
13. Sardinha L, Santos D, Marques E, Mota J. Criterion-referenced fitness standards for predicting physical independence into later life. *Exp Gerontol*. 2015;61:142-6.
14. Adamo DE, Talley SA, Goldberg A. Age and task differences in functional fitness in older women: comparisons with Senior Fitness Test normative and criterion-referenced data. *J Aging Phys Activ*. 2015;23(1):47-54.
15. Rikli R, Jones C. Development and Validation of Criterion-Referenced Clinically Relevant Fitness Standards for Maintaining Physical Independence in Later Years. *Gerontologist*. 2012;53(2):255-67.
16. Rikli R, Jones C. *Senior fitness test manual*. 2 nd ed. Fullerton. Editorial Human Kinetics; 2013. p. 18-21.
17. Rikli R, Jones C. Functional Fitness Normative Scores for Community-Residing Older Adults, Ages 60-94. *J Aging Phys Act*. 1999;7:162-181.
18. Langhammer B, Stanghelle JK. Functional fitness in elderly Norwegians measured with the Senior Fitness Test. *Adv Physiother Advances*. 2011;13:137-44.
19. Pisciotano MV, Pinto SS, Szejnfeld VL, Castro CH. The relationship between lean mass, muscle strength and physical ability in independent healthy elderly women from the community. *J Nutr Health Aging*. 2014;18(5):554-8
20. Correa Bautista JE, Gámez Martínez ER, Ibáñez Pinilla M, Rodríguez Daza KD. Aptitud física en mujeres adultas mayores vinculadas a un programa de envejecimiento activo. *Rev Univ Ind Santander Salud*. 2011;43(3):263-70.
21. Organización Mundial de la salud OMS. Datos sobre la obesidad 2018. Disponible en: [who.int/features/factfiles/obesity/facts/es/](http://who.int/features/factfiles/obesity/facts/es/).
22. Dey DK, Rothenberg E, Sundh V, Bosaeus I, Steen B. Height and body weight in the elderly. I. A 25-year longitudinal study of a population aged 70 to 95 years. *Eur J Clin Nutr*. 1999;53:905-14.

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

<sup>(1)</sup> Presencial    <sup>(2)</sup> Semipresencial

# Problemas gastrointestinales en deportes de resistencia en mujeres: revisión de literatura

Patricia E. Godoy Reyes, J. Giménez-Sánchez

Universidad de Barcelona.

**Recibido:** 11.01.2019  
**Aceptado:** 21.05.2019

## Resumen

Los problemas gastrointestinales en los deportes de resistencia y ultra-resistencia se encuentran entre los factores limitantes del rendimiento deportivo. Se han estudiado las posibles causantes de estas afecciones y se plantea una situación multifactorial. Es cada vez más habitual el número de personas que practican deportes de resistencia, y se estima que entre el 30 y 90 % de ellos presentan problemas GI de diversa gravedad. Esto implica una limitación del rendimiento y también condiciona la recuperación posterior al esfuerzo. Dado el aumento de población que practica este tipo de deportes de resistencia a largas distancias, y en concreto del género femenino, resulta de interés estudiar el alcance de estos problemas en mujeres. Se plantea la hipótesis de que la mujer sufre más problemas gastrointestinales que el hombre en deportes de resistencia. Esta revisión pretende conocer si existe mayor frecuencia de problemas gastrointestinales asociados a la práctica de deportes de resistencia en mujeres. Los resultados de la presente revisión parecen mostrar que las mujeres presentan síntomas gastrointestinales con más frecuencia que los hombres, aunque uno de los estudios obtiene el resultado contrario y otros no ven diferencias. Parece que la mayor incidencia se da en problemas gastrointestinales del tracto bajo (diarrea, flatulencia, urgencia para defecar...) más que en el tracto alto (reflujo, náuseas, vómitos...). Otros factores de riesgo asociados encontrados son edades más jóvenes y menor experiencia en carreras a pie. Aunque no existen estudios específicos para la evaluación de estas afecciones y su incidencia por sexos, se puede observar una clara tendencia en la mayor presencia de estas afecciones en mujeres, si bien es preciso realizar estudios con muestras más grande de ambos grupos y que tengan en cuenta las diferencias fundamentales de ambos. Se requieren investigaciones específicas para una mejor evaluación de las afecciones gastrointestinales en función del sexo.

## Palabras clave:

Resistencia física.  
Enfermedades gastrointestinales.  
Enfermedad intestinal inflamatoria.  
Estrés gastrointestinal.

## Gastrointestinal illnesses in endurance sports women: a review

### Summary

It has been found that gastro-intestinal disorders are limiting factors in both endurance and ultra-endurance sports performance. Studies on the likely causes of such health conditions show that several elements are involved. It is estimated that 30% to 90% of runners suffer from digestive conditions leading to the detriment of both performance and rehabilitation. Considering the increase in the number of long-distance runners with a focus on females, it is of particular interest to analyse the presence of a greater percentage of such health problems in women. Therefore, it raises the hypothesis that women are more affected by gastrointestinal conditions than men in endurance sports. The aim of this review is to appreciate if there is a higher percentage of gastrointestinal problems in endurance sportswomen compared to that in endurance sportsmen. Results suggest that the numbers are high in percentage terms for woman compared to men presenting gastrointestinal symptoms. Although a study suggests there is evidence on the contrary, others report that there are no differences between the sexes. Women suffer more from diarrhoea, flatulence, urge to defecate, etc (lower digestive tract) than vomiting, reflux, nausea etc (upper digestive tract). Other risk factors can be considered, namely younger age and a lack of experience in running. Even though there are no studies that analyse such cases, there is a marked tendency to affect women. However, it is of vital importance to carry out studies on greater populations with an emphasis on the sexes.

### Key words:

Physical endurance. Gastrointestinal diseases. Inflammatory bowel diseases. Gastrointestinal distress.

**Correspondencia:** Patricia Godoy Reyes  
E-mail: godoyreyesp@gmail.com

## Introducción

El informe anual publicado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte en 2017 recoge el aumento de la práctica semanal de toda clase de deportes. Concretamente, los deportes de resistencia tales como carreras a pie o ciclismo se practicaron, en 2015, con una proporción del 10,6% y del 10,3%, respectivamente, mientras que, en 2010, estos valores eran de 4,8% para carreras a pie y del 6,7% para ciclismo. Es notable que existe un aumento en el interés por la práctica deportiva y en concreto de ejercicios de resistencia situados en el 2do y 3er puesto del ranking<sup>1</sup>.

La encuesta de Hábitos Deportivos en España en 2015 (incluido en el informe de 2017) muestra que, aunque sigue siendo superior el número de hombres que practican deportes, las mujeres que practican deportes, en términos semanales, se sitúa en un 42,1%, destacado su aumento respecto a los datos recogidos en la última encuesta en 2010. Este informe también destaca que el aumento en mujeres también se hace notar más en el rango de edades más jóvenes.

Puig y Soler (2012) indican que desde que hay registros de los hábitos deportivos, siempre ha habido una mayor participación masculina que femenina, habiendo también diferencias significativas según el tipo de deportes. Fútbol, natación y ciclismo son los deportes más practicados por hombres, mientras que los deportes más practicados por las mujeres son natación recreativa o de mantenimiento en primer lugar, seguido de aeróbico, rítmica y danza y gimnasia de mantenimiento<sup>2</sup>.

En cuanto al deporte de alto rendimiento en España, la presencia masculina ha sido siempre del 100% en los juegos olímpicos de principios del siglo XX, siendo la primera aparición femenina en París en los juegos de 1924. No fue hasta los juegos de Roma en 1960 donde se incorporó la imagen femenina, que ha ido creciendo con los años, llegando incluso a ser superior en alguna ocasión (Barcelona 1992, 141 mujeres y 78 hombres en el equipo español).

Según el último informe anual de hábitos deportivo, el número de mujeres que practican deportes de resistencia tales como carreras a pie y ciclismo, han aumentado de 3,4 a 8% en carreras a pie y del 3,2 a 5,5% para ciclismo; datos de 2010 y 2015, respectivamente<sup>1</sup>.

La práctica de deporte de resistencia es aquella que precisa de un metabolismo aeróbico y que puede extenderse desde 60-90 minutos (10 km, media maratón, tiradas cortas de bicicleta de carretera o montaña, según nivel de entrenamiento) en adelante, hasta las denominadas carreras de ultra-resistencia, donde las distancias recorridas son superiores a las de una maratón (42,195 km) o en caso de ciclismo, por encima de los 160 km.

Desde el punto de vista metabólico, los deportes de resistencia y ultra-resistencia tienen un alto gasto energético y el uso de carbohidratos y/o lípidos durante el ejercicio y su regulación ha sido objeto de investigación durante décadas. A día de hoy, sabemos que la intensidad (% $VO_{2máx}$ ) y duración del ejercicio va a condicionar la fuente del sustrato energético, es decir, el uso de lípidos o de hidratos de carbono como fuente energética<sup>3,4</sup>.

A  $VO_{2máx}$  bajos, las grasas van a aportar la mayor proporción de energía, perdiendo protagonismo a medida que  $VO_{2máx}$  aumenta y también la duración del ejercicio, dando paso a la mayor oxidación de hidratos de carbono<sup>3,4</sup>. Así, se ha visto que el pico de máxima oxidación

de lípidos se da a intensidades medias del 45 % al 65 %  $VO_{2máx}$  en función del sexo, nivel de entrenamiento,  $VO_{2máx}$  y la alimentación<sup>4</sup>.

La mejora del nivel de entrenamiento va a provocar una mejora del uso de grasas como fuente energética en tanto que el entrenamiento provoca adaptaciones fisiológicas relacionadas con el incremento de enzimas oxidativas y del contenido de mitocondrias en las células musculares, una regulación de la captación de lípidos en las fibras musculares y del transporte de ácidos grasos (AG) a través de las membranas mitocondriales y una regulación de la hidrólisis de triacilglicéridos intramusculares<sup>3-5</sup>.

La práctica de ejercicio tiene un efecto positivo directo sobre la salud<sup>6,7</sup>, aunque puede presentar implicaciones menos saludables a nivel cardíaco, musculoesquelético o renal<sup>7,8</sup>.

A nivel digestivo, puede provocar aumento de la motilidad intestinal por aumento del peristaltismo, mejora de la microbiota intestinal o normalización de tránsito intestinal<sup>9,10</sup>. Sin embargo, a medida que aumentamos la intensidad del ejercicio, estas alteraciones, que *a priori* podrían suponer un beneficio para el deportista, pueden convertirse en un factor limitante, de manera que entre un 20 y 50 % de atletas, experimentan molestias gastrointestinales (GI)<sup>6,11</sup>.

A finales de la década de los 80, Rehrer estudió la relación entre problemas GI en corredores de larga duración y su estado de hidratación, concluyendo que no estaba tan relacionado con la elevada toma de líquidos durante la carrera como con el estado de hidratación del corredor<sup>12</sup>. Así mismo, parece ser que un estado de deshidratación elevado sumado a una disminución del flujo sanguíneo en el tracto intestinal inducido por el propio ejercicio puede estar relacionado directamente con una disfunción GI<sup>8,12</sup>.

También se ha estudiado el control de la ingesta de carbohidratos en la dieta y su relación con la aparición de problemas GI en atletas de resistencia, pudiendo ser una de las claves para manejar la aparición de molestias controlando la concentración y tipo de carbohidratos consumidos, así como otros componentes de la dieta como la fibra alimentaria<sup>13-16</sup>.

A intensidades elevadas, nuestro sistema GI puede verse comprometido a varios niveles. Se produce un aumento del tono simpático que puede desencadenar en un aumento del peristaltismo a niveles fuera de lo normal, una alteración de secreciones GI y por tanto un compromiso de las vías de absorción de nutrientes, un aumento en la permeabilidad de la mucosa intestinal que puede llevar a episodios de diarrea o por el contrario producirse estreñimiento que resulta acentuado si el estado de hidratación del individuo no es el adecuado<sup>17</sup>.

La etiología concreta de estas molestias no es del todo conocida<sup>11,18</sup>. Aun así, se sabe que es multifactorial y, por tanto, resulta interesante estudiar a cada individuo en particular para un mejor asesoramiento dietético y deportivo.

Oliveira, Burini y Jeukendrup (2014) estudiaron la etiología y prevalencia de los problemas GI durante la práctica de ejercicios de resistencia y vieron que según la metodología que se utilizara en la confección de éste y en función del tipo de prueba estudiada, podrían producirse problemas GI entre el 30 y el 90% de los participantes<sup>17</sup>.

En este estudio, se analizaron como posibles causas de los problemas GI la influencia directa del ejercicio sobre la función intestinal, posibles causas mecánicas o causas nutricionales.

Para estudiar los problemas GI, se diferencian problemas tipo reflujo, náuseas, vómitos, dolor de estómago, eructos e hinchazón abdominal como "síntomas GI altos" y calambres abdominales, dolor de costado (flato), flatulencias, sangrado intestinal, urgencia para defecar y diarrea como "síntomas GI bajos"<sup>19</sup>.

Debido a las variaciones morfológicas y hormonales que diferencian hombres de mujeres, el presente trabajo de revisión plantea como hipótesis que las mujeres deportistas de resistencia sufren con más frecuencia problemas GI relacionados directamente con la práctica deportiva.

El objetivo de esta revisión es conocer si las mujeres sufren con mayor frecuencia problemas GI en la práctica de deportes de resistencia.

## Metodología

Se realizó una búsqueda exhaustiva en la base de datos PubMed en el mes de mayo de 2018 y se tradujo la fórmula de búsqueda para Google Académico. Se añadieron también artículos utilizando la estrategia "bola de nieve".

La ecuación de búsqueda utilizada para el buscador PubMed fue la siguiente:

("Physical endurance" [mesh] OR "physical endurance" [tiab] OR "endurance" [tiab]) AND ("gastrointestinal diseases" [mesh] OR "gastrointestinal diseases" [tiab] OR "gastrointestinal disease" [tiab] OR "inflammatory bowel diseases" [tiab] OR "inflammatory bowel disease" [tiab] OR "gastrointestinal distress" [tiab]).

Se describieron los criterios de elegibilidad que se tuvieron en cuenta a la hora de discriminar estudios para la revisión. Se formuló una tabla utilizando el sistema PICOT (Tabla 1) para un mejor establecimiento de dichos criterios.

Los datos que se extrajeron de cada artículo finalmente seleccionados para la presente revisión (adaptado de MacMaster University<sup>20</sup>) fueron: número de participantes, autor/es y año de publicación, tipo de intervención realizada, con qué datos se comparan, qué resultados se miden en el estudio, qué diseño tuvo el mismo y cuáles fueron los principales resultados.

## Resultados

El producto de la ecuación de búsqueda en la base de datos PubMed y Google Académico fue un total de 227 artículos. Tras la criba y la inclusión de 2 artículos mediante la técnica "bola de nieve", forman parte de esta revisión un total de 9 artículos científicos.

En la Tabla 2, se exponen los datos extraídos de los artículos incluidos en la revisión.

## Discusión

No se han encontrado investigaciones específicas que tengan como objetivo estudiar la incidencia significativamente diferente de problemas GI entre hombres y mujeres; pero sí hay investigaciones que en el estudio de esta sintomatología han visto una diferencia en los resultados por géneros.

En la bibliografía encontramos resultados mixtos: las mujeres tienen más prevalencia que los hombres<sup>21-24,27</sup>, las mujeres tienen la misma prevalencia que los hombres<sup>26,28,29</sup> y las mujeres tienen menos prevalencia que los hombres<sup>25</sup>.

Entre aquellos que ven una prevalencia en mujeres, los primeros estudios se realizaron en corredores de maratón por Keeffe (1984) y Riddoch (1988)<sup>21,22</sup> y llevaron a cabo una metodología de estudio básica: aparecen sí o no molestias GI tras haber acabado una competición.

Keeffe<sup>21</sup> observó, a través de un cuestionario simple al acabar la carrera, la aparición o no de molestias GI durante y post carrera. Se recogieron 707 cuestionarios (85,2% hombres, 14,8% mujeres) que constaban de 3 partes (a) datos demográficos -edad, sexo, años de experiencia, km medios semanales de carrera-, (b) hábitos GI -media de evacuaciones diarias, frecuencia de rampas abdominales o diarreas- y (c) sintomatología asociada a correr durante carreras ligeras, carreras o entrenos duros o inmediatamente después de carreras fáciles o duras con las posibilidades de responder: nunca, raramente, ocasionalmente o frecuentemente. Se diferenció la frecuencia de aparición de sintomatología "alta" y "baja" en cada una de las categorías de carrera (fácil, dura o inmediatamente después). En el caso de sintomatología "alta", no se observó una diferencia significativamente superior en mujeres excepto para náuseas tanto en carreras ligeras como duras. No se aportan datos numéricos para esta circunstancia. Sin embargo, para sintomatología GI "baja", en las 3 categorías de carrera (ligera, dura e inmediatamente después) el porcentaje de respuestas positivas (suma de ocasionalmente y frecuentemente dividido por el total de respuestas) fue siempre mayor en mujeres que en hombres. Los valores resultantes se muestran en la Figura 1 (extraída de referencia 21).

También se observó que los rangos de edad <20 años presentaban mayores problemas GI "bajos" que rangos de edad de 20-40 años y >40 años, siendo significativamente superiores a este último rango de edad.

Riddoch<sup>22</sup> hizo entrega del cuestionario con la entrega de la inscripción de la carrera y los datos fueron recogidos las horas previas al comienzo de la misma. Se recogieron 471 cuestionarios (92% hombres, 8% mujeres) que constaban de 2 partes (a) información del perfil del corredor -edad, sexo, experiencia en carrera, km medios semanales de carrera, hábitos alimentarios y mejor marca personal- y (b) frecuencia

Tabla 1. Criterios de elegibilidad según el sistema PICOT.

Población	Intervención	Comparación	Resultados	Tipo de estudio
Mujeres	Deportes de resistencia Deportes de ultra-resistencia	Hombres	Problemas gastrointestinales	Estudios de prevalencia Ensayos clínicos aleatorizados



de una serie de sintomatologías durante carreras ligeras, duras y post carrera con las posibilidades de responder: nunca, raramente, ocasionalmente o frecuentemente. La aparición de sintomatología GI "alta" fue menos común que la aparición de sintomatología GI "baja" en las 3

categorías de carrera (ligera, dura y post carrera dura) y, excepto para la medición de la oscuridad de la orina, las mujeres tuvieron una frecuencia estadísticamente superior a los hombres. Los resultados se muestran en las Figuras 2 y 3 (extraídas de referencia 22).

**Tabla 2. Características de los artículos incluidos.**

Número de participantes	Autor/es (año)	Intervención	Comparación	Resultados medidos	Diseño del estudio	Resultados (en mujeres)
103 mujeres (707 total)	Keeffe, E.B.; Lowe, D.K.; Goss, J. R.; Wayne, R. (1984) <sup>21</sup>	13th Annual Trail's End Marathon in Seaside (1982)	Hombres	Síntomas GI "altos" y "bajos" durante carrera ligera y dura y post carrera	Estudio retrospectivo de prevalencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mujeres tienen síntomas GI "altos" no significativamente superiores a los hombres, excepto náuseas en carrera ligera y dura</li> <li>- Todos los síntomas GI "bajos" fueron más frecuentes en mujeres que hombres</li> <li>- &gt; síntomas GI "bajos" en &lt;20 años</li> </ul>
38 mujeres (471 total)	Riddoch, C.; Trinick, T. (1988) <sup>22</sup>	Cuestionario previo a la maratón de Belfast 1986	Hombres	Síntomas GI "altos" y "bajos" durante carrera ligera y dura y post carrera	Estudio retrospectivo de prevalencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 60% ≥1 síntoma GI "alto"</li> <li>- 87% ≥1 síntoma GI "bajo"</li> <li>- 74% impulso de defecar</li> <li>- 68% diarrea</li> <li>- &gt;% síntomas GI en mujeres que hombres, excepto orina oscura</li> <li>- &gt; síntomas GI "altos" en jóvenes</li> <li>- Solo 2 mujeres fueron asintomáticas</li> </ul>
74 mujeres corredoras larga distancia (164 total) + 89 mujeres ciclistas (169 total) + 63 mujeres triatletas (142 total)	Peters H.P.; Bos, M.; Seebregts, L.; Akkermans, L.M.; van Berge Henegouwen, G.P.; Bol, E.; Mosterd, W.L.; de Vries, W.R. (1999) <sup>23</sup>	Cuestionario sobre los últimos 12 meses en relación con síntomas GI. Corredoras y ciclistas, cuestionarios parecidos salvo detalles. Cuestionarios triatletas más amplios	Hombres	Síntomas GI "altos" y "bajos" durante y post entrenamiento y competición	Estudio retrospectivo de prevalencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corredoras larga distancia: no diferencias significativas en prevalencia de síntomas GI con hombres</li> <li>- Ciclistas: mayor experiencia de náuseas, eructos, hinchazón que hombres</li> <li>- Triatletas: flato y acidez durante entreno y más náuseas tras 2h de competición que hombres</li> <li>- No diferencia de síntomas GI en mujeres con/sin periodo menstrual</li> <li>- &gt;síntomas en ciclistas, edad media menor que el resto</li> </ul>
10 km, 123 (total 261) 21 km, 222 (total 766) 42 km, 25 (total 227)	ter Steege, R.W.F.; Van der Palen, J.; Kolkman, J.J. (2008) <sup>24</sup>	Evento Enschede Marathon 2006, carreras de 5, 10, 21 y 42 km Cuestionario on-line 48h después del evento: Datos demográficos + Presencia de síntomas GI durante carrera, alimentos/bebidas ingeridas, tiempo o razón de abandono, si procedía + Presencia de síntomas GI 24h post carrera	Hombres	Síntomas GI "altos" y "bajos" durante carrera	Estudio retrospectivo de prevalencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 km: 13% síntomas GI vs. 7% hombres</li> <li>- 21 km: 22% síntomas GI vs. 8% hombres</li> <li>- 42 km: 31% síntomas GI vs. 6% mujeres, 3 veces más riesgo de tener síntomas GI post carrera</li> <li>- factores independientes para tener síntomas GI serios durante carrera: mujer, &lt; edad, &lt; nivel de entrenamiento</li> </ul>
5 mujeres (15 total)	Stuempfle, K.J.; Hoffman, M.D.; Hew-Butler, T. (2013) <sup>25</sup>	Propuesta de dieta/hidratación durante Javelina Jundred 100 Mile Endurance Run donde se medían síntomas GI tras cada vuelta de 25km	Hombres	Síntomas GI "altos" y "bajos" durante la carrera de 161 km	Estudio transversal de prevalencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 mujer (20%) tuvo síntomas GI</li> <li>- 80% mujeres no presentó síntomas GI</li> <li>- 80% hombres presentaron síntomas GI</li> <li>- No diferencias significativas entre finishers y nonfinishers</li> </ul>

(continúa)

(continuación)

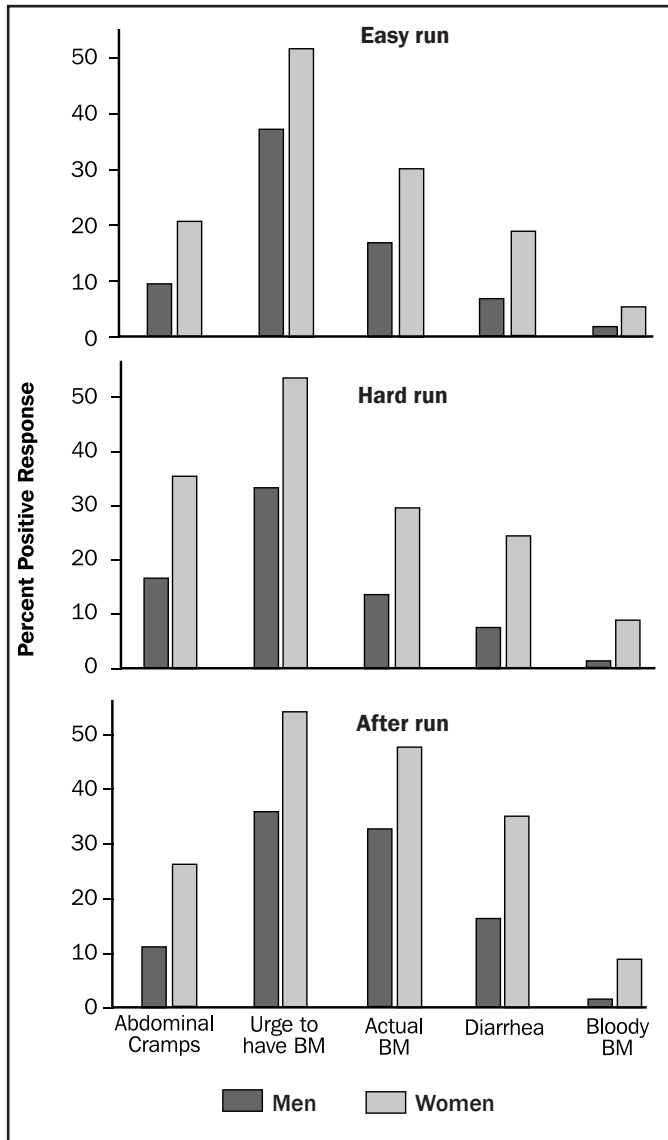
Número de participantes	Autor(es) (año)	Intervención	Comparación	Resultados medidos	Diseño del estudio	Resultados (en mujeres)
14 mujeres encuestadas (68 total)  8 mujeres en carrera de 60 km (41 total)	Wardenaar, F.C.; Dijkhuizen, R.; Ceelen, I.J.; Jonk, E.; de Vries, J.; Witkamp, R.; Mensink, P. (2015) <sup>26</sup>	Ultra-maratón de Texel, 60 o 120 km Encuesta de consumo habitual 2 meses antes de la carrera + Cuestionario consumo día después de la carrera y síntomas GI en corredores de 120 km + Observación continua <i>in situ</i> carrera de 120 km	Hombres	Síntomas GI "altos" y "bajos" durante la carrera de 60 km y 120 km Porcentaje de seguimiento de la dieta propuesta para el día de la carrera	Estudio de prevalencia combinado (transversal y retrospectivo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 7/8 mujeres reportaron síntomas GI (87% vs. 81% hombres)</li> <li>- Mujeres y hombres reportaron relativamente la misma cantidad de disconformidades</li> <li>- El consumo diario de CHO fue más bajo en mujeres</li> </ul>
8 mujeres (18 total)	Miall, A.; Khoo, A.; Rauch, C.; Snipe, R.M.J.; Camões-Costa, V.L.; Gibson, P.R.; Costa, R.J.S. (2017) <sup>27</sup>	Carrera en cinta al 60 % VO <sub>2</sub> con carga de CHO (90 g CHO hora-1) o placebo durante 120 min + carrera a máximo esfuerzo durante 60 min sin CHO + Entrenamiento 2 semanas + Carrera en cinta mismas condiciones	Hombres y placebo	Síntomas GI tolerancia a la comida durante esfuerzo consumo calórico estado hidratación	Ensayo clínico aleatorizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En prueba 1: todas las mujeres declararon algún síntoma GI</li> <li>- Tendencia a presentar &gt; síntomas GI e incomodidad intestinal en prueba 1</li> <li>- En prueba 2: las mujeres tuvieron menos mejora que los hombres</li> <li>- En grupo placebo no se vio mejora entre prueba 1 y 2</li> </ul>
75 mujeres (145 total)	Wilson, P.B. (2017) <sup>28</sup>	Entrenamiento y síntomas GI + al finalizar los 30 días, cuestionario retrospectivo de ese periodo + nuevo cuestionario retrospectivo del periodo de 30 días, una 24-36h después para establecer confianza de síntomas GI	Hombres	Síntomas GI durante entrenamiento	Estudio de prevalencia combinado (retrospectivo y prospectivo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al menos 1 síntoma GI en el 78,3% de las carreras (vs. 84% hombres diferencia no significativa)</li> <li>- 47,6% tuvo síntomas puntuados como ≥3 (vs. 43,1% hombres)</li> <li>- 27,3% tuvo síntomas puntuados como ≥5 (vs. 13,8% hombres)</li> </ul>
76 mujeres (150 total)	Wilson, P.B. (2018) <sup>29</sup>	diario de entrenamiento/síntomas GI durante 30 días + Cuestionario retrospectivo: datos demográficos, experiencia en entrenamientos, presencia de cualquier condición médica relacionada con el sistema GI, hábitos alimentarios, uso de medicamentos, cafeína, bebidas deportivas y datos relacionados con su nivel de estrés y ansiedad	Hombres	Síntomas GI relacionados con nivel de estrés y ansiedad	Estudio de prevalencia combinado (retrospectivo y prospectivo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se hallaron diferencias significativas en la incidencia de problemas GI entre hombres y mujeres</li> <li>- &lt; edad y &lt; experiencia: correlación negativa con problemas GI</li> </ul>

Un 17% del total de participante resultaron ser asintomáticos, respondieron que nunca o raramente han sufrido sintomatología GI. De aquellos que sí había sufrido sintomatología GI, un 73% pensaba que podía estar directamente relacionado con la actividad física y entre las estrategias utilizadas para evitar su aparición, las más comunes eran correr en ayunas o asegurarse de defecar antes de la carrera. Solo un

pequeño porcentaje de los afectados era consciente de esta afección y tomaban medidas para evitarlas (medicamentos o estrategias nutricionales como disminución de la toma de fibra alimentaria o grasas).

En cuanto a los rangos de edad, se observó que aquellos más jóvenes (<34 años) sufrían más frecuentemente de náuseas, rampas abdominales, pérdida de apetito, urgencia para defecar y diarrea.

**Figura 1.** Porcentaje de respuestas positivas para sintomatología GI "baja" en hombres y mujeres durante carrera ligera, dura e inmediatamente después. Sintomatología estudiada: rampas abdominales, urgencia para defecar, movimientos intestinales, diarrea y deposiciones con sangre.

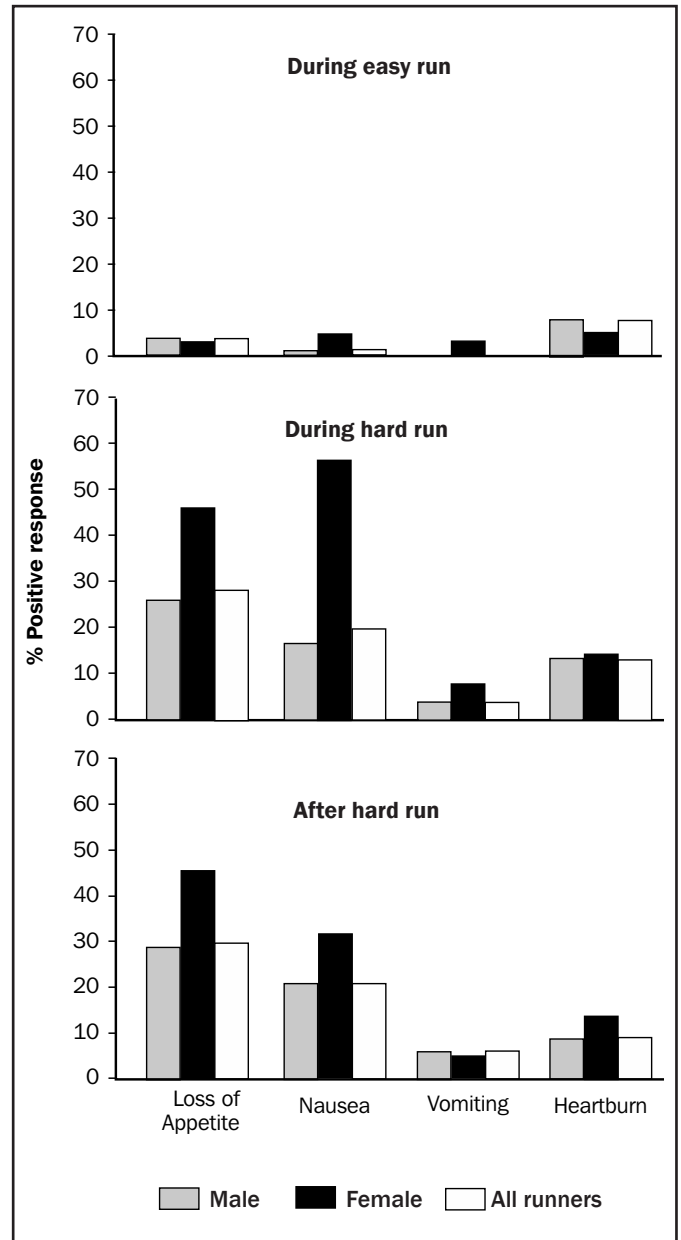


Se observa una clara tendencia, al igual que vio Keeffle (1984) de mayores problemas GI en mujeres y en jóvenes.

Estudios más recientes introducen otro tipo de variables<sup>23,24,27</sup>. Estas nuevas variables, empezando por las tenidas en cuenta por Peters, también contemplaban la aparición de sintomatologías "altas" y "bajas" en entrenamiento (diferenciándolo así de la propia competición), post competición y entreno y en periodos de descanso.

En el estudio de Peters (1999) se enviaron cuestionarios a corredores de larga distancia, ciclistas y triatletas para evaluar la aparición de sintomatología GI. Se hicieron preguntas acerca del entrenamiento, medicación, sintomatología GI y alimentación durante los últimos 12

**Figura 2.** Porcentaje de respuestas positivas para sintomatología GI "alta" en hombres y mujeres durante carrera ligera, dura y post carrera dura. Sintomatología estudiada: pérdida de apetito, náuseas, vómitos y ardor estomacal.

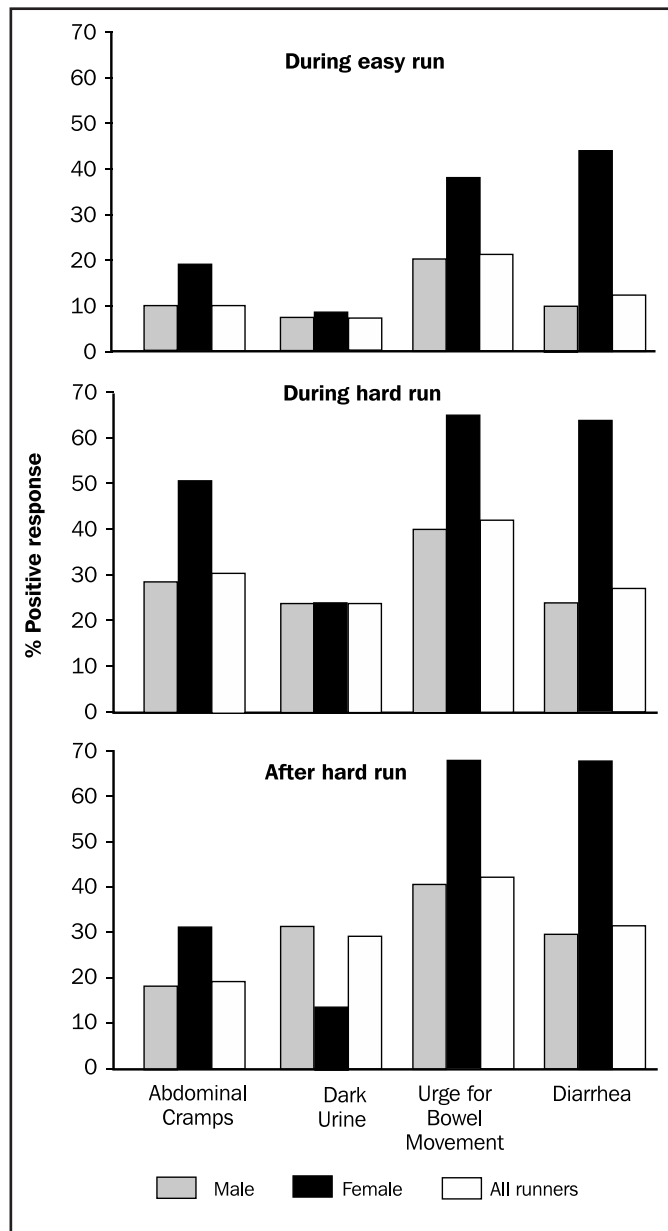


meses. La aparición de sintomatología GI fue estudiada durante periodos de descanso, entrenamiento y competición y las 2 horas posteriores al entrenamiento y competición.

La participación por sexos y modalidad deportiva fue: 1: 45% mujeres y 55% hombres de corredores de larga distancia, 2: 53% mujeres y 47% hombres de ciclistas y 3: 44% mujeres y 56% hombres de triatletas.

Se observó mayor sintomatología "baja" que "alta" tanto en descanso como en entrenamiento, competición y 2h post entrenamiento y competición, a excepción de mujeres ciclistas durante competición y

**Figura 3. Porcentaje de respuestas positivas para sintomatología GI "baja" en hombres y mujeres durante carrera ligera, dura y post carrera dura. Sintomatología estudiada: rampas abdominales, orina oscura, urgencia para defecar y diarrea.**



hombres ciclistas 2h post competición. En la modalidad de corredores de larga distancia, las mujeres sufrían más sintomatología GI "alta" y "baja" que hombres durante competición y 2h post entrenamiento, mientras que hombres presentaban mayores problemas durante entrenamientos.

Concluyen que, de manera general, las mujeres ciclistas sufren más este tipo de complicaciones que los hombres<sup>23</sup>, y que aunque hubieron mujeres que declararon no haber tenido el periodo en los últimos 12 meses, no se vio diferencia en la prevalencia de sintomatología GI con aquellas que sí tenían el periodo.

En el caso de triatletas, no se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres. De manera general, la aparición de sintomatología "alta" y "baja", es menos frecuente comparado con los corredores de larga distancia y ciclistas y la mayoría de las molestias son "bajas" presentadas durante la carrera a pie. La prevalencia de sintomatología "alta" y "baja" se muestran en la Tabla 3 (adaptado de referencia 23).

Ter Steege (2008) tiene en cuenta, además, la nutrición pericompetición/entrenamiento y estado nutricional general del individuo, pero no encontró una correlación positiva. Se observó una peor sintomatología entre aquellos que no estaban acostumbrados a comer/beber durante una carrera frente aquellos que sí<sup>24</sup>.

Ter Steege (2008) va a ser el primero en plantear la posible relación entre una mayor predominancia de isquemia intestinal en mujeres por razones no del todo comprendidas<sup>24</sup> y la predominancia de problemas GI asociados a este tipo de deportes. Así también, alude a una posible similitud con la mayor incidencia de síndrome de colon irritable en mujeres debido a la relación entre género, menstruación y diferencias hormonales con la función motora y sensorial intestinal<sup>24</sup>. Ouyang (2006) anteriormente relacionó los estrógenos y hormonas gonadales con cambios en la motilidad intestinal y la función del sistema nervioso autónomo y del músculo liso gástrico<sup>30</sup>, pudiendo ser ésta la causante de estas mayor incidencia.

Este estudio de ter Steege (2008) consistió en un cuestionario online para los participantes de la "Enschede Marathon", carreras de 5, 10, 21 y 42 km. Se centró en la percepción de sintomatología GI durante y post-carrera. Constaba de 3 partes (a) datos demográficos de edad, sexo y nivel de entrenamiento, (b) preguntas sobre el día de la competición, donde se incluía el tiempo realizado y si habían abandonado, la causa de ello, lo que se había comido y bebido durante (tipo y cantidad) la carrera y la presencia de sintomatología GI y (c) tras 24 horas de la carrera, la presencia de sintomatología GI.

La presencia de quejas GI durante la carrera se hizo presente para el 45,2 % de los corredores, siendo la sensación de flato la significativamente más común en corredores de 10 km frente a los de 42 km, y más en mujeres que en hombres (8,2% vs 1,8%). En todas las categorías de carreras existentes, la incidencia de problemas GI fue mayor en mujeres que en hombres. También se vio mayor incidencia en menores de 25 años que en el resto de rangos de edad (25-45 años y mayores de 45 años)<sup>24</sup>.

Miall et al. (2017) también encontraron que las mujeres tenían más prevalencia de presentar problemas GI que los hombres<sup>27</sup>. Este estudio pone a prueba el conocido "gut training" o entrenamiento del intestino para la mejora de los problemas GI y tolerancia de hidratos de carbono durante la carrera a pie.

El estudio consistió en 3 fases:

- Primera prueba intestinal ("gut challenge trial 1"): 120 minutos de ejercicio al 60%  $VO_{2max}$  e ingestión 30 g hidratos de carbono cada 20 minutos + 60 minutos de esfuerzo máximo sin ingestión de carbohidratos e hidratación *ad libitum*.
- 2 semanas de "gut training": el grupo control corre 5 días seguidos (2 días de descanso entre semana 1 y semana 2) durante 60 minutos al 60%  $VO_{2max}$  sin ingestión de carbohidratos, el grupo intervenido corre durante 5 días seguidos (2 días de descanso entre semana 1 y semana 2) durante 60 minutos al 60%  $VO_{2max}$ , consumiendo 30g de carbohidratos cada 20 minutos.

**Tabla 3. Prevalencia (en %) de sintomatología GI "alta" y "baja" por sexos en diferentes periodos. \* Diferencia significativa entre hombres y mujeres.**

		Corredores larga distancia		Ciclistas		Triatletas (fase ciclo)		Triatletas (fase carrera)	
		Sint. "alta"	Sint. "baja"	Sint. "alta"	Sint. "baja"	Sint. "alta"	Sint. "baja"	Sint. "alta"	Sint. "baja"
Descanso	Hombres	46	66	66	73	60		84	
	Mujeres	46	75	67	84	46		78	
Durante entrenamiento	Hombres	44	84	46	<b>64*</b>	44	62	49	95
	Mujeres	46	88	79	78	48	56	59	94
2h post entrenamiento	Hombres	23	<b>46*</b>	33	<b>51*</b>	19	42	29	63
	Mujeres	51	74	51	60	24	35	35	62
Durante competición	Hombres	31	<b>69*</b>	53	<b>60*</b>	52	47	51	76
	Mujeres	46	74	80	69	52	43	59	83
2h post competición	Hombres	29	<b>42*</b>	45	<b>39*</b>	39		60	
	Mujeres	58	65	64	54	35		48	

– Segunda prueba intestinal ("gut challenge trial 2"): repetición de la prueba 1. 120 minutos de ejercicio al 60%  $VO_{2máx}$  e ingestión 30g hidratos de carbono cada 20 minutos + 60 minutos de esfuerzo máximo sin ingestión de carbohidratos e hidratación *ad libitum*.

El hecho de que podamos entrenar el intestino y adaptarlo a diferentes situaciones, hace posible que se convierta en un objetivo clave para la mejora del transporte de nutrientes durante el ejercicio y el alivio de molestias intestinales<sup>31</sup>.

Mach (2016) relaciona directamente el estado de salud y el rendimiento deportivo con el estado de la microbiota intestinal<sup>7</sup>. Aunque no está claro el papel de la microbiota en el rendimiento deportivo individual, existe evidencia suficiente para afirmar que el ejercicio en sí induce cambios en la microbiota<sup>7</sup>.

Así, el "gut training" consiste en (a) entrenos con grandes volúmenes de fluidos en el estómago, (b) entrenos rápidamente después de una comida, (c) entrenos con una alta ingestión de carbohidratos durante el transcurso del mismo, (d) simulaciones de carreras siguiendo un plan de nutricional de competición y (e) un incremento en el consumo total de carbohidratos en la dieta<sup>31</sup>. Todo ello producirá unos efectos fisiológicos que se pueden traducir en una reducción de los síntomas GI y así una mejora del rendimiento deportivo.

Lo que se busca con el "gut training" es mejorar la tolerancia a mayores volúmenes de fluidos durante el ejercicio y el consiguiente vaciado gástrico, así como la tolerancia a mayores cantidades de hidratos de carbono y su mejor asimilación por las diferentes vías según el tipo de azúcar de que se trate<sup>31</sup>.

Encontraron una tendencia en mujeres de reportar más problemas GI en el total de participantes, sobre todo referentes a sintomatología "alta" en la prueba intestinal 1. Se observó una mejora en todas las fases de la prueba intestinal 2 del grupo intervenido, sin embargo, no se vieron mejoras en el grupo control. También se observó una mayor mejora de la sintomatología en hombres más que en mujeres.

Miall (2017) incluyó en las características de base de los participantes la historia de episodios GI recurrentes durante entrenamientos/

competiciones y se vio que las mujeres ya partían de una frecuencia mayor que hombres, lo que predisponía a ellas a un mayor porcentaje de problemas que a ellos<sup>27</sup>, al igual que ocurría en el estudio transversal de "Marikenloop study"<sup>32</sup>. Diduch ya mencionó que la práctica deportiva puede ser un atenuante en las afecciones GI pero que el ejercicio extenuante puede incluso agravar la situación<sup>10</sup>.

La edad también se tomó como una variable agravante, ya que aparecían mayores problemas GI en rangos de edad más jóvenes que en aquellos rangos de edad mayores<sup>21-24,29</sup>. Esta tendencia fue vista por Keefe (1984), Riddoch (1988), Peters (1999), ter Steege (2008) y Wilson (2017).

La edad media de los estudios que concluyen que las mujeres tienen más problemas GI que los hombres es de unos 33 años.

Los estudios que no vieron diferencias significativas entre hombres y mujeres tienen diseños similares. Constaban de un diario prospectivo de entrenamiento/síntomas GI durante 30 o 60 días y una encuesta posterior (retrospectiva) sobre ese periodo registrado<sup>26,28,29</sup>.

El único estudio que registra la nutrición en mujeres en ultra-resistencia se realizó en 2015<sup>33</sup>, dado que solo se registraba un caso-estudio hasta el momento<sup>34</sup>. También es el único que en su diseño se tuvieron en cuenta estos aspectos nutricionales, ya que uno de sus objetivos era estudiar el porcentaje de cumplimiento de las recomendaciones nutricionales para deportistas de ultra-resistencia.

En esta ocasión, Wilson (2017) relacionó otros aspectos cotidianos como son el nivel de estrés y ansiedad con la mayor o menor prevalencia de padecer problemas GI asociados al ejercicio. Aunque no vio diferencias entre hombres y mujeres, de manera general sí que asoció unos niveles mayores de estrés y ansiedad con la mayor aparición de complicaciones<sup>29</sup>.

También observó que la edad y los años de experiencia en carreras a pie se relacionaban negativamente con la aparición de problemas GI. Aunque las correlaciones encontradas no pueden explicar una causa-efecto de las asociaciones, sí que suponen datos significativos en el análisis de las correlaciones.

La edad media de los estudios que concluyen que las mujeres tienen las mismas probabilidades de padecer problemas GI que los hombres es de unos 44 años.

En 2015, Wardenaar estudió corredores de ultra maratón para saber si se cumplían las recomendaciones nutricionales propias de esta modalidad deportiva<sup>26</sup>. El estudio consistió en 3 fases, (a) un cuestionario sobre los hábitos dietéticos 2 meses antes de la carrera, (b) un cuestionario sobre la dieta llevada a cabo durante la carrera de 60 km y la aparición de sintomatología GI antes y durante la competición y (c) observación continua durante la carrera de 120 km (donde no hubo participación femenina).

De manera general, las recomendaciones nutricionales para deportes de ultra resistencia no se cumplen. Las mujeres estudiadas, no llegaban a las recomendaciones de proteínas establecidas por la literatura. Hombres y mujeres ingerían menos carbohidratos de los recomendados por la literatura. La hidratación durante la carrera tampoco cubre las recomendaciones establecidas, tanto hombres como mujeres ingerían un % menor a las recomendaciones<sup>26</sup>.

Durante la carrera, el 82,9% de corredores reportaron molestias GI (puntuadas de 0 a 9), sin diferencias significativas entre hombres (81,8%) y mujeres (87,5%). Wardenaar destaca en sus conclusiones que todas las respuestas obtenidas >0 se consideraron como positivas (presencia de molestias GI), independientemente de que fuese una molestia moderada o más severa, se cuestiona si la severidad de esta sintomatología GI puede influenciar en el rendimiento deportivo<sup>26</sup>.

Otro estudio de Wilson también en 2017 estudió la validez y confianza del uso de cuestionarios retrospectivos en el estudio de la frecuencia de estrés GI crónico en corredores. Combinó el uso de un cuestionario prospectivo a través de un diario de 30 días donde se recogieron datos sobre el entrenamiento y la aparición de sintomatología GI y un cuestionario retrospectivo que se realizó a los 30 días de haber realizado el diario (estudio de la validez de los datos obtenidos) y se reenvió a las 24-36 h después (estudio de la confianza de los datos obtenidos) para ser completado en los siguientes 7 días.

Los cuestionarios consistían en una escala de 0 a 10 para la aparición de síntomas GI definidos "altos" y "bajos".

Tanto hombres como mujeres experimentaron al menos un síntoma GI en sus entrenamientos, pero las diferencias por sexo no son significativamente diferentes (84% hombres, 78% mujeres)<sup>28</sup>. En la comparación del uso de cuestionarios retrospectivos con el uso de memorias diarias, estos parecen ofrecer una información válida y fiable para la cuantificación de sintomatología GI por encima de los 30 días.

En contraposición, estudio de Stuempfle (2013) dio como resultado que las mujeres tenían menor probabilidad de tener sintomatología GI relacionada con el ejercicio<sup>25</sup>.

El estudio se llevó a cabo en el marco de la carrera de ultra resistencia *Javelina Jundred 100 Mile Endurance Run*, una carrera con un total de 161 km divididas en 6,5 vueltas de unos 25 km.

Se envió un cuestionario a los participantes 1 semana antes de la carrera con una dieta propuesta para consumir durante la carrera. La nutrición antes de la carrera no fue tenida en cuenta. Después de cada vuelta, se les midió la masa corporal y se les preguntó por el consumo de comida, fluido y cápsulas de electrolitos, la presencia de sintomatología GI (por separado) y se recogieron todos los envoltorios de los alimentos consumidos. Una semana después de la carrera, se les enviaron todos

los datos recogidos durante la carrera y se les pidió añadir cualquier comida, fluido o cápsula de electrolitos que hubieran podido olvidar de comentar durante la carrera.

Los hombres resultaron experimentar más problemas GI que mujeres (80% vs 20%). Todos los participantes, tenían similar edad, experiencia en carreras a pie, distancia completada y ritmo de carrera. No hubieron cambios significativos en la masa corporal entre aquellos participantes que no padecieron sintomatología GI, mientras que sí fue significativo en aquellos que sí declararon tener problemas GI<sup>25</sup>.

Stuempfle (2013) no encontró diferencias en la incidencia de problemas GI entre hombres y mujeres, sin embargo, destaca que la participación de mujeres en el estudio es baja, lo que puede dificultar en la determinación de diferencias en la incidencia. También nombra las diferencias hormonales, la nutrición durante la carrera y la diferencia del ritmo durante la carrera como factores que pueden contribuir a esta diferencia<sup>25</sup>.

Dado que la dieta seguida el día de la competición no corresponde con la dieta habitual de los individuos, un mejor manejo de las estrategias nutricionales puede haber influido en una menor incidencia en mujeres.

Resultaría interesante contar con un grupo control que no fuera intervenido en este aspecto, teniendo en cuenta que la mayoría de los competidores pueden ser amateurs y que la nutrición durante la misma puede no ser medida con detalle, sobre todo si tenemos en cuenta que uno de los motivos que indican Oliveira, Burini y Jeukendrup como factores que predisponen a una afección GI durante el ejercicio prolongado es precisamente una nutrición no apropiada<sup>17</sup>.

## Limitaciones de los estudios y de la investigación

La mayoría de los estudios encontrados se centran en la carrera a pie como deporte relacionado con problemas GI, aunque otros como el ciclismo o la natación también pueden provocar este tipo de complicaciones, aunque con menor probabilidad<sup>6</sup>.

Una de las mayores limitaciones de estos estudios es su diseño observacional, a excepción de un único estudio aleatorizado controlado. Otro de los grandes problemas que podemos encontrar es la subjetividad de los participantes a la hora de definir una sintomatología GI, en el uso de escalas de valor y percepción de esfuerzo.

Los propios autores mencionan la limitación del uso de encuestas, posiblemente más atractivas para público familiarizado con estos episodios y por su carácter retrospectivo.

El diseño retrospectivo de las investigaciones puede suponer una falta de fiabilidad y, aunque Wilson haya confirmado la validez y fiabilidad del uso de cuestionarios en periodos de 30 días<sup>28</sup>, algunos de los estudios revisados incluyen recordatorios de 12 meses.

Para la presente revisión solo se investigaron dos bases de datos y 13 artículos seleccionados tras la primera criba no pudieron ser consultados. Tampoco se han utilizado herramientas de lectura crítica para determinar la calidad de los estudios revisados ni se ha realizado una criba a doble ciego.

## Conclusión

La bibliografía actual no estudia de manera específica la diferencia en la incidencia de problemas gastrointestinales relacionados con deportes de resistencia en función del sexo, pero se han visto diferen-

cias entre hombres y mujeres en el estudio de este tipo de afecciones relacionados con el deporte.

Las diferencias a nivel hormonal, las estrategias nutricionales, la edad y la experiencia en carreras parecen ser factores importantes a la hora de predisponer al sexo femenino a mayor estrés digestivo y por tanto a presentar mayores patologías gastrointestinales relacionadas con el deporte. Se ve una mayor afección de la parte digestiva baja en mujeres que afecta en forma de calambres abdominales, dolor de costado (flato), flatulencias, sangrado intestinal, urgencia para defecar y diarrea.

Como se ha dicho, la edad parece jugar un papel protector frente al desarrollo de patologías, y aquellos estudios que no vieron diferencias significativas entre hombres y mujeres, presentaban una edad media mayor a los que sí vieron diferencias. Esta diferencia de edad en los grupos estudiados, puede haber puesto en evidencia este papel protector, presentando así menos problemas digestivos relacionados al ejercicio.

Con todo ello, las principales aportaciones de la presente revisión de cara a investigaciones futuras se concretan en los siguientes puntos:

- Resulta imprescindible la confección de estudios específicos con el objetivo de diferenciar género femenino y masculino en la prevalencia de problemas GI.
- Se deben tener en cuenta las posibles razones que actualmente se barajan como causas de la aparición de estas afecciones en todos los grupos de investigación.
- Resulta conveniente el diseño de una metodología que no se limite a estudios observacionales, si no estudios de mayor envergadura donde además de observar la línea base de los participantes, se puedan realizar diferentes intervenciones, contando con grupos control, y teniendo en cuenta factores como diferencias (y estado) hormonal, nutrición, hidratación, etc.
- Aplicar estos estudios a varios deportes de resistencia y no solo en corredores para ver las diferencias (nutrición, hidratación, nivel de impacto, duración...).

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

## Bibliografía

1. Anuario de Estadísticas Deportivas 2017. Disponible en: [https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/deporte/anuario-deporte/AED-2017/Anuario\\_de\\_Estadisticas\\_Deportivas\\_2017.pdf](https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/deporte/anuario-deporte/AED-2017/Anuario_de_Estadisticas_Deportivas_2017.pdf)
2. Puig Barata N, Soler Prat S. Mujer y deporte en España: estado de la cuestión y propuesta interpretativa [Internet]. *Apunts*. 2012 [citado 21 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.revista-apunts.com/es/hemeroteca?article=277>
3. Jeukendrup AE. Regulation of fat metabolism in skeletal muscle. *Ann N Y Acad Sci*. 2002;967:217-35.
4. Achten J, Jeukendrup AE. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition*. 2004;20(7-8):716-27.
5. Jeukendrup AE, Saris WH, Wagenmakers AJ. Fat metabolism during exercise: a review—part II: regulation of metabolism and the effects of training. *Int J Sports Med*. 1998;19(5):293-302.
6. de Oliveira EP, Burini RC. The impact of physical exercise on the gastrointestinal tract. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2009;12(5):533-8.
7. Mach N, Fuster-Botella D. Endurance exercise and gut microbiota: A review. *J Sport Health Sci*. 2017;6(2):179-97.
8. Sanchez LD, Corwell B, Berkoff D. Medical problems of marathon runners. *Am J Emerg Med*. 2006;24(5):608-15.
9. Barbany JR. Función digestiva en el ejercicio. Máster en la actividad física y el deporte. Universidad de Barcelona; 2018.
10. Diduch BK. Gastrointestinal Conditions in the Female Athlete. *Clin Sports Med*. 2017;36(4):655-69.
11. Halvorsen FA, Ritland S. Gastrointestinal problems related to endurance event training. *Sports Med*. 1992;14(3):157-63.
12. Rehrer NJ, Janssen GM, Brouns F, Saris WH. Fluid intake and gastrointestinal problems in runners competing in a 25-km race and a marathon. *Int J Sports Med*. 1989;10 Suppl 1:S22-25.
13. Lindeman AK. Nutrient intake of an ultraendurance cyclist. *Int J Sport Nutr*. 1991;1(1):79-85.
14. Jeukendrup AE. Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition*. 2004;20(7-8):669-77.
15. Pfeiffer B, Cotterill A, Grathwohl D, Stellingwerff T, Jeukendrup AE. The effect of carbohydrate gels on gastrointestinal tolerance during a 16-km run. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2009;19(5):485-503.
16. Pfeiffer B, Stellingwerff T, Hodgson AB, Randell R, Pöttgen K, Res P, et al. Nutritional intake and gastrointestinal problems during competitive endurance events. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(2):344-51.
17. de Oliveira EP, Burini RC, Jeukendrup A. Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. *Sports Med*. 2014;44 Suppl 1:S79-85.
18. Koon G, Atay O, Lapsia S. Gastrointestinal considerations related to youth sports and the young athlete. *Transl Pediatr*. 2017;6(3):129-36.
19. de Oliveira EP. Runner's diarrhea: what is it, what causes it, and how can it be prevented? *Curr Opin Gastroenterol*. 2017;33(1):41-6.
20. Dobbins M. Steps for conducting a rapid review. 2017.
21. Keeffe EB, Lowe DK, Goss JR, Wayne R. Gastrointestinal symptoms of marathon runners. *West J Med*. 1984;141(4):481-4.
22. Riddoch C, Trinick T. Gastrointestinal disturbances in marathon runners. *Br J Sports Med*. 1988;22(2):71-4.
23. Peters HP, Bos M, Seebregts L, Akkermans LM, van Berge Henegouwen GP, Bol E, et al. Gastrointestinal symptoms in long-distance runners, cyclists, and triathletes: prevalence, medication, and etiology. *Am J Gastroenterol*. 1999;94(6):1570-81.
24. ter Steege RWF, Van der Palen J, Kolkman JJ. Prevalence of gastrointestinal complaints in runners competing in a long-distance run: an internet-based observational study in 1281 subjects. *Scand J Gastroenterol*. 2008;43(12):1477-82.
25. Stuempfle KJ, Hoffman MD, Hew-Butler T. Association of gastrointestinal distress in ultramarathoners with race diet. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2013;23(2):103-9.
26. Wardenaar FC, Dijkhuizen R, Ceelen IJM, Jonk E, de Vries JHM, Witkamp RF, et al. Nutrient Intake by Ultramarathon Runners: Can They Meet Recommendations? *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2015;25(4):375-86.
27. Miall A, Khoo A, Rauch C, Snipe RMJ, Camões-Costa VL, Gibson PR, et al. Two weeks of repetitive gut-challenge reduce exercise-associated gastrointestinal symptoms and malabsorption. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28(2):630-40.
28. Wilson PB. Frequency of Chronic Gastrointestinal Distress in Runners: Validity and Reliability of a Retrospective Questionnaire. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2017;27(4):370-6.
29. Wilson PB. Perceived life stress and anxiety correlate with chronic gastrointestinal symptoms in runners. *J Sports Sci*. 2018;36(15):1713-9.
30. Ouyang A, Wrzost HF. Contribution of gender to pathophysiology and clinical presentation of IBS: should management be different in women? *Am J Gastroenterol*. 2006;101(12 Suppl):S602-609.
31. Jeukendrup AE. Training the Gut for Athletes. *Sports Med*. 2017;47(Suppl 1):101-10.
32. ten Haaf DSM, van der Worp MP, Groenewoud HMM, Leij-Halfwerk S, Nijhuis-van der Sanden MWG, Verbeek ALM, et al. Nutritional indicators for gastrointestinal symptoms in female runners: the «Marikenloop study». *BMJ Open*. 2014;4(8):e005780.
33. Stuempfle KJ, Hoffman MD. Gastrointestinal distress is common during a 161-km ultramarathon. *J Sports Sci*. 2015;33(17):1814-21.
34. Ho GWK. Lower gastrointestinal distress in endurance athletes. *Curr Sports Med Rep*. 2009;8(2):85-91.

# Rabdomiolisis inducida por esfuerzo

Pedro Manonelles Marqueta<sup>1</sup>, Carlos De Teresa Galván<sup>2</sup>, Luis Franco Bonafonte<sup>3</sup>, José Fernando Jiménez Díaz<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Cátedra Internacional de Medicina del Deporte de la UCAM. Murcia. <sup>2</sup>Jefe de la Unidad de Medicina Funcional. Hospital Quironsalud. Málaga. <sup>3</sup>Hospital Universitario Sant Joan de Reus. Facultad de Medicina. Universidad Rovira i Virgili. Tarragona. <sup>4</sup>Facultad de Ciencias del Deporte (Universidad de Castilla la Mancha). Cátedra Internacional Ecografía MSK de la UCAM.

**Recibido:** 20.06.2019

**Aceptado:** 02.07.2019

## Resumen

La rabdomiolisis es un síndrome clínico caracterizado por la destrucción de tejido muscular estriado y el vertido del contenido intracelular del mismo que cursa con dolor muscular por miositis, pérdida de fuerza y edema muscular. Se caracteriza por la elevación muy importante de creatinquinasa, mioglobina, lactato deshidrogenada y puede provocar importantes complicaciones, fundamentalmente renales. En función de las cifras de CK, siempre superiores a 5000 UI/l, que se encuentran en el inicio del cuadro la rabdomiolisis se clasifica en ligera y severa.

De entre las diversas causas etiológicas que la pueden provocar, desde el punto de vista del deporte, interesa la rabdomiolisis inducida por esfuerzo.

Este trabajo revisa la etiología del cuadro, prestando especial atención al ejercicio como desencadenante o coadyuvante del síndrome y a las características del tipo de ejercicio (condición física y experiencia del deportista, intensidad y duración del ejercicio físico, tipo de ejercicio, condiciones ambientales, etc.) que pueden provocarla.

Aunque las causas de la rabdomiolisis son muy variadas y diferentes, la vía patogénica final que conduce a la destrucción muscular es común a todas y tiene que ver con la alteración en la regulación de los electrolitos intracelulares y especialmente con los niveles de calcio citoplasmático.

Además del diagnóstico analítico, actualmente, la ecografía permite un diagnóstico rápido y la observación de la evolución del cuadro. La rabdomiolisis muestra patrones de afectación muscular que se describen en el trabajo.

Se describen las estrategias de prevención basadas en la realización de un ejercicio físico adecuado (tipo, intensidad y duración del ejercicio), medidas relacionadas con la nutrición y alimentación, medidas relacionadas con los factores ambientales y medidas educativas.

Por último, se presenta el tratamiento inmediato del cuadro, con hospitalización necesaria en algunos casos, y las recomendaciones sobre re-incorporación al entrenamiento y a la competición deportiva.

## Palabras clave:

Rabdomiolisis. Esfuerzo. Ejercicio. Músculo. Lesión muscular. Ecografía. Prevención. Tratamiento.

## Exertional Rhabdomyolysis

### Summary

Exertional rhabdomyolysis is a clinical syndrome characterized by the destruction of striated muscular tissue and the dumping of the intracellular content of the muscle that presents with muscle pain due to myositis, loss of strength and muscular edema. It is characterized by the high elevation of creatine kinase, myoglobin, dehydrogenated lactate and it can cause important complications, especially renal complications. According to the CK figures, always higher than 5000 IU / l, which are at the beginning of the table, rhabdomyolysis is classified as light and severe.

From the point of view of sport, among the various etiological causes that can cause it, it is interesting to focus on stress-induced rhabdomyolysis.

This work reviews the etiology of the clinical picture, paying special attention to exercise as a trigger of the syndrome and the characteristics of the type of exercise (physical condition and experience of the athlete, intensity and duration of physical exercise, type of exercise, environmental conditions, etc.) that can cause it.

Although the causes of rhabdomyolysis are very varied and different, the final pathogenic pathway leading to muscle destruction is common to all and has to do with the alteration in the regulation of intracellular electrolytes and especially with cytoplasmic calcium levels.

Currently, in addition to the analytical diagnosis, ultrasound allows a rapid diagnosis and the observation of the evolution of the picture. Rhabdomyolysis shows muscle involvement patterns that are described in this work.

Different prevention strategies are described based on the execution of an adequate physical exercise (type, intensity and duration of the exercise), measures related to nutrition and feeding, as well as measures related to environmental and educational factors.

Finally, is presented the immediate treatment of the symptoms, with necessary hospitalization in some cases, and recommendations on re-incorporation to training and sports competition.

## Key words:

Rhabdomyolysis. Effort. Exercise. Muscle. Muscle injury. Ultrasound. Prevention. Treatment.

**Correspondencia:** Pedro Manonelles Marqueta  
E-mail: manonelles@telefonica.net



## Introducción

La rabdomiolisis es un síndrome clínico caracterizado por la destrucción de tejido muscular estriado y el vertido del contenido intracelular del mismo: creatinquinasa (CK), mioglobina, lactato deshidrogenada (LDH), electrolitos, etc., al líquido extracelular y torrente circulatorio.

Este síndrome cursa entre otra sintomatología con dolor muscular, por lo que plantea el diagnóstico diferencial con otras entidades nosológicas, así algunos autores ya realizan diferenciación entre miopatía (enfermedad muscular general), mialgia (dolor sin elevación de CK), miositis (con elevación de CK) y rabdomiolisis (clínica: dolor, edema y pérdida de fuerza, elevación significativa de CK y ocasionalmente mioglobinuria y afectación renal)<sup>1</sup>.

En éste momento la rabdomiolisis debería considerarse: como un síndrome clínico de dolor agudo, pérdida de fuerza y edema muscular, acompañado de elevación de las CK al menos 5 veces por encima de su valor basal (>1000 UI/L) para una rabdomiolisis ligera, mientras que cuando se acompaña de mioglobinuria e insuficiencia renal aguda se trataría de una rabdomiolisis severa, siempre que se excluyan patologías concomitantes como infarto de miocardio, accidente cerebrovascular, status epiléptico, insuficiencia renal crónica o enfermedades neuromusculares<sup>2</sup>.

La rabdomiolisis inducida por ejercicio (exRML) cumpliría todos los requisitos clínicos expuestos anteriormente, pero debería estar precedida por un ejercicio no siempre excesivo o no habitual por encima de los límites de la fatiga, practicado de forma voluntaria o no, con elevación de las CK en las 12-36 horas tras el ejercicio y con un pico máximo a los 3-4 días y su normalización tras algunas semanas de reposo.

El cuadro también produce mioglobinemia y mioglobinuria, pero para muchos autores no sería necesaria su cuantificación en laboratorio y los criterios expuestos en el párrafo anterior serían suficientes para su diagnóstico<sup>3</sup>.

No existen datos fiables sobre la prevalencia de esta enfermedad y hay discrepancias notables según los estudios de referencia. En EEUU se han comunicado unos 26.000 casos/año de los cuales un 47% cumplirían con los criterios diagnósticos de exRML, aunque otros estudios dan porcentajes inferiores<sup>4,5</sup>.

La clínica de la rabdomiolisis incluye síntomas locales y generales. Los síntomas locales son dolor muscular, pérdida de fuerza, edema, fatiga muscular, como más importantes. Los síntomas generales son malestar general, fiebre, náuseas, vómitos, confusión, coluria, delirio, anuria y arritmias cardiacas<sup>6</sup>.

En algunas ocasiones, las cifras de CK pueden aumentar hasta 50 veces o más, por encima de los valores normales de reposo.

En la mayor parte de los casos la rabdomiolisis es una entidad leve que cede con tratamiento médico ambulatorio, analgésicos y reposo.

En menor medida, puede dar lugar a complicaciones que pueden poner en riesgo la vida del paciente, estas complicaciones son: la insuficiencia renal aguda, el síndrome compartimental, la coagulación intravascular diseminada, la hipovolemia y las alteraciones electrolíticas (hiperkalemia, hiperfosfatemia, hipocalcemia al inicio e hipercalcemia diferida)<sup>1</sup>.

La complicación más frecuente y temida es la insuficiencia renal aguda, debida a la vasoconstricción producida por las endotoxinas

**Tabla 1. Causas de rabdomiolisis.**

Adquiridas
- Drogas/Tóxicos
- Etanol
- Infecciones
- Ejercicio
- Traumatismos:
Síndrome de aplastamiento
Síndrome compartimental
- Isquemia
- Alteraciones metabólicas
- Alteraciones neurológicas:
Status epiléptico
Status distónico
- Idiopática

**Tabla 2. Causas de rabdomiolisis.**

Genéticas
- Alteraciones del metabolismo muscular
Metabolismo de las grasas
Metabolismo de los glúcidos
- Alteraciones mitocondriales
Complejos I y II
Citocromo b
- Alteraciones de la liberación del calcio intramuscular
- Distrofias musculares

liberadas por la rotura de las fibras musculares, la hipovolemia y el depósito de cilindros (mioglobinuria), que provocan una disminución de la tasa de filtrado glomerular<sup>7</sup>. Se ha estimado que entre un 10 y un 30% de pacientes con exRML desarrollarían esta grave complicación<sup>8</sup>.

## Etiología

Las causas que ocasionan rabdomiolisis se pueden agrupar en adquiridas (Tabla 1) y de origen hereditario (Tabla 2). Un tercer grupo sería el ocasionado por fármacos utilizados en anestesia como el propofol y anestésicos volátiles.

Se describen, a continuación, las más importantes<sup>1,6,9,10</sup>.

### Drogas

Entre las sustancias de abuso se encuentran el alcohol, la heroína, la metadona, los barbitúricos, la cocaína, anfetaminas, ácido lisérgico, anfetaminas, benzodiazepinas, entre otras.

El alcohol puede inducir rabdomiolisis por una combinación de mecanismos entre los que se encuentran miotoxicidad, alteraciones electrolíticas y la inmovilización.

La cocaína produce vasoespasmo e isquemia, coma con compresión muscular y daño miofibrilar.

Los hipnóticos, barbitúricos y benzodiazepinas pueden causar depresión del sistema nervioso central con inmovilización prolongada y compresión muscular que resulta en hipoxia y daño muscular<sup>11,12</sup>.

## Fármacos

Son susceptibles de provocar rabdomiolisis los salicilatos, fibratos, neurolepticos, anestésicos, propofol, corticoides, antidepresivos, etc.

También se ha asociado el tratamiento con estatinas con la aparición de rabdomiolisis sugiriéndose diversos mecanismos como alteraciones de los lípidos del sarcolema, alteración de las proteínas y deficiencia de la coenzima Q10. El riesgo de desencadenar rabdomiolisis aumenta si se asocian con fibratos<sup>13</sup>.

## Traumatismos

Son de especial riesgo los aplastamientos, deceleraciones bruscas en accidentes de automóvil, caídas, descargas eléctricas de alto voltaje o quemaduras de tercer grado<sup>14</sup>.

## Temperaturas extremas

El organismo puede soportar una temperatura interna máxima de aproximadamente 42 °C durante un tiempo comprendido entre 45 minutos y 8 horas. La destrucción celular ocurre rápidamente con altas temperaturas. Entre las causas de un exceso de calor se incluyen el golpe de calor, el síndrome neuroleptico maligno y el síndrome de hipotermia maligna<sup>15</sup>.

Aunque es raro, la exposición al frío con o sin hipotermia también puede provocar rabdomiolisis<sup>16</sup>.

## Isquemia muscular

Las situaciones que pueden desencadenar rabdomiolisis incluyen compresión de los vasos sanguíneos (torniquetes), trombosis, embolismo y síndrome compartimental.

La isquemia muscular interfiere con la liberación de oxígeno a las células, limitando la producción de energía (ATP). Si se mantiene por un tiempo prolongado puede desencadenar la necrosis de las células musculares<sup>17</sup>.

## Inmovilización prolongada

La inmovilización prolongada por diversas causas (coma, inconsciencia inducida por alcohol, anestesia), puede provocar rabdomiolisis.

El mecanismo primario es la reperusión del tejido dañado tras un periodo de isquemia y el vertido del contenido intracelular en la circulación general.

Se han comunicado casos en pacientes con obesidad mórbida, cirugía prolongada, diabetes e hipertensión arterial<sup>18</sup>.

## Infecciones

Las infecciones más comunes son las provocadas por los virus influenza tipos A y B. Entre otros virus que pueden ocasionarla se encuentran el HIV, Ebstein-Barr, citomegalovirus, herpes simple y varicela-zoster.

También pueden estar implicadas bacterias como *legionella*, *salmonella*, *streptococco*, *stafilococco*, *mycoplasma*, *lestospira* y *escherichia coli*, así como infecciones por hongos y la malaria<sup>19</sup>.

Los mecanismos propuestos incluyen, hipoxia tisular, activación de lisosomas y endotoxinas.

## Alteraciones electrolíticas y endocrinas

Alteraciones electrolíticas como hiponatremia, hipernatremia, hipopotasemia e hipofosfatemia pueden ocasionar rabdomiolisis debido a alteraciones en la membrana celular, fundamentalmente por afectación del funcionamiento de la bomba sodio-potasio ATPasa.

Alteraciones endocrinas como el hipotiroidismo, hipertiroidismo, cetoacidosis diabética y coma diabético también pueden causar esta patología<sup>9</sup>.

## Alteraciones genéticas

La historia familiar, episodios repetitivos con ejercicios no muy intensos, cifras muy elevadas de CK y que se mantienen elevadas por mucho tiempo, deben hacer sospechar esta etiología. La rabdomiolisis en estos casos puede ser la primera señal de una miopatía de origen genético<sup>3</sup>.

Pueden causarla alteraciones del metabolismo de los glúcidos como deficiencia de miofosforilasa (enfermedad de McArdle), fosforilasa quinasa, fosfofructoquinasa, lactato deshidrogenasa, así como alteraciones del metabolismo de los lípidos como deficiencia de carnitina palmitiltransferasa tipo I y II o de carnitina y otras como deficiencia de MADA, distrofia muscular de Duchene o hipertermia maligna.

En los últimos años se han identificado mutaciones en los genes *Lpin1* en niños y del *RYR1* en adultos. También se ha informado de variantes/polimorfismos del *ACTN3* y otros polimorfismos en un número variado de genes que pueden relacionarse con la rabdomiolisis y especialmente con la rabdomiolisis inducida por ejercicio: CK-MM, MYLK2<sup>20,21</sup>.

## Ejercicio físico

El ejercicio por sí mismo o en combinación con otros factores indicados anteriormente, puede ser la causa de rabdomiolisis.

Los factores que pueden precipitar o ser coadyuvantes son<sup>22,23</sup>:

- La experiencia y el nivel de condición física del deportista. Las personas con menos experiencia y menor nivel de condición física presentan más frecuentemente episodios de rabdomiolisis.
- La intensidad y duración del ejercicio físico, ejercicio de intensidad elevada en personas poco habituadas al ejercicio o a un tipo de ejercicio concreto parece que tienen más riesgo.
- El tipo de ejercicio. Las contracciones excéntricas, sean de ejercicio de fuerza o dinámico se relacionan directamente con la aparición de rabdomiolisis. Entre los deportes en los que se presenta esta enfermedad con mayor frecuencia se encuentran el maratón, triatlón, fútbol, halterofilia y *crossfit*.

- Ambientes con temperaturas elevadas y la deshidratación.
- Alteraciones electrolíticas, como los ya indicadas con anterioridad.
- Problemas nutricionales, como una insuficiente ingesta proteica en deportistas vegetarianos o veganos estrictos y en aquellos deportistas que realizan sobrecargas muy elevadas de hidratos de carbono.
- Otros ya mencionados como los factores genéticos, los fármacos, especialmente las estatinas en combinación con los fibratos, los fármacos psiquiátricos y las infecciones.

La mayor parte de los estudios manifiestan una menor presencia de rabdomiolisis en las mujeres en comparación con los hombres y que se debería al efecto protector de los estrógenos<sup>24</sup>.

## Fisiopatología

Aunque las causas de la rabdomiolisis son muy variadas y diferentes, la vía patogénica final que conduce a la destrucción muscular es común a todas y tiene que ver con la alteración en la regulación de los electrolitos intracelulares y especialmente con los niveles de calcio citoplasmático.

Aunque la fisiopatología es común para todas las etiologías, en referencia específica a la exRML, tras la realización de un ejercicio físico excesivo, intenso, rápido, nuevo y en personas noveles en la práctica de ejercicio, se desencadenan diferentes alteraciones que por sí solas o en combinación, precipitarán esta patología.

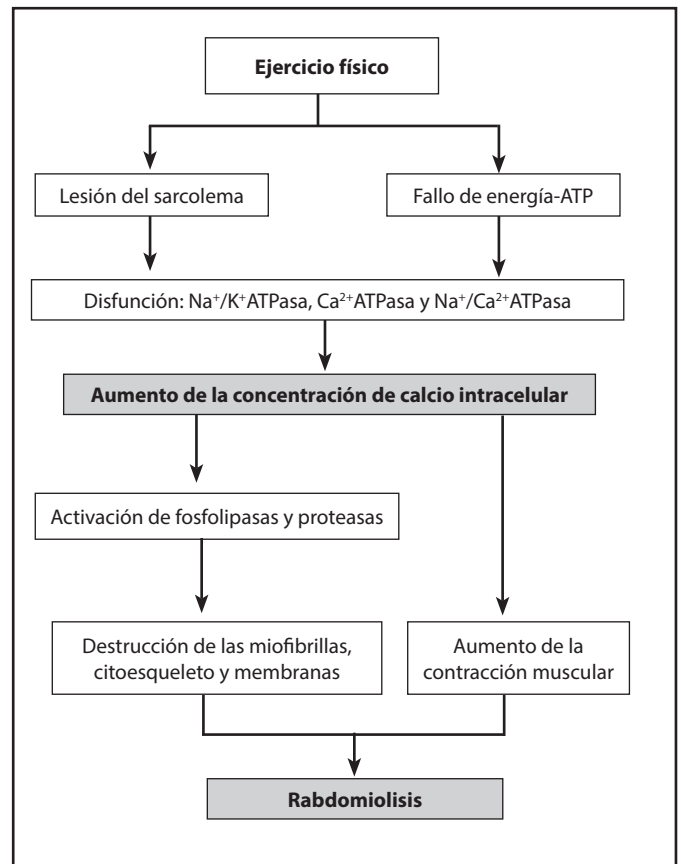
Daños en la membrana de las fibras musculares (sarcolema) o aumento de la permeabilidad de dicha membrana junto con disminución de la producción de energía (ATP), ocasionan alteraciones en los mecanismos de regulación de los electrolitos intracelulares. Entre los complejos mecanismos de regulación, los más importantes son el intercambiador de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPasa, el de  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ -ATPasa y la bomba de  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPasa<sup>3</sup>. Así pues, la depleción de energía (ATP) o la lesión-ruptura de la membrana citoplasmática provocará una disfunción del intercambiador de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPasa y de la bomba de  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPasa en el sarcolema y de aquellos mecanismos reguladores que actúan en las membranas de los órganos internos de las fibras musculares (retículo sarcoplasmático y mitocondrias).

Se provoca un aumento del  $\text{Na}^+$  en el citoplasma, lo que a su vez provocará un fallo del intercambiador de  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ -ATPasa, que aumentará la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  intracitoplasmático<sup>10</sup>.

La bomba  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  necesita energía lo que acentuará el déficit de ATP, lo que a su vez afectará al  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPasa y provocará su disfunción, aumentando de forma exagerada la concentración de calcio en el citoplasma. Esto provocará el aumento de la contracción muscular que aumentará la depleción de ATP y activará proteasas y fosfolipasas calcio-dependientes que iniciarán la destrucción de las miofibrillas, del citoesqueleto y de las proteínas de las membranas celulares<sup>23</sup>.

De esta forma, se producirá la apoptosis celular y la liberación al medio extracelular y a la circulación sanguínea del contenido celular: calcio, potasio, fosfatos, aldolasas, mioglobina, CK, LDH, entre otros componentes (Figura 1), lo que, en casos severos de rabdomiolisis, podrá ocasionar complicaciones graves como insuficiencia renal aguda, arritmias cardíacas o coagulación vascular diseminada.

**Figura 1. Esquema de la fisiopatología de la rabdomiolisis inducida por ejercicio.**



## Modificación en el patrón ecográfico por un proceso de rabdomiolisis

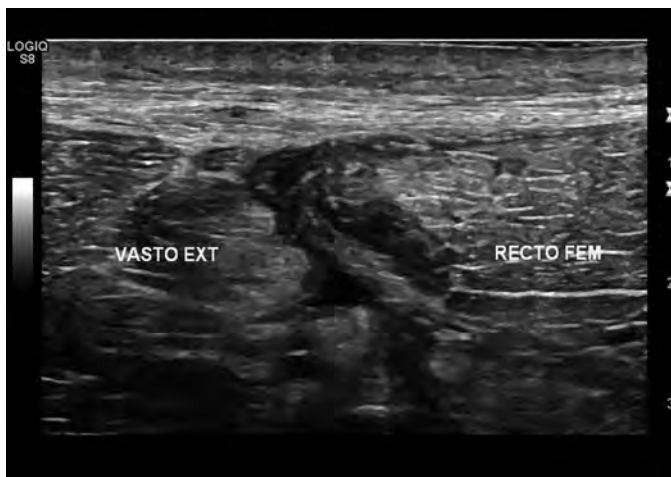
Los signos ecográficos que describen la rabdomiolisis se han ido ampliando en los últimos años en base a diferentes artículos que se han ido publicando. Inicialmente la rabdomiolisis se caracterizó por la disminución de la ecogenicidad y la desorganización local del músculo lesionado<sup>25</sup>. Más adelante se ampliaron los datos referidos al diagnóstico ultrasonográfico de esta lesión por la presencia de áreas hiperecoicas intramusculares, que se creían relacionadas con fibras musculares hipercontráctiles que aparecían en la etapa aguda. En ocasiones se observaba la pérdida completa de la textura muscular en el músculo afectado, con ecogenicidad reducida, vascularidad normal y preservación del límite muscular. Estas imágenes obligaban a realizar un diagnóstico diferencial con el proceso de elongación y rotura muscular, aunque en estos casos se mantenía la textura muscular<sup>26</sup>. Publicaciones más recientes<sup>27</sup> describen la formación de una imagen invertida, donde los septos musculares se observan distendidos e hipoeoicos y las fibras musculares aparecen relativamente hiperecoicas. Además, la formación de zonas hipoeoicas/anecoicas intramusculares suelen presentarse cuando existe rotura de las fibras musculares representando edema o sangrado<sup>28</sup>.

## Signos ecográficos específicos a la causa de la rabdomiólisis

En ambiente deportivo, además del traumatismo muscular, hay que considerar otras causas de rabdomiólisis como la práctica de actividad física intensa o extenuante y la isquemia asociada a síndromes compartimentales. Los signos ultrasónicos pueden ser específicos atendiendo a la causa que origina la rabdomiólisis.

La rabdomiólisis asociada a un traumatismo muscular se caracteriza por la presencia de imágenes en vidrio mate o imagen de nublado, que se acompañan de zonas anecoicas irregulares en la periferia muscular e intramuscular (Figura 2). Generalmente, las fibras musculares son irregulares y heterogéneas y suele haber ausencia de señales de flujo sanguíneo<sup>27</sup>.

**Figura 2.** Esta imagen en corte transverso de una contusión del músculo recto femoral y del vasto externo, demuestra la presencia de imágenes hiperecoicas con pérdida del patrón fibrilar y áreas anecoicas de bordes irregulares en la periferia de cada músculo.



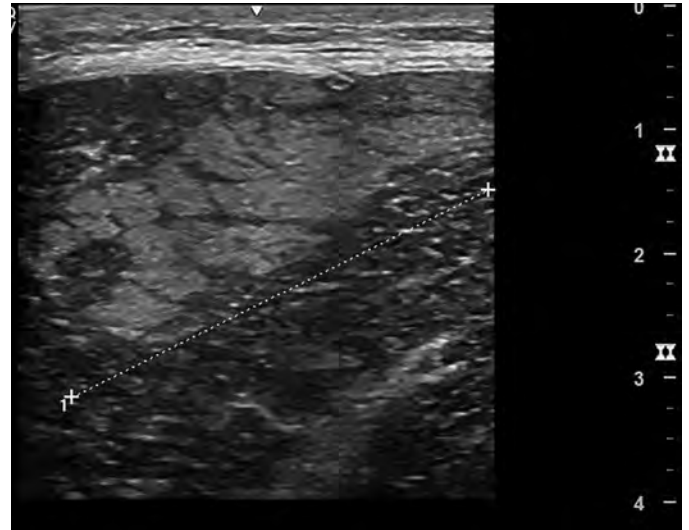
**Figura 3.** La imagen en corte transverso de la cara posterior del muslo permite observar en la zona superficial, zonas de menor ecogenicidad junto a áreas hiperecoicas intramusculares. Destaca que la hiperecogenicidad del músculo es similar a la del tendón del semimembranoso (flecha) y a la del nervio ciático (NC).



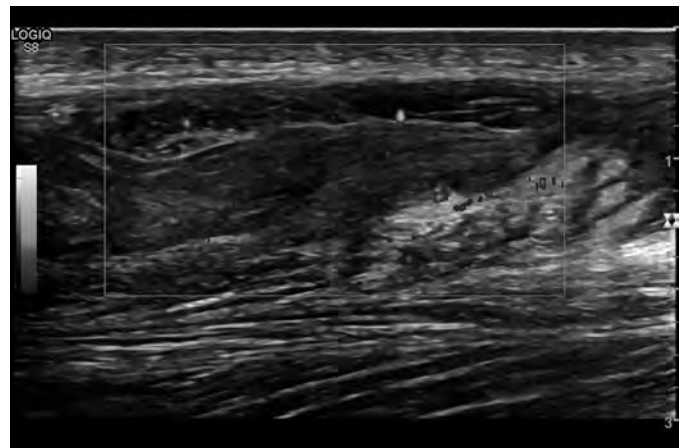
Sin embargo, cuando la rabdomiólisis aparece como consecuencia de ejercicios extenuantes en pacientes sin previo acondicionamiento físico, se observan zonas de menor ecogenicidad (imagen en vidrio despulido o nublado) junto a áreas hiperecoicas intramusculares, provocando un ambiente de desorganización muscular (Figuras 3 y 4). Además, se produce un aumento del diámetro de la fascia muscular que cubre zonas anecoicas irregulares en la periferia muscular e intramuscular, sin flujo sanguíneo compatibles con edema. El estudio Doppler permite comprobar una vascularización normal con preservación de ondas y velocidades del flujo<sup>27</sup>.

Finalmente, en aquellos casos de rabdomiólisis asociada a la presencia de un síndrome compartimental, se observa un aumento del volumen de músculo estriado con reducción de la velocidad de flujo en las arterias distales. El músculo presenta un patrón heteroecoico y una disección a veces de la aponeurosis (Figura 5).

**Figura 4.** En un examen transverso sobre el músculo vasto interno, se observan imágenes en vidrio despulido en el vientre muscular.



**Figura 5.** En el examen en eje corto del músculo gastrocnemio se aprecia un patrón heteroecoico y un aumento del volumen del músculo.



## Prevención

La prevención de la rabdomiolisis debe ir dirigida a evitar los mecanismos fisiopatológicos que desencadena la lesión muscular y sus posteriores complicaciones.

### Ejercicio físico adecuado

La práctica del ejercicio se debe adecuar al nivel de condición física y su prescripción debe concretarse mediante las variables de intensidad, duración y tipo de ejercicio y forma de realizarlo. Las variaciones en estas variables pueden provocar daño muscular y en último grado rabdomiolisis.

En general, los deportistas con menor nivel de condición física son los que presentan mayor riesgo de rabdomiolisis, siendo infrecuente en deportistas con alto nivel deportivo<sup>29</sup>. Por ello, las medidas preventivas deben tenerse más presentes en las fases más iniciales del acondicionamiento físico.

La progresión del esfuerzo desde el inicio de cada sesión de entrenamiento o competición, incluyendo una fase de calentamiento adecuada que es la primera medida preventiva a tener en cuenta<sup>30</sup> y una de las más efectivas.

### Tipo de ejercicio

Los ejercicios con mayor componente excéntrico son los que provocan mayor daño muscular, aumentando los niveles de CK y LDH, especialmente los ejercicios que implican saltos, carrera en terrenos con cambios de inclinación o entrenamiento muscular mediante ejercicios de sentadillas y de extensión de brazos y hombros con pesos elevados o con un número alto de repeticiones<sup>23</sup>. Deportes como maratón, triatlón, fútbol o crossfit han evidenciado mayor riesgo de daño muscular y de rabdomiolisis<sup>23,31</sup>.

Como medida preventiva se aconseja comenzar con un número bajo de repeticiones y solo 1-2 series, e incrementar progresivamente las repeticiones y series de los ejercicios con mayor componente excéntrico, tomando como variable de control la aparición de dolor el día después del entrenamiento<sup>23</sup>.

### Intensidad del ejercicio

Los ejercicios de mayor intensidad aumentan el riesgo de daño muscular y rabdomiolisis, especialmente en los deportistas menos acondicionados, en los que las respuestas adaptativas al esfuerzo están menos inducidas, aumentando el riesgo de daño muscular. Por esta razón, la intensidad del ejercicio debe incrementarse progresivamente según su tolerancia y asimilación, controlando especialmente las cargas en las fases más iniciales de los programas de entrenamiento.

### Duración del ejercicio

Los ejercicios de mayor duración (como maratón, triatlón, etc.) promueven mayor daño muscular y aumentan el riesgo de rabdomiolisis. Se aconseja realizar ejercicios de duración progresivamente crecientes, con una frecuencia semanal que permita una total recuperación física, y con un componente excéntrico que se adecue al desarrollo muscular del deportista<sup>31</sup>.

## Nutrición y alimentación

La ingesta de hidratos de carbono y de proteína debe adecuarse a la intensidad, duración y tipo de ejercicio, de cara no solo a mejorar el rendimiento, sino a prevenir un daño muscular excesivo por déficit energético, que puede conducir a la rabdomiolisis.

Los ejercicios con mayor componente excéntrico y de mayor duración provocan mayor catabolismo y precisan mayor aporte de proteínas (1,5-2,0 g de proteínas /kg de peso) y de hidratos de carbono para mejorar la recuperación estructural y funcional muscular y del glucógeno muscular y hepático<sup>32</sup>.

Los desequilibrios hidroelectrolíticos (principalmente la hiponatremia y la hipopotasemia) incrementan el riesgo de rabdomiolisis y muy especialmente cuando el ejercicio se realiza en ambientes calurosos en los que se produce una mayor sudoración y pérdida electrolítica, que interfiere en la fatiga y daño muscular<sup>3</sup>. Una correcta hidratación y suplementación mineral previenen estos desequilibrios nutricionales que predisponen al daño muscular excesivo.

Por último, dado que los ejercicios que más predisponen a la rabdomiolisis también provocan un incremento de los procesos oxidativos con repercusiones energéticas y funcionales musculares, pueden incluso afectar a la funcionalidad renal si se produce un daño oxidativo importante. Esta potencial situación hace recomendable un aumento de la ingesta de antioxidantes (vitamina C, Coenzima Q10) para prevenir las repercusiones que pudieran desencadenar dichos daños muscular y renal, y que acompañan y complican a la rabdomiolisis<sup>33</sup>.

### Factores ambientales

El ejercicio en ambientes excesivamente cálidos puede provocar cuadros de deshidratación en distintos grados e incluso de un golpe de calor. En todos estos cuadros se produce un mayor daño muscular, que es tanto más complicado cuando mayor es el nivel de deshidratación y de pérdida electrolítica<sup>23</sup>, y que por tanto también aumenta el riesgo de sufrir rabdomiolisis.

Una adecuada reposición hidroelectrolítica minimiza los riesgos para la salud cuando se realiza ejercicio en ambientes más cálidos.

### Medidas educativas

La rabdomiolisis se considera una complicación grave del ejercicio, por lo que los entrenadores, profesores de educación física y los propios deportistas deben conocer bien dicho cuadro clínico y ser conscientes de los riesgos que se asocian a esta patología. La familiarización con las medidas preventivas evitaría la aparición del cuadro y de sus complicaciones, ayudando a preservar la salud en del deportista.

## Tratamiento

El tratamiento de la rabdomiolisis se puede diferenciar en la fase aguda, con existencia de importantes alteraciones enzimáticas y el tratamiento que se realiza una vez normalizadas las cifras analíticas y las imágenes ecográficas y que tiene que ver con la reincorporación a la práctica deportiva.

**Tabla 3. Criterios generales para el retorno a la práctica deportiva.**

<b>Criterios biológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecografía de seguimiento (imprescindible)</li> <li>• Resonancia magnética de seguimiento (no imprescindible)</li> <li>• No dolor a la palpación en el sitio de la lesión</li> <li>• Analítica (CK)</li> </ul>
<b>Criterios funcionales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movilidad articular completa</li> <li>• Todo tipo de contracción sin dolor</li> <li>• Estiramientos sin dolor</li> <li>• Soporte a la carga sin dolor</li> <li>• No dolor postejercicio</li> <li>• No signos inflamatorios postejercicio</li> <li>• No signos neurológicos</li> </ul>
<b>Criterios deportivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No dolor en los movimientos básicos</li> <li>• No dolor en movimientos específicos y gesto técnico deportivo</li> <li>• Rendimiento deportivo adecuado</li> </ul>
<b>Criterios psicológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No síntomas negativos (miedo, aprehensión, angustia...)</li> </ul>

Adaptado de: Fernández TF, Guillén P. *Arch Med Deporte*. 2017<sup>36</sup>.

**Tabla 4. Criterios positivos para un óptimo retorno a la competición.**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores positivos para una reincorporación rápida</li> <li>• No déficit de fuerza respecto de la extremidad no lesionada</li> <li>• No déficit de flexibilidad respecto de la extremidad lesionada</li> <li>• Ningún problema para poder hacer más de una sesión de entrenamiento</li> <li>• Estudio ecográfico y/o RM son normales</li> </ul>
--

Fuente: adaptado de SS Médicos FC Barcelona. *Apunts Med Esport*. 2009<sup>37</sup>.

Este apartado se centrará en la rhabdomiólisis en relación con el esfuerzo, sobre la que no existe mucha literatura publicada<sup>34,35</sup>, tampoco directrices, posiblemente debido a su baja prevalencia.

Trabajos sobre este cuadro relacionadas con práctica deportiva, realizados en series significativas de ingresos hospitalarios, aunque con pocos casos, con cifras de CK medias en el ingreso de más de 30.000 UI/L<sup>34,35</sup>, informan sobre ausencia de complicaciones mayores como lesión renal severa, alteraciones electrolíticas, síndrome compartimental, coagulación intravascular diseminada, arritmias ni convulsiones.

En estos casos el tratamiento inicial del cuadro se realiza mediante fluidoterapia y alcalinización, y los pacientes son dados de alta en una media de 2,5 días.

Superada esta fase aguda, salvo necesidad de utilizar analgésicos por dolor, no suele ser necesario más que reposo absoluto de actividad física hasta la normalización de la analítica y de las imágenes ecográficas.

Respecto a la reincorporación a la práctica deportiva se pueden seguir las directrices de la Tabla 3, recomendándose una aplicación progresiva de las cargas de trabajo a la zona lesionada, partiendo de intensidades muy bajas y progresando en función de la buena tolerancia a cada carga propuesta. En extremidades inferiores, es muy útil iniciar

el ejercicio anti gravitatoriamente (en piscina), pasando a ejercicio de bicicleta y dejando la carrera para la última fase de recuperación.

En la Tabla 4 se muestran los criterios positivos más importantes para el retorno a la competición.

### Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

### Bibliografía

1. Torres PA, Helmstetter JA, Kaye AM, Kaye AD. Rhabdomyolysis: pathogenesis, diagnosis, and treatment. *Ochsner J*. 2015;15:58-69.
2. Stahl K, Rastelli E, Schoser B. A systematic review on the definition of rhabdomyolysis. *J Neurol*. 2019;1-6.
3. Scalco RS, Snoeck M, Quinlivan R, Treves S, Laforé P, Jungbluth H, et al. Exertional rhabdomyolysis: Physiological response or manifestation of an underlying myopathy? *BMJ Open Sport Exerc Med* 2016;2: e000151.
4. Sinert R, Kohl L, Rainone T, Scalea T. Exercise-induced rhabdomyolysis. *Ann Emerg Med*. 1994; 23:1301-6.
5. Meli G, Chaudhry V, Comblath Dr. Rhabdomyolysis: An evaluation of 475 hospitalized patients. *Med*. 2005;84:377-385.
6. Sauret JM, Marinides G, Wang GK. Rhabdomyolysis. *Am Fam Physician*. 2002;65:907-12.
7. Lima RA, Silva Junior GB, Liborio AD, Daher ED. Acute kidney injury due to rhabdomyolysis. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2008;19:721-9.
8. Park HS, Jang SI, Lee YK, An HR, Park HC, Ha SK, et al. A case of rhabdomyolysis in a body-builder. *Korean J Nephrol*. 2009;28:335-8.
9. Klan FY. Rhabdomyolysis: a review of the literature. *Neth. J Med*. 2009;67:272-83.
10. Giannoglou GD, Chatzizisis YS, Misirli G. The syndrome of rhabdomyolysis: Pathophysiology and diagnosis. *Eur J Intern Med*. 2007;18:90-100.
11. Allison RC, Bedson DL. The other medical causes of rhabdomyolysis. *Am J Med Sci*. 2003;326:79-88.
12. Prendergast BD, George CF. Drug-induced rhabdomyolysis, mechanisms and management. *Postgrad Med J*. 1993;69:333-6.
13. Meador BM, Huey KA. Statin-associated myopathy and its exacerbation with exercise. *Muscle Nerve*. 2010;42:469-79.
14. Malinoski DJ, Slater MS, Mullins RJ. Crus injury and rhabdomyolysis. *Crit Care Clin*. 2004;20:171-92.
15. Bynum GD, Pandolf KB, Schuette WH, Goldman RF, Lees DE, Whang-Peng J, Atkinson ER, Bull JM. Induced hyperthermia in sedated humans and the concept of critical thermal maximum. *Am J Physiol*. 1978;235: R228-236.
16. Korantzopoulos P, Papaioannides D, Sinapidis D, et al. Acute rhabdomyolysis due to prolonged exposure to the cold. *Int J Clin Pract*. 2003;57:243-4.
17. Slater MS, Mullins RJ. Rhabdomyolysis and myoglobinuric renal failure in trauma and surgical patients: a review. *J Am Coll Surg*. 1998;186:693-716.
18. Penn AS, Rowland LP, Fraser DW. Drugs, coma and myoglobinuria. *Arch Neurol*. 1972;26:336-43.
19. Blanco JR, Zabala M, Salcedo J, Echeverría L, García A, Vallejo M. Rhabdomyolysis of infectious and non-infectious causes. *South Med J*. 2002;95:542-4.
20. Dlamini N, Voermans NC, Lillis S, Stewart K, Kamsteeg EJ, Drost G, et al. Mutations in RYR1 are a common cause of exertional myalgia and rhabdomyolysis. *Neuromuscul Disord*. 2013;23:540-8.
21. Maffulli N, Margiotti K, Longo UG, Loppini M, Fazio VM, Denaro V. The genetics of sports injuries and athletic performance. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2013;3:173-89.
22. Rawson ES, Clarkson PM, Tarnopolsky MA. Perspectives on exertional rhabdomyolysis. *Sports Med*. 2017;47:533-549.
23. Kim J, Lee J, Kim S, Ryu HY, Cha KS, Sung DJ. Exercise-induced rhabdomyolysis mechanisms and prevention: A literature review. *J Sport Health Sci*. 2016;5:324-33.
24. Stupka N, Lowther S, Chorneyko K, Bourgeois JM, Hogben C, Tarnopolsky MA. Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *J Appl Physiol*. 2000; 89:2325-32.
25. Steeds RP, Poovathoor JA, Rangasamy M, Bradley M. Sonography in the diagnosis of rhabdomyolysis. *J Clin Ultrasound*. 1999;27:531-3.
26. Ya-Ning C, Tyng-Guey W, Chao-Yu H, Pei-Yu C, Shie-Fu S, Jeng-Yi S, et al. Sonographic diagnosis of rhabdomyolysis. *J Med Ultrasound*. 2008;16:158-62.

27. Carrillo-Esper R, Galván-Talamantes Y, Meza-Ayala CM, Cruz-Santana JA, o Bonilla-Reséndiz LI. Manifestaciones ultrasonográficas en rabdomiólisis. *Cirugía y Cirujanos*. 2016;84:518-22.
28. Peetrons, P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol*. 2002;12:35-43.
29. Brown JA, Eliot MJ, Sray WA. Exercise-induced upper extremity rhabdomyolysis and myoglobinuria in shipboard military personnel. *Mil Med*. 1994;159:473-5.
30. Szymanski DJ. Recommendations for the avoidance of delayed-onset muscle soreness. *Strength Cond J*. 2001;23:7-13.
31. Criddle LM. Rhabdomyolysis, pathophysiology, recognition and management. *Crit Care Nurse*. 2003;23:14-22.
32. Howarth KR, Moreau NA, Phillips SM, Gibala MJ. Coingestion of protein and carbohydrates during recovery from endurance exercise stimulates muscle protein synthesis in human. *J Appl Physiol*. 2009;106:1394-402.
33. Singh D, Kaur R, Chandler V, Chopra K. Antioxidants in the prevention of renal disease. *J Med Food*. 2006;9:443-50.
34. Tazmini K, Schreiner C, Bruserud S, Raastad T, Solberg EE. Exercise-induced rhabdomyolysis - a patient series. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2017;137(21). doi: 10.4045/tidsskr.16.1103.
35. Hopkins BS, Li D, Svet M, Kesavabhotla K, Dahdaleh NS. CrossFit and rhabdomyolysis: A case series of 11 patients presenting at a single academic institution. *Sci Med Sport*. 2019;22:758-62.
36. Fernández Jaén TF, Guillén García P. Criterios para el retorno al deporte después de una lesión. *Arch Med Deporte*. 2017;34(1):40-4.
37. Servicios médicos del Fútbol Club Barcelona. Guía de Práctica Clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. Versión 4.5 (9 de febrero de 2009). *Apunts Med Esport*. 2009;164:179-203.



## EL SECRETO ES QUE TÚ CREAS QUE EXISTE UN SECRETO

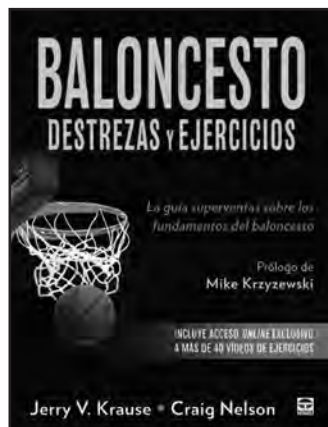
Por: Raquel Landín Cobos  
 Edita: Ediciones Tutor. Editorial El Drac.  
 Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.  
 Telf.: 915 599 832 - Fax: 915 410 235  
 E-mail: [info@edicionestutor.com](mailto:info@edicionestutor.com) Web: [www.edicionestutor.com](http://www.edicionestutor.com)  
 Madrid 2019. 286 páginas. P.V.P.: 21 euros

Raquel Landín, atleta, entrenadora, viajera y escritora, narra desde su conocimiento y experiencia de toda una vida dedicada al atletismo y al mundo de la actividad física, la esencia descubierta en sus cinco intensas estancias en Iten: pequeño y remoto pueblo de Kenia situado en el valle del Rift, donde su arco de bienvenida reza: "Welcome

to Iten. Home of Champions" (Bienvenidos a Iten. Cuna de campeones).

Páginas repletas de un profundo trabajo de investigación sobre aquello que sucede en las tierras altas de Kenia. El lector puede descubrir la fórmula #TheKenyanEndurance su compuesto marca la diferencia. Apoyada de historia, datos, curiosidades,

interesantes testimonios de algunos de los mejores entrenadores de fondo del mundo y atletas. Que a la vez se ve contrastada con #Somethingischanging que refleja todo lo nuevo que está sucediendo en aquellas tierras que, puede o no, cambiar el futuro de sus corredores y de su innegable dominio.



## BALONCESTO, DESTREZAS Y EJERCICIO

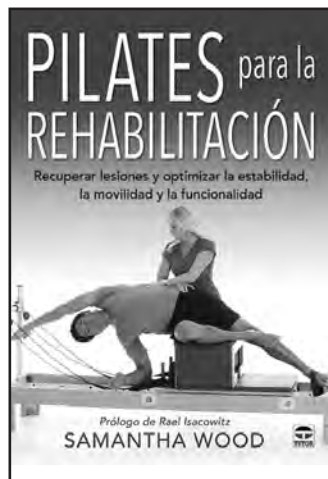
Por: Jerry V. Krause y Craig Nelson  
 Edita: Ediciones Tutor. Editorial El Drac.  
 Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.  
 Telf.: 915 599 832 - Fax: 915 410 235  
 E-mail: [info@edicionestutor.com](mailto:info@edicionestutor.com) Web: [www.edicionestutor.com](http://www.edicionestutor.com)  
 Madrid 2019. 352 páginas. P.V.P.: 35 euros

LeBron James y Stephen Curry hacen que el baloncesto parezca fácil. Pero antes de que estos jugadores ascendieran a la élite, debían dominar los fundamentos en todas las fases del juego. Como obra puntera de este deporte, este libro ha sido fundamental en la formación de jugadores y entrenadores de todo el mundo. Ahora, en esta

nueva edición ofrece el plan perfecto para sentar las bases que todos los jugadores completos y todos los equipos campeones necesitan.

El lector encontrará 103 ejercicios formativos sobre todos los aspectos, desde la postura y el trabajo de pies hasta las jugadas anotadoras y las transiciones. Mejorado con el acceso

online exclusivo a 42 vídeos que muestran las destrezas en acción, tendrá una guía óptima para dominar: la posición de los jugadores, los movimientos sin el balón, el manejo del balón y la visión de juego, los tiros, los movimientos en el perímetro, los movimientos en el poste y los rebotes.



## PILATES PARA LA REHABILITACIÓN

Por: Jerry V. Krause y Craig Nelson  
 Edita: Ediciones Tutor. Editorial El Drac.  
 Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.  
 Telf.: 915 599 832 - Fax: 915 410 235  
 E-mail: [info@edicionestutor.com](mailto:info@edicionestutor.com) Web: [www.edicionestutor.com](http://www.edicionestutor.com)  
 Madrid 2019. 352 páginas. P.V.P.: 35 euros

Clientes y deportistas demandan y se merecen soluciones personalizadas y adaptables cuando sus movimientos y rendimiento se ven afectados por una lesión o dolor crónico. El pilates, conocido por su enfoque de acondicionamiento físico, es la manera perfecta de ayudarlos a recuperarse, a rehabilitarse y a alcanzar sus objetivos. Con este libro, el lector, aprende a aplicar métodos demostrados del

pilates para tratar disfunciones y ayudar a lograr un rendimiento óptimo. Respaldada por estudios y protocolos probados, la autora proporciona asesoramiento experto y ejercicios detallados para rehabilitar y curar lesiones, mejorar la fuerza funcional, fomentar movimientos eficientes y gestionar el dolor.

Junto con las instrucciones detalladas de los movimientos con las

máquinas de pilates y los ejercicios de suelo, se aprenden las indicaciones y contraindicaciones de cada ejercicio, y los principales músculos implicados, para saber determinar cuándo el ejercicio es apropiado para un usuario en concreto. Las variantes y progresiones permiten adaptar los ejercicios en función de la fase de rehabilitación o la gravedad de la lesión o problema a tratar.



# VIII JORNADAS NACIONALES DE MEDICINA DEL DEPORTE

MEDICINA DEL BALONCESTO

**22-23 DE NOVIEMBRE DE 2019**



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE (SEMED)  
REGIDORÍA D'ESPORTS / AJUNTAMENT DE REUS

## COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente:	Pedro Manonelles Marqueta
Vicepresidente y Pte Comité Organizador local:	Luis Franco Bonafonte
Secretario General:	Francisco Javier Rubio Pérez
Tesorero:	Javier Pérez Ansón
Vocales:	Daniel Brotons Cuixart Antoni Castro Salomó Juan N. García-Nieto Portabella Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea Mateu Huguet Recasens José Fernando Jiménez Díaz Carlos Miñarro García María Pilar Oyón Belaza Salvador Sarrá Moretó Paola Ugarte Peyrón

## COMITÉ CIENTÍFICO

Presidente:	Miguel Del Valle Soto
Secretario:	Oriol Abellan Aynés
Vocales:	Gonzalo Correa González Carlos De Teresa Galván Emilio Luengo Fernández Lluís Masana Marín Zigor Montalvo Zenarruzabeitia Manuel Montero Jaime José Naranjo Orellana Eduardo Ortega Rincón Jordi Salas Salvado Ángel Sánchez Ramos José Luis Terreros Blanco

## PROGRAMA CIENTÍFICO (PRELIMINAR)

### DÍA 22 DE NOVIEMBRE, VIERNES

- 09.00-10.30 PONENCIA: La Medicina del Deporte en el Baloncesto.**  
Moderador: **Francisco Javier Rubio Pérez**  
Baloncesto femenino. **Silvia Treviño Monjas**  
Organización y control médico en Selecciones Españolas. **Pilar Doñoro Cuevas**  
Baloncesto en la discapacidad – baloncesto en silla de ruedas. **Josep Oriol Martínez Ferrer**
- 11.00 -12.30 PONENCIA: Lesiones y Baloncesto**  
Moderador: **Alfredo Rodríguez Gangoso**  
La rodilla. **Jaume Perramon Llavina**  
El tobillo. **Cristóbal Rodríguez Hernández**  
Músculo y tendón. **Javier Valle López**
- 12.30 -13.30 CONFERENCIA INAUGURAL**  
Presentación: **Luis Franco Bonafonte**  
La historia del dopaje en el deporte olímpico  
**Eduardo Henrique De Rose**
- 15.30 -17.00 PONENCIA: Muerte Súbita y Deporte**  
Moderador: **J. María Alegret Colomé**  
Recomendaciones sobre participación deportiva en la cardiopatía isquémica. **Mats Borjesson**  
El electrocardiograma en la prevención de la muerte súbita del deportista. **Gonzalo Grazioli**  
Arritmias y muerte súbita del deportista.  
**Xavier Viñolas Prat**
- 17.30 -19.00 TALLER**  
Electrocardiograma en deportistas.  
**Emilio Luengo Fernández**

### DÍA 23 DE NOVIEMBRE, SÁBADO

- 10.00 -11.30 PONENCIA: Controversias: Nutrición - Ayudas Ergogénicas. Los mitos de la alimentación en el deporte.**  
Moderador: **Mónica Bulló**  
¿Influye el tipo de dieta en la microbiota y el rendimiento deportivo?  
**Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea**  
Dietas detox y antioxidantes alimentarios en la práctica deportiva. **Nuria Rosique**  
Ayudas ergogénicas, realidad o mito.  
**Begoña Manuz González**
- 12.00 – 13.00 PONENCIA: Manejo del dolor en Medicina del Deporte.**  
Moderador: **Isabel Tello Galindo**  
Bloqueos nerviosos en lesiones del aparato locomotor en Medicina del Deporte.  
**Eduardo Marco Sánchez**  
Distrofia Simpático Refleja y Lumbalgia – Síndrome facetario en deportistas. ¿Qué ofrece la Unidad de Dolor? **Guillem Bujosa Portells**
- 13.00 -13.45 CONFERENCIA DE CLAUSURA**  
Presentación: **Pedro Manonelles Marqueta**  
Actualización en dopaje. **José Luis Terreros Blanco**

## COMUNICACIONES CIENTIFICAS

El Comité Científico invita a todos los participantes a remitir comunicaciones científicas (comunicaciones orales y póster-presentación interactiva) a las VIII Jornadas Nacionales de la Sociedad Española de Medicina del Deporte.

Temas para presentación de Comunicaciones Científicas:

- Medicina del deporte.
- Entrenamiento y mejora del rendimiento.
- Biomecánica.
- Cardiología del deporte.
- Fisiología del esfuerzo.
- Nutrición y ayudas ergogénicas.
- Cineantropometría.
- Lesiones deportivas: diagnóstico, prevención y tratamiento.
- Actividad física y salud.

## INFORMACIÓN GENERAL

**22-23 de noviembre de 2019**

### Lugar

Auditorio y aulas  
Hospital Universitari Sant Joan de Reus  
Av. del Dr. Josep Laporte, 1  
43204 – Reus (Tarragona)  
Tfno: 977310300  
Unidad de Medicina del Deporte.  
Tfno: 977308305  
Fax: 977337753  
Correo electrónico: lfranco@grupsagessa.com  
Localización del hospital: <http://www.hospitalsantjoan.cat/contacteu/>

### Secretaría Científica

Sociedad Española de Medicina del Deporte  
Calle Canovas 7, local. 50004 Zaragoza  
Teléfono: +34 976 024 509  
Correo electrónico: [congresos@femede.es](mailto:congresos@femede.es)  
<http://www.femede.es/page.php?interno/OtrasActividades>

### Secretaría Técnica

Viajes El Corte Inglés S.A.  
División Eventos Deportivos  
C/ Tarifa, nº 8. 41002 Sevilla  
Teléfono: + 34 954 50 66 23  
Correo electrónico: [areaeventos@viajeseci.es](mailto:areaeventos@viajeseci.es)  
Personas de contacto: Silvia Herreros



Derechos de inscripción	Antes del 18-7-2019	Del 18-7-2019 al 19-9-2019	Desde 27-9-19 y en sede Jornadas
Cuota general	125 euros	150 euros	200 euros
Miembros ARAMEDE/ FEMEDE	100 euros	125 euros	175 euros
Médicos MIR*	60 euros	75 euros	125 euros
Estudiantes**	30 euros	30 euros	30 euros

\*Es necesaria acreditación.

\*\*Grados, Licenciaturas y Diplomaturas: Medicina, CC Actividad Física y Deporte, CC de la Salud...). Es necesaria acreditación. No se considera estudiantes los profesionales que cursen estudios, ni a graduados, licenciados y/o diplomados.

<b>2019</b>		
<b>Sports Nutrition Summit Europe 2019</b>	4-6 Septiembre Amsterdam (Países Bajos)	web: <a href="http://www.sportsnutritionsummit-europe.com">www.sportsnutritionsummit-europe.com</a>
<b>9th VISTA Conference</b>	4-7 Septiembre Amsterdam (Países Bajos)	web: <a href="http://www.paralympic.org/news/amsterdam-host-vista-2019">www.paralympic.org/news/amsterdam-host-vista-2019</a>
<b>Congress on Healthy and Active Children</b>	11-14 Septiembre Verona (Italia)	web: <a href="http://i-mdrc.com/fourth-assembly/">http://i-mdrc.com/fourth-assembly/</a>
<b>Euro Global Conference On Food Science &amp; Nutrition 2019</b>	17-18 Septiembre París (Francia)	web: <a href="http://foodscience.jacobsconferences.com/">http://foodscience.jacobsconferences.com/</a>
<b>4th International Conference on Nutrition</b>	17-18 Septiembre San Diego (EE.UU.)	web: <a href="https://www.meetingsint.com/conferences/nutrition">https://www.meetingsint.com/conferences/nutrition</a>
<b>14th International Congress of shoulder and elbow surgery (ICSSES)</b>	17-20 Septiembre Buenos Aires (Argentina)	web: <a href="http://www.icses2019.org">www.icses2019.org</a>
<b>Congreso Sdad. Francesa de Medicina del Deporte</b>	19-21 Septiembre Reims (Francia)	web: <a href="https://www.congres-sfmes-sfts.com/fr/">https://www.congres-sfmes-sfts.com/fr/</a>
<b>8th European Exercise is Medicine Congress</b>	20-21 Septiembre Amsterdam (Países Bajos)	Información: Lisa Kempter E-mail: <a href="mailto:lisa.kempter@uniklinik-ulm.de">lisa.kempter@uniklinik-ulm.de</a>
<b>56º Congreso SECOT</b>	25-27 Septiembre Zaragoza	web: <a href="http://www.secot.es">www.secot.es</a>
<b>1º Congreso Mundial de Educación Física (FIEP)</b>	30 Septiembre - 4 Octubre Santiago del Estero (Argentina)	web: <a href="http://www.fiepargentinaoficial.com/">http://www.fiepargentinaoficial.com/</a>
<b>IX Congreso de la Sociedad Cubana de Medicina Física y Rehabilitación</b>	1-4 Octubre La Habana (Cuba)	web: <a href="http://www.rehabilitacioncuba.com">http://www.rehabilitacioncuba.com</a>
<b>11th European Congress on Sports Medicine</b>	3-5 Octubre Portorose (Eslovenia)	web: <a href="http://www.efsm.eu">http://www.efsm.eu</a>
<b>I Congreso de Reeducción Funcional Deportiva CERS-INEFC</b>	4-5 Octubre Barcelona	web: <a href="http://inefc.gencat.cat/ca/inefc/jornades_congressos/congres-cers-2019/informacio">http://inefc.gencat.cat/ca/inefc/jornades_congressos/congres-cers-2019/informacio</a>
<b>6th Annual Congress on Medicine &amp; Science in Ultra-Endurance Sports</b>	11-13 Octubre Cape Town (Sudáfrica)	web: <a href="https://ultrasportsscience.us/congress/">https://ultrasportsscience.us/congress/</a>
<b>13th European Nutrition Conference On Malnutrition In An Obese World</b>	15-18 Octubre Dublín (Irlanda)	web: <a href="http://www.fens2019.org">www.fens2019.org</a>
<b>Jornadas SAMEDE: deporte y deportistas en situaciones especiales</b>	18-19 Octubre Almería	web: <a href="https://www.jornadassamede.es/">https://www.jornadassamede.es/</a>
<b>50 Congreso Nacional de Podología y VI Encuentro Iberoamericano</b>	18-19 Octubre Santander	web: <a href="https://50congresopodologia.com/">https://50congresopodologia.com/</a>
<b>World Congress of Tennis Medicine and Sports Science</b>	18-19 Octubre Estocolmo (Suecia)	web: <a href="http://www.shh.se/stmswc2019">www.shh.se/stmswc2019</a>
<b>Congreso Internacional de Fisioterapia</b>	25-26 Octubre Toledo	web: <a href="mailto:congreso@coficam.org">congreso@coficam.org</a>
<b>10th International Physical Education and Sports Teaching Congress</b>	31 Octubre-3 Noviembre Antalya (Turquía)	web: <a href="https://2019.tubed.org.tr/en/">https://2019.tubed.org.tr/en/</a>
<b>5th World Conference on Doping in Sport</b>	5-7 Noviembre Katowice (Polonia)	web: <a href="http://www.wada-ama.org">http://www.wada-ama.org</a>

<b>15º Congreso Internacional de Ciencias del Deporte y la Salud</b>	8-9 Noviembre Pontevedra	web: <a href="http://www.victorarufe.com">www.victorarufe.com</a>
<b>Jornadas Andaluzas de Podología</b>	8-9 Noviembre Sevilla	web: <a href="http://www.colegiopodologosandalucia.org">www.colegiopodologosandalucia.org</a>
<b>26th Word Congress TAFISA</b>	13-17 Noviembre Tokyo (Japón)	web: <a href="http://www.tafisa.org">www.tafisa.org</a>
<b>XVII Simposio Internacional Clinica Cemtro: Nuevos horizontes sobre cirugía mínimamente invasiva en cirugía ortopédica y traumatología "Medicina Regenerativa en el Aparato Locomotor"</b>	14-16 Noviembre Madrid	web: <a href="https://www.clinicacemtro.com/">https://www.clinicacemtro.com/</a>
<b>2019 FIP World Congress of Podiatry Conference</b>	14-16 Noviembre Miami (EEUU)	web: <a href="http://www.podiatry2019.org">www.podiatry2019.org</a>
<b>International Sport Forum on Strength, Conditioning and Nutrition</b>	15-16 Noviembre Madrid	web: <a href="https://congress.esns.academy/">https://congress.esns.academy/</a>
<b>VIII Jornadas Nacionales de Medicina del Deporte: "Medicina del Baloncesto"</b>	22-23 Noviembre Reus (Tarragona)	E-mail: <a href="mailto:femede@femede.es">femede@femede.es</a> web: <a href="http://www.femede.es">www.femede.es</a>
<b>10th Annual International Conference: Physical Education Sport &amp; Health</b>	23-24 Noviembre Pitesti (Rumanía)	web: <a href="http://sportconference.ro/">http://sportconference.ro/</a>
<b>7th World Congress on Physiotherapy and Rehabilitation</b>	26-27 Noviembre Abu Dhabi (Emiratos Árabes)	web: <a href="https://physiotherapy.conferenceseries.com/middleeast/">https://physiotherapy.conferenceseries.com/middleeast/</a>
<b>56 Congreso Argentino de COT</b>	28 Noviembre-1 Diciembre Buenos Aires (Argentina)	web: <a href="http://www.congresoaaot.org.ar">www.congresoaaot.org.ar</a>
<b>2020</b>		
<b>V Congreso Internacional de Readaptación y Prevención de Lesiones en la Actividad Física y el Deporte</b>	Enero Valencia	web: <a href="https://congresoam.com/">https://congresoam.com/</a>
<b>I Congreso actividad física, deporte y nutrición</b>	28 Febrero-1 Marzo Valencia	Web: <a href="http://congresodeporte.es/">http://congresodeporte.es/</a>
<b>14th ISPRM World Congress – ISPRM 2020</b>	4-9 Marzo Orlando (EE.UU.)	web: <a href="http://www.isprm.org/congress/14th-isprm-world-congress">http://www.isprm.org/congress/14th-isprm-world-congress</a>
<b>Congreso FESNAD</b>	11-13 Marzo Zaragoza	web: <a href="http://www.fesnad.org/">http://www.fesnad.org/</a>
<b>IOC World Conference Prevention of Injury &amp; Illness in Sport</b>	12-14 Marzo Mónaco (Principado de Mónaco)	web: <a href="http://ioc-preventionconference.org/">http://ioc-preventionconference.org/</a>
<b>I Congreso actividad física, deporte y nutrición</b>	27-29 Marzo Sevilla	web: <a href="http://congresodeporte.es/">http://congresodeporte.es/</a>
<b>37º Congress International Society for Snowsports Medicine-SITEMSH</b>	1-3 Abril Andorra la Vella (Principat d'Andorra)	E-mail: <a href="mailto:andorra2020@sitemsh.org">andorra2020@sitemsh.org</a>
<b>9º Congrés Societat Catalana de Medicina de l'Esport-SCME</b>	3-4 Abril Andorra la Vella (Principat d'Andorra)	E-mail: <a href="mailto:andorra2020@sitemsh.org">andorra2020@sitemsh.org</a>

## Agenda

<b>25th Annual Congress of the European College of Sport Science</b>	1-4 Julio Sevilla	E-mail: <a href="mailto:office@sport-science.org">office@sport-science.org</a>
<b>32nd FIEP World Congress / 12th International Seminar for Physical Education Teachers /15th FIEP European Congress</b>	2-8 Agosto Jyväskylä (Finlandia)	Información: Branislav Antala E-mail: <a href="mailto:antala@fsport.uniba.sk">antala@fsport.uniba.sk</a>
<b>2020 Yokohama Sport Conference</b>	8-12 Septiembre Yokohama (Japón)	web <a href="http://yokohama2020.jp/overview.html">http://yokohama2020.jp/overview.html</a>
<b>International Congress of Dietetics</b>	15-18 Septiembre Cape Town (Sudáfrica)	web: <a href="http://www.icda2020.com/">http://www.icda2020.com/</a>
<b>XXXVI Congreso Mundial de Medicina del Deporte</b>	24-27 Septiembre Atenas (Grecia)	<a href="https://www.fims2020.com/">https://www.fims2020.com/</a>
<b>VIII Congreso HISPAMEF</b>	15-17 Octubre Cartagena de Indias (Colombia)	web: <a href="http://hispacef.com/viii-congreso-hispacef-15-17-de-2020/">http://hispacef.com/viii-congreso-hispacef-15-17-de-2020/</a>
<b>XXIX Isokinetic Medical Group Conference: Football Medicine</b>	24-26 Octubre Lyon (Francia)	web: <a href="http://www.footballmedicinesstrategies.com">www.footballmedicinesstrategies.com</a>
<b>26th TAFISA World Congress</b>	13-17 Noviembre Tokyo (Japón)	web: <a href="http://www.icsspe.org/sites/default/files/e9_TAFISA%20World%20Congress%202019_Flyer.pdf">www.icsspe.org/sites/default/files/e9_TAFISA%20World%20Congress%202019_Flyer.pdf</a>
<b>XVIII Congreso Internacional SEMED-FEMEDE</b>	Murcia	web: <a href="http://www.femedede.es">www.femedede.es</a>
<b>2021</b>		
<b>Congreso Mundial de Psicología del Deporte</b>	1-5 Julio Taipei (Taiwan)	web: <a href="https://www.issponline.org/index.php/events/next-world-congress">https://www.issponline.org/index.php/events/next-world-congress</a>
<b>26th Annual Congress of the European College of Sport Science</b>	7-10 Julio Glasgow (Reino Unido)	E-mail: <a href="mailto:office@sport-science.org">office@sport-science.org</a>
<b>22nd International Congress of Nutrition (ICN)</b>	14-19 Septiembre Tokyo (Japón)	web: <a href="http://icn2021.org/">http://icn2021.org/</a>
<b>European Federation of Sports Medicine Associations (EFSMA) Conference 2021</b>	28-30 Octubre Budapest (Hungria)	web: <a href="http://efsma.eu/">http://efsma.eu/</a>
<b>Congreso Mundial de Podología</b>	Barcelona	web: <a href="http://www.fip-ifp.org">www.fip-ifp.org</a>
<b>2022</b>		
<b>8th IWG World Conference on Women and Sport</b>	5-8 Mayo Auckland (N. Zelanda)	web: <a href="http://iwgwomenandsport.org/world-conference/">http://iwgwomenandsport.org/world-conference/</a>
<b>XXXVII Congreso Mundial de Medicina del Deporte FIMS</b>	Septiembre Guadalajara (México)	web: <a href="http://www.femmedede.com.mx">www.femmedede.com.mx</a>

# 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](http://www.femede.es)

# Normas de publicación de Archivos de Medicina del Deporte

La Revista ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE (A.M.D.) con ISSN 0212-8799 es la publicación oficial de la Federación Española de Medicina del Deporte. 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, 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 Federación.

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

Los trabajos admitidos para publicación quedarán en propiedad de FEMEDE 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 deberán ser remitidos, a la atención del Editor Jefe, escritos 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. Deberán enviarse por correo electrónico a la dirección de FEMEDE: femede@femede.es.
2. En la primera página figurarán 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... Se adjuntará una carta en la que el primer autor, en representación de todos los firmantes del estudio, efectúa la cesión de los derechos de reproducción total o parcial sobre el artículo, en caso de ser aceptado para ser publicado. Además, en documento adjunto, 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.

3. En la segunda página figurará el 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>).
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. Revisiones de conjunto: 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 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 DE CONJUNTO:** 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 en hojas aparte 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 citación oficial 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:** 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.** Autores, título, ciudad, editorial, año de la edición, página de la cita. Ejemplo: Balius 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. **Tablas y Figuras:** Las tablas y figuras se enviarán en archivos independientes en formato JPEG. Las tablas también se enviarán en formato word. Las tablas 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.

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

Tanto las tablas como las figuras 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.

- 8. 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.
- 9. 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.
- 10. La Dirección y Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE no se responsabiliza de los conceptos, opiniones o afirmaciones sostenidos por los autores de sus trabajos.
- 11. Envío de los trabajos: ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE. Por correo electrónico a la dirección de FEMEDE: [femedede@femedede.es](mailto:femedede@femedede.es). El envío irá acompañado de una carta de presentación en la que se solicite el examen del trabajo para su publicación en la Revista, se especifique el tipo de artículo que envía y se certifique por parte de todos los autores que se trata de un original que no ha sido previamente publicado total o parcialmente.

## 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.

## 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/>.

## Hoja de inscripción a SEMED-FEMEDE 2019

Nombre ..... Apellidos ..... DNI .....  
 Calle ..... N° ..... C.P. ....  
 Población ..... Provincia .....

Tel. .... Fax ..... e-mail ..... Titulación .....

### La cuota anual de SEMED-FEMEDE

- 75€ Incluye la recepción de los seis números anuales de la Revista Archivos de Medicina del Deporte y pertenecer a SEMED-FEMEDE
- 99€ Incluye lo anterior y pertenecer a una Asociación regional que rogamos señale a continuación
- 30€ Estudiantes de Ciencias de la Salud (a justificar)  
MIR en Medicina del Deporte (a justificar)
- Andalucía (AMEFDA)     Canarias     Cataluña     EKIME (P. Vasco)  
 Andalucía (SAMEDE)     Cantabria     Galicia     Rioja  
 Aragón     Castilla La Mancha     Murcia     Valencia  
 Baleares     Castilla León     Navarra

### Orden de pago por domiciliación bancaria

Nombre y apellidos ..... DNI .....  
 Sr. Director del Banco o Caja .....  
 Oficina ..... Sucursal ..... Calle ..... N° .....  
 Población ..... Provincia ..... C.P. ....

Firma titular	
Fecha	

Le ruego cargue anualmente en mi cuenta N°

Entidad					Oficina					D.C.		N° Cuenta o Libreta								

**RECORTE POR LA LÍNEA DE PUNTOS Y ENVÍE EL BOLETÍN A LA SIGUIENTE DIRECCIÓN**  
 Sociedad Española de Medicina del Deporte: Apartado 1207 - 31080 Pamplona (España). Fax: 948 171 431.

## Hoja de suscripción a Archivos de Medicina del Deporte 2019

- Importe suscripción (Dto. librerías 20%)**
- 100€ España (IVA incluido)     150€ Ultramar por barco     Deseo recibir un ejemplar de muestra sin cargo  
 110€ Europa     200€ Ultramar aéreo
- Para suscripciones institucionales consultar precios

### Dirección de envío

Nombre ..... Apellidos ..... DNI .....  
 Calle ..... N° ..... Piso ..... C.P. ....  
 Población ..... Provincia ..... País .....  
 Tel. .... Fax ..... E-mail ..... Especialidad.....

### Forma de pago

- Adjunto cheque n° ..... a nombre de Esmón Publicidad por ..... euros.
- Transferencia bancaria     Domiciliación bancaria

Titular ..... DNI .....

Firma titular	
Fecha	

Entidad					Oficina					D.C.		N° Cuenta o Libreta								

**RECORTE POR LA LÍNEA DE PUNTOS Y ENVÍE EL BOLETÍN A LA SIGUIENTE DIRECCIÓN**  
 Archivos de Medicina del Deporte: Balmes 209, 3º 2º. 08006 Barcelona. Tel: +34 93 2159034

# 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 aúna 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](mailto:info@ucam.edu)



**UCAM**  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE MURCIA