

Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

ISSN: 0212-8799

193

Volumen 36(5)
Septiembre - Octubre 2019



ORIGINALES

Characteristics of physical activity during recess: an analysis with Galician Elementary and Secondary Education students

Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural de voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo: estudio piloto

Short-term tapering prior to the match: external and internal load quantification in top-level basketball

Vulnerabilidad psicológica a la lesión. Perfiles según la modalidad deportiva

Hormonal changes in acclimatized soldiers during a march at a high altitude with mountain skis

REVISIONES

Efecto de la suplementación con creatina en la capacidad anaeróbica: un meta-análisis

Disfunción reproductiva por entrenamiento físico: el "hipogonadismo masculino producto del ejercicio"



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 μ L
Volumen de sangre capilar

10 segundos
Tiempo de medición



BIOLaster 
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

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

Tel. +34 976 02 45 09

femedede@femedede.es

www.femedede.es

Correspondencia:

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

archmeddeporte@semede.es

http://www.archivosdemedicinadeldeporte.com/

Publicidad

ESMON PUBLICIDAD

Tel. 93 2159034

Publicación bimestral

Un volumen por año

Depósito Legal

Pamplona. NA 123. 1984

ISSN

0212-8799

SopORTE válido

Ref. SVR 389

Indexada en:

EMBASE/Excerpta Medica, Índice

Médico Español, Sport Information Resource

Centre (SIRC), Índice Bibliográfico Español de

Ciencias de la Salud (IBECS),

Índice SJR (SCImago Journal Rank), y SCOPUS

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



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

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

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

Archivos de medicina del deporte

Revista de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

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

Director

Pedro Manonelles Marqueta

Editor

Miguel E. Del Valle Soto

Administración

Carmen Gutiérrez Deza

Adjunto a dirección

Oriol Abellán Aynés

Comité Editorial

Norbert Bachl. Centre for Sports Science and University Sports of the University of Vienna. Austria. **Araceli Boraita.** Servicio de Cardiología. Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de deportes. España. **Mats Borjesson.** University of Gothenburg. Suecia. **Josep Brugada Terradellas.** Hospital Clinic. Universidad de Barcelona. España. **Nicolas Christodoulou.** President of the UEMS MJC on Sports Medicine. Chipre. **Dimitri Constantinou.** University of the Witwatersrand. Johannesburgo. 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



Archivos

de medicina del deporte

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

Sumario / Summary

Editorial

Cuantificación y descripción del ejercicio físico

Quantification and Description of Physical Exercise

Howard G. Knuttgen.....273

Originales / Original articles

Characteristics of physical activity during recess: an analysis with Galician Elementary and Secondary Education students

Características de la actividad física en el recreo: un análisis con alumnado gallego de educación primaria y secundaria

Myriam Alvariñas-Villaverde, Margarita Pino-Juste, Jorge Soto-Carballo.....276

Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural de voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo: estudio piloto

Effects of a neuromuscular training on postural control in college volleyball players with functional ankle instability: pilot study

Eduardo Guzmán-Muñoz, Mayara Daigre-Prieto, Katherine Soto-Santander, Yeny Concha-Cisternas, Guillermo Méndez-Rebolledo, Sergio Sazo-Rodríguez, Pablo Valdés-Badilla..... 283

Short-term tapering prior to the match: external and internal load quantification in top-level basketball

Tapering a corto-plazo antes del partido: cuantificación de carga externa e interna en baloncesto de élite

Luka Svilar, Julen Castellano, Igor Jukic, Daniel Bok..... 288

Vulnerabilidad psicológica a la lesión. Perfiles según la modalidad deportiva

Psychological vulnerability to the injury. Profiles according to the sport modality

Joel M. Prieto Andreu..... 296

Hormonal changes in acclimatized soldiers during a march at a high altitude with mountain skis

Cambios hormonales en soldados aclimatados durante una marcha en gran altitud con esquí de montaña

Claudio Nieto Jimenez, Jorge Cajigal Vargas, José Naranjo Orellana..... 302

Revisiones / Reviews

Efecto de la suplementación con creatina en la capacidad anaeróbica: un meta-análisis

Effect of creatine supplementation in anaerobic capacity: a meta-analysis

Andrea Quirós-Quirós, Judith Jiménez-Díaz, Juan D. Zamora-Salas.....310

Disfunción reproductiva por entrenamiento físico: el “hipogonadismo masculino producto del ejercicio”

Reproductive Dysfunction from Exercise Training: The “Exercise-Hypogonadal Male Condition”

Amy R. Lane, Carlos A. Magallanes, Anthony C. Hackney.....319

Libros / Books..... 323

Agenda / Agenda.....324

Normas de publicación / Guidelines for authors..... 328

Cuantificación y descripción del ejercicio físico

Quantification and Description of Physical Exercise

Howard G. Knuttgen

Departamento de Medicina Física y Rehabilitación. Harvard University Medical School. Harvard University Medical School, Boston, Massachusetts, USA.

El ejercicio físico es una modalidad terapéutica fundamental en la práctica de la medicina del deporte, la medicina física, y la rehabilitación que puede describirse como una actividad muscular planificada, estructurada, repetitiva y con el propósito de mejorar la capacidad de movimiento funcional. Se ha demostrado que el ejercicio beneficia a pacientes con una amplia variedad de afecciones como lesiones neurológicas, afecciones musculoesqueléticas, enfermedades cardiorrespiratorias, cáncer y muchas otras. Además, es practicado por personas con una amplia variedad de discapacidades y atletas paralímpicos. El ejercicio incluye combinaciones de acciones musculares esqueléticas concéntricas, excéntricas e isométricas¹. En consonancia con la estandarización de los procedimientos en la presentación de informes de diversos tipos de investigación y el aumento de los requisitos para la preparación de manuscritos científicos, es de vital importancia que los investigadores se ajusten a la terminología estándar. Si no se utiliza la terminología y las mediciones adecuadas se puede afectar negativamente la comunicación. La necesidad de una terminología estándar también es evidente en entornos clínicos donde diferentes profesionales de la salud deben comunicarse y discutir las intervenciones de rehabilitación.

El sistema internacional de unidades

Presentado por primera vez en 1960, el sistema internacional (SI)² ha sido aceptado universalmente como el sistema para describir y cuantificar el ejercicio. Las unidades empleadas para cuantificar el ejercicio son masa (gramos, kilogramos), fuerza (Newtons), energía (Julios), trabajo (Julios), calor (Julios), distancia (metros), torque (newton-metros), volumen (litros), tiempo (horas, minutos, segundos) y potencia (Vatios) (Tabla 1). El Newton es la unidad básica de fuerza, pero rara vez se presenta en la literatura de investigación porque las planchas de máquinas para ejercicio de fortalecimiento se fabrican y etiquetan en términos de sus kilogramos de masa. La fuerza para levantar 1 kg de masa contra la gravedad es igual a 9.81 N en la mayor parte de la superficie terrestre.

Energía, trabajo, y calor están interrelacionados y, por lo tanto, tienen la misma unidad de cuantificación, el Julio (Joule). En relación con el ejercicio, se ajustan a la ecuación: Energía (J) = Trabajo (J) + Calor (J). La energía liberada en las células musculares esqueléticas activas para producir el movimiento del cuerpo puede resultar en la realización de un trabajo mecánico. Si no se realiza ningún trabajo como resultado

Tabla 1. Ciertas unidades base y derivadas del SI.

Cantidades	Unidades	Símbolos
Longitud	centímetro, metro, kilómetro	cm, m, km
Tiempo	segundo, minuto, hora	s, min, h
Masa	gramo, kilogramo	g, kg
Volumen	litro	l
Fuerza	Newton	N
Trabajo	Joule	J
Energía	Joule	J
Calor	Joule	J
Potencia	Watt	W

de la actividad muscular, toda la energía se evidenciará como calor. Para el desempeño humano dinámico, la eficiencia mecánica típica es del 20% y resultaría en 5 J de energía produciendo 1 J de trabajo y 4 J de calor corporal.

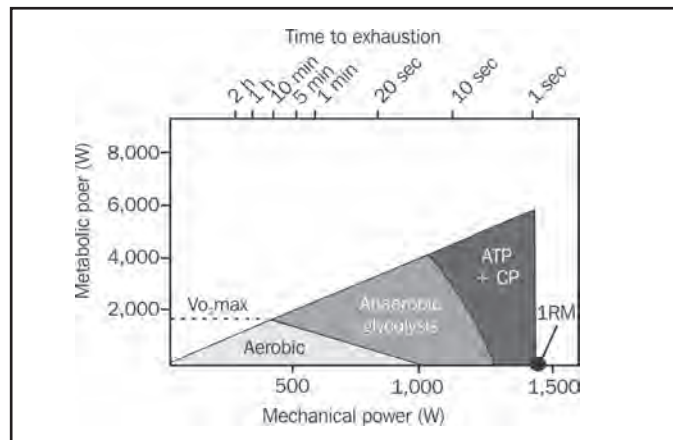
Rendimiento humano

La fuerza máxima puede medirse para cada movimiento del cuerpo humano y, en parte, depende de la velocidad del movimiento. Un sistema de evaluación de la fuerza y diseño del programa de ejercicios fue presentado en 1945 como el sistema de la Repetición Máxima por DeLorme³. La evaluación de la capacidad de una persona para ejercer fuerza o torsión mediante pesas libres o una máquina de ejercicios se determina como la fuerza o torsión resistiva que apenas se puede realizar un número dado de repeticiones (R) y se denomina "repetición máxima" (RM). La resistencia más alta que se puede desarrollar una sola vez a través del rango completo de movimiento de una articulación se identifica como la 1RM para ese movimiento particular y se define como la fuerza de un individuo para el movimiento. La resistencia muscular para un movimiento a menudo se cuantifica como el peso con el que un individuo apenas puede realizar un número dado de repeticiones (por ejemplo, 10RM).

El ejercicio aeróbico que involucra actividad de músculos grandes como el caminar, correr, pedalear en bicicleta, esquiar a campo traviesa, hacer ejercicio en cintas de correr, máquinas elípticas, máquinas de

Correspondencia: H.G. Knuttgen
E-mail: hknuttgen@partners.org

Figura 1. Relación de las fuentes de potencia metabólica frente a la potencia mecánica para el ejercicio de las piernas de un sujeto masculino de 80 kg en un cicloergómetro a una velocidad pedaleo de 60 / min. La coordenada horizontal superior presenta el tiempo de agotamiento en los distintos niveles de potencia mecánica.



remo, ciclos de ejercicio y otras máquinas de ejercicios de resistencia depende en gran medida de la entrega de oxígeno desde los pulmones, a los músculos activos.

Utilizando un ergómetro especial para la realización del ejercicio de ciclismo de piernas⁴, es posible evaluar a los sujetos a través de todo el rango de producción de potencia durante el ejercicio de larga duración (por ejemplo, 20 minutos o más) hasta el mayor desarrollo de fuerza y torsión (como en el sistema RM). En la Figura 1, se presenta la potencia metabólica en relación a la potencia mecánica que el sujeto transfiere al ergómetro de ejercicios. La potencia metabólica se produce en las células musculares a través del metabolismo aeróbico de los carbohidratos y las grasas, a través del metabolismo anaeróbico (con producción de ácido láctico), o directamente de los fosfatos de alta energía (ATP y CP) como dependientes de la intensidad del ejercicio.

A menor intensidad del ejercicio, los músculos proporcionan energía exclusivamente a través del metabolismo aeróbico de los carbohidratos y las grasas (en este ejemplo hasta 450 W de potencia mecánica). El metabolismo aeróbico se mide mediante espirometría y se identifica como la tasa de captación de oxígeno en los pulmones y se refiere al VO_2 (l / min). A medida que el sujeto se acerca al consumo máximo de oxígeno ($VO_{2,max}$), los músculos se vuelven cada vez más hacia el metabolismo anaeróbico de los carbohidratos con la producción y aparición de ácido láctico en los músculos y en la sangre circulante. Entre 450 W y 1,300 W, la potencia para el ejercicio se basa principalmente en la glucólisis anaeróbica. Por encima de 1,000 W y durante el ejercicio hasta el agotamiento en menos de 20 s, la potencia se basa cada vez más en la energía de los fosfatos de alta energía, ATP y CP, que se almacenan en las células musculares.

Prescripción de ejercicio

La mayoría de los programas de ejercicios de acondicionamiento y rehabilitación están orientados al desarrollo de la fuerza, a la aptitud

aeróbica (cardiovascular) o a una combinación de los dos⁵. Debido a que el rendimiento de la fuerza y el rendimiento aeróbico se ubican en los extremos opuestos del continuo de potencia muscular (Figura 1), el diseño de un programa debe ser muy específico en relación con el ejercicio que se realizará. Esto incluye la intensidad, la duración, la frecuencia (diaria y semanal) y el tipo de ejercicio para lograr resultados óptimos. Los programas de ejercicios de fuerza incluyen entrenamiento con pesas libres o el uso de máquinas de resistencia, en ambos casos con ejercicios que se limitan a unas pocas repeticiones en un conjunto (generalmente menos de 20) antes del agotamiento. El ejercicio aeróbico consiste en ejercicios realizados durante períodos prolongados (por ejemplo, de 10 a 40 minutos) con una gran actividad muscular que implica cientos o miles de repeticiones consecutivas que desafían el suministro de oxígeno a los músculos activos. Las adaptaciones fisiológicas crónicas y las variables en el diseño del programa son altamente específicas para el tipo de ejercicio realizado.

El rendimiento del ejercicio de fuerza se relaciona principalmente con el reclutamiento de células o fibras del músculo esquelético tipo 2 (contracción rápida) que responderán al entrenamiento sistemático al aumentar el área transversal, la capacidad metabólica anaeróbica y la capacidad para el desarrollo de la fuerza. El ejercicio aeróbico se basa en las células o fibras musculares Tipo 1 (contracción lenta) y se puede esperar que los programas de entrenamiento apropiados mejoren tanto los procesos oxidativos en las células como la capacidad del sistema cardiorrespiratorio para suministrar oxígeno.

Utilizando el rendimiento del sujeto en la Figura 1, el ejercicio para mejorar el rendimiento aeróbico y la capacidad cardiovascular involucraría el rango de potencia de 300 a 450 W que este sujeto pudiera mantener durante muchas horas a unos pocos minutos. La prescripción de ejercicio de fuerza implicaría un ejercicio de rendimiento en el rango de 1,000 a 1,400 W (por ejemplo, 20RM - 1RM). Las pruebas de varios otros movimientos y los músculos relacionados producirían una amplia variedad de valores de potencia y deben determinarse mediante pruebas específicas.

El término "trabajo" (en inglés, "work") nunca debe emplearse como una alternativa al término "ejercicio" porque se define específicamente en el SI como el producto de la fuerza y el desplazamiento y no de la actividad muscular continua. El término "carga de trabajo" ("work load") no debe emplearse cuando la unidad de medida presentada es "potencia" (W). La estricta adhesión a las definiciones del SI asegurará la estandarización de la terminología y hará que la comunicación científica sea más fácil de entender para otros.

Bibliografía

1. Cavanagh PR. On "muscle action" vs "muscle contraction". *J Biomech.* 1988;21:69.
2. Bureau International des Poids et Mesures. Le Système International d'Unités (SI), 3rd ed. 1977; Sèvres, France.
3. DeLorme TL. Restoration of muscle power by heavy resistance exercises. *J Bone Jt Surg.* 1945;27:645-67.
4. Knuttgen HG, Patton JF, Vogel JA. An ergometer for concentric and eccentric muscular exercise. *J Appl Physiol.* 1982;53(3):784-8.
5. Knuttgen HG. Strength Training and Aerobic Exercise: Comparison and Contrast. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):973-8.

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

Characteristics of physical activity during recess: an analysis with Galician Elementary and Secondary Education students

Myriam Alvariñas-Villaverde^{1,2,3}, Margarita Pino-Juste^{1,2,4}, Jorge Soto-Carballo^{1,2,5}

¹Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte, Universidad de Vigo, Pontevedra. ²Grupo de investigación en Educación, Actividad Física y Salud (GIES10), Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IIS Galicia Sur). ³SERGAS-UVIGO. ⁴Licenciada en Educación Física. Doctora en Educación Física. ⁵Licenciada en Filosofía y Ciencias de la Educación. Doctora en Ciencias de la Educación. ⁶Licenciado en Filosofía y Ciencias de la Educación. Doctor en Pedagogía.

Recibido: 28/06/18
Aceptado: 26/11/18

Summary

Introduction: The analysis of the characteristics of physical activity during recess is highly important in the fight against childhood obesity rates and the sedentary lifestyle at an early age. There is a need to broaden the knowledge on this topic, delving into the types of activities, their intensity, the geographical area in which they are carried out, etc. Thus, the purpose of this study was to examine the characteristics of physical activity during recess in the last two years of Elementary Education and Compulsory Secondary Education in schools of the Atlantic axis.

Material and method: The study involved 707 students from Galicia (Spain). 49,08% were male students with an average age of 13.25 ± 1.76 years and 50,91% were female students, with an average age of 13.22 ± 1.77 years. The independent variables were sex, educational level and grade. The dependent variables included the activities performed during recess and their intensity. Data collected used the Recess Physical Activity Recall (Martínez-Gómez *et al.*, 2010) instrument.

Results: It was found that recess time was basically spent eating, resting, going down or up the stairs. Girls played mostly sports for the fun of it and walked more. Boys practiced more competitive sports. The intensity of physical activity was low, with male students and elementary school students being significantly more active.

Conclusions: The time that students spend practicing sports is very limited. The choice of sports is different depending on the sex. The highest activity rates occur after the first ten minutes and are maintained until the end of recess. Greater efforts are needed to change the culture of recreation, optimize time and redesign spaces, placing the focus especially on women and Secondary Education students.

Key words:

Playground. Physical activity levels. Promoting exercise.

Características de la actividad física en el recreo: un análisis con alumnado gallego de educación primaria y secundaria

Resumen

Introducción: El análisis de las características de la actividad física durante el recreo es de gran importancia en la lucha contra las tasas de obesidad infantil y el estilo de vida sedentario en edades tempranas. Se necesita ampliar el conocimiento sobre este tema, profundizando en la tipología de actividades, su intensidad, la zona geográfica, etc. Por ello, el objetivo de este estudio fue examinar las características de la actividad física durante el recreo en los dos últimos cursos de Educación Primaria y en Educación Secundaria Obligatoria en centros del eje atlántico.

Material y método: El estudio incluyó a 707 estudiantes de Galicia (España). El 49,08% son varones con una edad media de $13,25 \pm 1,76$ años y el 50,91% son mujeres, con una edad media de $13,22 \pm 1,77$ años. Las variables independientes fueron sexo, etapa educativa y curso. Las variables dependientes incluyeron las actividades realizadas durante el recreo y su intensidad. El instrumento utilizado para la recogida de datos fue el *Recess Physical Activity Recall* (Martínez-Gómez *et al.*, 2010).

Resultados: El tiempo de recreo se pasaba básicamente comiendo, descansando, bajando o subiendo las escaleras. Las niñas practicaban fundamentalmente deportes con un objetivo no competitivo (para divertirse) y caminaban más. Los niños practicaron más deportes competitivos. La intensidad de la actividad física fue baja, siendo los varones y el alumnado de primaria significativamente más activos.

Conclusiones: El tiempo que el alumnado dedica a ejercitarse en deportes es muy bajo. La elección de deportes es diferente en función del sexo. Los mayores índices de actividad se producen pasados los diez primeros minutos y se mantienen hasta el final. Son necesarios mayores esfuerzos para cambiar la cultura del recreo, optimizar el tiempo y rediseñar los espacios, poniendo el foco de atención especialmente en las mujeres y el alumnado de Educación Secundaria.

Palabras clave:

Recreos. Niveles de actividad física. Promoción del ejercicio.

Correspondencia: Myriam Alvariñas-Villaverde
E-mail: myalva@uvigo.es

Introduction

The importance of physical activity for health is thoroughly proven. It reduces the incidence of cardiovascular diseases, diabetes, hypertension, obesity, depression, osteoporosis and some forms of cancer¹. Obesity is currently a high-prevalence health problem, which affects the body in multiple ways². For this reason, in recent years, there has been an urgent need to implement educational interventions to reduce excess weight in children and youth³⁻⁵.

For years, the European institutions have warned that many children only engage in physical activity (PA) during school hours⁶. At school, in addition to the amount of hours dedicated to Physical Education, students have recess multiple times throughout the day as a resource for the promotion of a healthy lifestyle. Recess can be defined as a non-curricular break period between classes, where students engage in leisure activities⁷. It often includes lunchtime⁸. Therefore, it refers to a resting time frame, while the playground is the recreational area.

Over the past decade, many researchers have emphasized the importance of recess as an opportunity to increase physical and sport activities⁹⁻¹².

It is well known that the World Health Organization¹³ advises Elementary and Secondary Education students to perform daily PA in the form of games, sports, travel, recreational activities, etc. in the context of family, school and community. It particularly recommends at least 60 minutes of moderate-to vigorous-intensity PA (MVPA) each day; it also recommends aerobic exercises and movements that reinforce muscles and bones at least three times a week. Pate *et al.*¹⁴ have suggested that at least half of the recommended MVPA for health reasons could be carried out in the school context. Lopes *et al.*¹⁰ have also drawn the same conclusion, pointing out that this is an achievable goal.

The inclusion of PA during recess may have significant implications for health and physical, social and cognitive development, as shown by Serra¹⁵ in a review of different studies. So that playtime could contribute to the daily PA, it should be of moderate intensity for at least 40% of the time⁷.

Therefore, the analysis of the characteristics of PA during recess is highly important in the fight against childhood obesity rates^{16,17} and the sedentary lifestyle at an early age¹⁸ since during this period everyone has the opportunity of being physically active⁸. Actually, the study carried out by Martínez *et al.*¹⁹ has shown that recess highly contributes to the weekly amount of PA that students perform. In the same vein, although only related to male subjects, the work conducted by Aznar *et al.*²⁰ has indicated the existence of high peaks of MVPA, which corresponds to school playtime.

Despite this, as shown by Frömel *et al.*²¹ the information on the type of physical activity and its intensity during recess is insufficient. Hence, the need to expand the knowledge on this subject, taking into account different variables of influence. One of them is related to the study of these issues in different geographical areas; for example, in Spain, in different autonomous communities or provinces, since the climatological and cultural characteristics are different.

Therefore, the research problem focuses on characterizing the type of activities and their intensity, depending on variables such as gender or the educational stage in a Galician area; in particular, the Atlantic

axis (Pontevedra and A Coruña). Therefore, and as an objective, this study focuses on analyzing the characteristics of physical activity during recess in the last two years of Elementary Education and Compulsory Secondary Education in schools of the Atlantic axis.

Material and method

A quasi-experimental cross-sectional study was performed by means of a non-probability convenient sampling technique, where the independent variables were sex, educational level and grade. The dependent variables included the activities performed during recess and their subjective intensity of PA.

Participants

The study involved 707 students from Elementary and Secondary schools in the Atlantic axis of the Autonomous Community of Galicia (Spain). The Atlantic axis covers the provinces of Pontevedra and A Coruña, which have about 944.346, and 1.122,799 inhabitants, respectively. Its coast, where most of the Galician productive sector is located, is bathed by the Atlantic Ocean.

The schools were selected randomly and the sampling was intentional. There were six participating schools, all of them located in an urban area, with the classrooms on the second floor. Out of these, three belonged to the province of Pontevedra, and three to the province of A Coruña. Likewise, in each province, two were Early Childhood and Elementary Education schools, and one Secondary Education school.

49.08% of the participants were male students with an average age of 13.25 ± 1.76 years and 50.91% were female students, with an average age of 13.22 ± 1.77 years. 229 were enrolled in 5th and 6th grade of Elementary Education, 248 were enrolled in 1st and 2nd grade of Compulsory Secondary Education and, finally, 230 were enrolled in 3rd and 4th grade of Compulsory Secondary Education.

Instrument

For the collection of data, the Recess PA Recall (RPAR) elaborated by Martínez-Gómez *et al.*²² was employed. This questionnaire divides recess into 5-minute fractions, and for each fraction participants had to indicate the type of activity that had been performed and with what intensity: very mild, mild, moderate and vigorous. The activities were codified and grouped into five categories (eating, active transportation, rest, hobbies, and physical activities). In addition, participants were provided with the option of adding new activities.

The used test (Martínez-Gómez *et al.*)²² has a limited impact, although there is the advantage that it is a study of validity on the Spanish population.

Procedure

The study was conducted according to the ethical standards established by the Declaration of Helsinki (revised by the Declaration of Hong Kong, September 1989) and in agreement with the recommendations of EEC - Good Clinical Practice (Document 111/3976/88, July 1990) and with the Spanish legislation in force governing research.

The questionnaire was collectively administered during regular school hours, during the academic year 2016-2017. It is administered only once, during the winter season; given the Galician climate, we assumed that we could start from that point, considering that less physical activity is performed at this time. In the future, the same study should be performed in spring or summer, to observe whether there are any differences. After communicating the appropriate instructions and once the informed consent form was signed (by school and families), all students voluntarily completed the requested information.

Data analysis

First, a descriptive analysis was carried out for the items, showing the mean, standard deviation, as well as the asymmetry and kurtosis indices used to assess the normal behavior of variables.

Pearson's χ^2 tests were performed to determine the association between the nominal variables, Student's *t*-tests to compare independent means for continuous dichotomous variables, and ANOVA for polytomous variables with a significance level of $p < .05$. Subsequently, the relationship between the different levels of PA intensity during successive recesses were analyzed using Pearson's correlation coefficients.

Data analysis was performed using the SPSS 23.0 statistical package.

Results

Considering that in Elementary Education there is only one 30-minute recess and in Secondary Education two 20-minute recesses, the

analysis focused on the activity during the first 20 minutes in both stages in order to compare them.

In the first five minutes the activity consists of going down the stairs and having a sandwich. After 10 or 15 minutes, the fundamental activity consists of walking, but also of playing games for fun and competitive sports. Finally, at minute 20, these games continue, students rest and go up the stairs. It is important to note that resting was always codified as a very light activity.

Since the temporal characteristics of the recess in Elementary and Secondary schools are not the same, the differences between them were analyzed within five and twenty minutes (Table 1).

The differences between educational levels are significant. Students usually spend the recess time eating, resting, going down or up the stairs. The number of students who engage in competitive and fun sports is very low. The performance of physical and sport activities is substantially higher within 20 minutes than within 5, both in Elementary and Secondary Education. In Elementary Education, a greater number of students practice competitive sports, regardless of the time frame (Table 1).

The proportion of students participating in activities differs according to gender ($\chi^2 = 77.45, df = 2, p < .001$). Girls play more sports for the fun of it and walk more. Boys practice more competitive sports (Table 2).

The intensity of the PA performed is relatively low, since its trend is 2 (mild). It is obviously higher as recess progresses, becoming lower over the final minutes. In terms of asymmetry values, it was observed that the bias was positive in all cases except at minute 15. Hence, one can state that this distribution has an asymmetric tail extending toward negative values; that is, it tends to be skewed to the right side of the mean, where there are high values, but only at minute 15. On the con-

Table 1. Frequency and percentage of activities performed within 5 and 20 minutes, compared by educational level.

	Frequency and percentage of activities within 5 minutes				χ^2	Frequency and percentage of activities within 20 minutes				χ^2
	Secondary Education		Elementary Education			Secondary Education		Elementary Education		
	Freq.	%	Freq.	%		Freq.	%	Freq.	%	
Eating	151	78.2	42	21.8	42	85.74	7	14.3		
Walking	78	60.9	50	39.1	55	80.9	13	19.1		
Going up the stairs	13	54.2	11	45.8	85	94.4	5	5.6		
Going down the stairs	137	67.1	67	32.9	20	80	5	20		
Resting	18	81.8	4	18.2	71	82.6	15	17.4		
Listening to music	2	100	0	0	3	75	1	25		
Playing video-games	0	0	0	0	4	80	1	20		
Talking on the cell phone	4	100	0	0	16	100	0	0		
Reading	3	50	3	50	7	46.7	8	53.3		
Studying or doing homework	5	71.4	2	28.6	12	70.6	5	29.4		
Walking to exercise	4	80	1	20	.0001	11	64.7	6	35.3	.0001
Running	11	50	11	50		18	53	16	47	
Skating	1	100	0	0		5	50	1	50	
Dancing	0	0	0	0		4	83.3	4	16.7	
Games and sports (for fun)	16	64	9	36		63	52.1	58	47.9	
Competitive games and sports	14	35.9	25	64.1		32	32.7	66	67.3	
Others	21	84	4	16		30	62.5	18	37.5	

Note. $p < .01$.

Table 2. Activities carried out up to Minute 20 according to sex.

		Sex		Total
		Male	Female	
Eating	Freq.	20	29	49
	%	5.8%	8.1%	6.9%
Walking	Freq.	26	42	68
	%	7.5%	11.7%	9.6%
Going up the stairs	Freq.	45	45	90
	%	13.0%	12.5%	12.7%
Going down the stairs	Freq.	6	19	25
	%	1.7%	5.3%	3.5%
Resting	Freq.	39	47	86
	%	11.2%	13.1%	12.2%
Listening to music	Freq.	3	1	4
	%	.9%	.3%	.6%
Playing video-games	Freq.	5	-	5
	%	1.4%	.0%	.7%
Talking on the cell phone	Freq.	8	8	16
	%	2.3%	2.2%	2.3%
Reading	Freq.	6	9	15
	%	1.7%	2.5%	2.1%
Studying or doing homework	Freq.	4	13	17
	%	1.2%	3.6%	2.4%
Walking (to exercise)	Freq.	10	7	17
	%	2.9%	1.9%	2.4%
Running	Freq.	11	23	34
	%	3.2%	6.4%	4.8%
Dancing	Freq.	3	5	8
	%	.9%	1.4%	1.1%
Skating	Freq.	1	5	6
	%	.3%	1.4%	.8%
Games/sports (for fun)	Freq.	56	65	121
	%	16.1%	18.1%	17.1%
Competitive games/sports	Freq.	82	16	98
	%	23.6%	4.4%	13.9%
Others	Freq.	22	26	48
	%	6.3%	7.2%	6.8%
Freq.		347	360	707
% of students' gender		100%	100%	100%
% of the total		49.1%	50.9%	100%

trary, the distribution of the other variables has a positive bias, thus their values tend to be skewed to the right side of the mean, where there are low values. In the case of kurtosis, it was found that all distributions were negative, thus the distribution of the sample is platykurtic, which means that the concentration of the values in the central region of the distribution is low (Table 3).

Table 4 shows the subjects of the sample, classified according to gender. Our study sample was made up of 360 girls and 347 boys, that is why one could say that gender representation was equitable.

In the Levene's test for equality of variances, the value of the Levene's *f* contrast statistic is *f* = .221 and its associated statistical significance is *p* = 0.638. Therefore, the equality of variances is fulfilled. In the Student's *t*-test, the value of the contrast statistic is *t* = 4.392 and its statistical

Table 3. Intensity of PA during the first 20 minutes.

	Intensity				
	Minute 5	Minute 10	Minute 15	Minute 20	Mean 20 M
Mean	2.05	2.28	2.44	2.43	2.2988
Median	2.00	2.00	3.00	2.00	2.2500
Trend	1	1	3	3	2.50
Standard deviation	.999	1.045	1.081	1.090	.81652
Asymmetry	.545	.203	-.020	.042	.070
Standard error of the asymmetry	.092	.092	.092	.092	.092
Kurtosis	-.827	-1.180	-1.286	-1.299	-.856
Standard error of the kurtosis	.184	.184	.184	.184	.184
Minimum	1	1	1	1	1.00
Maximum	4	4	4	4	4.00

Table 4. Difference of intensity means in the first 20 minutes of recess according to sex.

	Sample		Levene's test		Student's t-test	
	Boys (n = 347)	Girls (n = 360)	F	Sig.	t	Sig. (bilateral)
Intensity	2.434±.83	2.16±.78	.221	.63	4.39	.0001
Mean 20 M.						

Note. Values are presented as mean ± standard deviation.

Table 5. Difference of intensity means in the first 20 minutes according to grade.

	N	Mean	F	Sig.	Groups	Bonferroni Sig*
1st G-CSE	101	2.2822			5th G-PE	.003
					6th G-PE	.0001
2nd G-CSE	147	2.0969			5th G-PE	.0001
					6th G-PE	.0001
3rd G-CSE	121	1.9793			5th G-PE	.0001
					6th G-PE	.0001
4th G-CSE	109	2.0734			5th G-PE	.0001
					6th G-PE	.0001
5th G-PE	111	2.6734	21.776	.0001	1st G-CSE	.003
					2nd G-CSE	.0001
6th G-PE	118	2.7479			3rd G-CSE	.0001
					4th G-CSE	.0001
					1st G-CSE	.0001
					2nd G-CSE	.0001
					3rd G-CSE	.0001
					4th G-CSE	.0001

Note. * The mean difference is significant at the level of .05; Note. G-PE: Grade of Elementary Education; G-CSE: Grade of Compulsory Secondary Education.

Table 6. Difference of intensity means in the first recess according to students' educational level.

	Sample (n = 707)		Levene's test		Student's t-test	
	Elementary Education (n=229)	Secondary Education (n=478)	F	Sig.	t	Sig. (bilateral)
Activity intensity	2.73±.705	2.100±.774	7.146	.838	-10.49	.0001

significance is lower than .001. It is concluded, in this case, that there are significant differences in the average intensity of PA performed during recess, higher in boys than in girls.

Table 5 shows there are differences between grades with respect to the PA intensity ($f = 21.776$, sig. < .0001). This suggests that Elementary students perform higher-intensity PA for the first 20 minutes of recess than Secondary students.

If we take into account the total number of recess minutes in Elementary (30 minutes) and Secondary Education (20 minutes), it is observed that intensity is still higher in the former (Table 6).

Discussion

This study is a novel approach to determine the typology and intensity of PA during recess in the last two years of Elementary Education and Compulsory Secondary Education in schools of the Atlantic axis (Galicia, Spain). This applies despite the fact that its climatological and cultural characteristics are different from other communities, in which other studies were carried out on PA during recess in Spain^{20,23-26} and at international level²⁷⁻²⁹.

The interest of this study lies in the fact that, generally, the levels of activity at these ages are considerably lower than the recommended guidelines. This is important because in Elementary Education, 30 minutes of daily recess mean two and a half hours of possible PA each week, which is a very important percentage¹⁹. This amount of time is even longer in Secondary Education, as it exceeds three hours. In other words, recess can make a valuable contribution to the recommended 60 minutes of daily PA³⁰. It should be borne in mind that children are usually more active during school playtime compared to activities performed outside the school or on weekends³¹.

Our research proves that students usually spend the recess time eating, resting, going down or up the stairs and as recess progresses, they perform fun and competitive sports. However, these sports account for a rather small percentage. The intensity of this physical activity is low. The highest activity rates occur after the first ten minutes and are maintained until the end of recess. There is also an increase of the number of students who play games and sports, or dance starting from that time frame.

There are differences according to the educational level, Elementary students being more active. This difference in intensity between educational levels was confirmed by other studies^{20,23}. There were differences also between the first two grades of Secondary Education and the last two, as students of the first grades performed higher levels of PA¹⁵. The work conducted by Martínez-Gómez *et al.*²⁶ also revealed that

the group of younger adolescents was more active than the older group, but this difference occurs only in boys. On the other hand, Wollersheim and DiPerna³² compared sixth- and first-grade students and detected that sixth-grade males engaged in significantly more PA during recess.

On the other hand, as is often the case, it was observed that male students exhibit more sporting activity than female students. Recent studies, conducted in different countries, which focused on PA during recess according to gender, have reached the same conclusions. It has been stated that boys are physically more active than girls^{24,26, 33,34}. In any case, certain exceptions have been reported. As an exception, in a study conducted by Mota *et al.*³⁵, among students aged 8 to 10, girls were significantly more active than boys during recess. According to Martínez-Gómez *et al.*²² there were no differences according to gender in a group of adolescents aged between 12 and 14 years old.

It should be noted that girls play more sports for the fun of it and walk more. Boys practice more competitive sports. These data are in agreement with other literature contributions. There have always been differences in the type of activity in which boys and girls engage^{27,36}. In fact, boys often participate in moderate to vigorous team sports activities, which usually have a competitive element. Girls tend to be more involved in lower-intensity activities, such as talking, walking, or jumping rope²⁸.

Certain studies showed that boys saw recess as an opportunity to participate in competitive games, while girls saw it as an opportunity to socialize with friends³⁷. Therefore, it may seem logical to think that, given the intensity of PA during school recess, boys have a higher energy expenditure than girls^{25,19,15}.

The observed data suggest the need to increase the levels of physical activity, mainly in women and in Secondary Education. For this reason, and as preventive lines of action, the following recommendations are provided to redesign and boost recess time:

Regarding the agents involved:

- The educational community should be aware of its potential to be an active part of the change process of recess. Families can collaborate in the creation of new spaces, and reconditioning or re-adaptation of others. Family can also encourage students to make the most of recess times, by performing physical exercise.
- The teaching staff is a key element in the intervention programs that could be carried out. They are able to analyze the benefits of sports practice based on different variables, such as gender or grade, and implement strategies that favor the participation of all. In any case, it is worth mentioning that sometimes the intensity of physical activity during recess is higher without teachers' guidance⁹.

- Students are the focal point of the intervention processes. The figure of playground mediators or recess mediators will help to understand what factors limit the physical activity practice and to settle conflicts.
- Moreover, in our opinion, setting up the figure of recess time sports facilitator is of great interest. It would be a similar figure to that of game coordinator from the study conducted by Chin and Ludwig³⁸. This person's role would be to promote playgrounds as attractive environments for the performance of physical activity. In addition to an organization and supervision function, they could advise the school staff so that they could continue the work later in their absence. The *sports facilitator* can be employed by the municipal government or by health centers, and performs community health tasks.

Regarding time:

- Given the impact that recess may have on students' overall physical activity, an interesting alternative may be to lengthen the time spent performing it, and even increase the number of recesses. In addition, particular attention must be paid to the real time of practice, which should be as long as possible, and participation should take place from the very beginning.

Regarding space:

- The need to optimize the space during recess is very important. Molins-Pueyo³⁹ pointed out the poor and limited use of the playground as an educational space, falling short when it comes to deepening the possibilities offered. Students must have different possibilities in terms of space for the practice of physical activity. The existence of recreational areas should also be ensured when the weather conditions do not allow practicing outdoors.
- The space could be redesigned considering simple alternatives, such as painting floors or walls. Stratton and Mullan³⁴ concluded in their study that painting playgrounds with multicolored marks was a low-cost method to increase the percentage of time spent on MVPA.
- In terms of gender, Lamedona and Huertas²⁵ have pointed out measures beneficial for girls, such as: facilitating a play area to avoid the tendency of boys to take up spaces, offering tasks of separate space use, or performing activities indoors.

Regarding materials:

- Facilitating the use of Physical Education material is a strategy that can be very motivating. These materials offer a possibility to carry out more physical and sport activities, educate students in values, and favor the interpersonal relations among peers⁴⁰. This was verified by Lopes *et al.*¹⁰ or Verstraete *et al.*⁴¹, providing sports equipment during recess. This resulted in a significant increase in the percentage of time spent on PA.
- In addition, using disposable materials is another formula to create a playground that encourages motor learning. Reusing materials such as tires or cylindrical containers, making them part of the playground furniture can be a practical and cheap option, as well as of a high pedagogical value.

Regarding contents:

- When it comes to programming recess improvement interventions, contents should be diversified, based on students' interests. Preference

for sports practice varies depending on gender, age or ability. The existing possibilities of participation, organized according to resources available in the environment, should be equitable. Certain positive action measures may also be interesting, for encouraging secondary education girls to practice physical activity.

As a limitation of the present study, and also as a future line of work, the use of accelerometers should be considered, as they would provide more objective data for the group under study. In addition, it would be interesting to check in further research the characteristics of practice in other seasons.

Conclusions

School recesses could be relied on to increase PA levels and, consequently, as a disease prevention factor. The time that students spend practicing sports is very limited. The choice of sports is different depending on the sex. The highest activity rates occur after the first ten minutes and are maintained until the end of recess. The culture of recess should be changed and redesigned so that it could become more attractive for activity practice placing the focus especially on women and Secondary Education students. Recommendations are made regarding the agents involved, spaces, time, materials and contents used.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

1. Lee M, Shiroma E, Lobelo F, Puska P, Blair S, Katzmarzyk P. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012;380(9838):219-29.
2. Zhang L, Qin LQ, Liu AP, Wang PY. Prevalence of risk factors for cardiovascular disease and their associations with diet and physical activity in suburban Beijing, China. *J Epidemiol*. 2010;20(3):237-43.
3. Del Águila CM. Obesity in children: risk factors and strategies for its prevention in Peru. Obesidad en el niño: factores de riesgo y estrategias para su prevención en Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2017;34(1):113-8.
4. Lineros-González C, Marcos-Marcos J, Ariza C, Hernán-García M, Previene G. The importance of the process in evaluating the effectiveness of a childhood obesity campaign. *Gac Sanit*. 2017;31(3):238-41.
5. Rajmil L, Bel J, Clofent R, Cabezas C, Castell C, Espallargues M. Clinical interventions in overweight and obesity: a systematic literature review 2009-2014. *An Pediatr*. 2017;86(4):197-212.
6. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Physical activity levels among children aged 9–13 years-United States, 2002. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2003;52(33):785-8.
7. Ridgers ND, Stratton G, Fairclough S. Physical activity levels of children during school playtime. *Sports Med*. 2006;36(4):359-71.
8. Parrish AM, Okely AD, Stanley RM, Ridgers ND. The effect of school recess interventions on physical activity. A systematic review. *Sports Med*. 2013;43:287-99.
9. Hall-López JA, Ochoa-Martínez PY, Zuñiga R, Monreal LR, Sáenz-López P. Moderate-to-vigorous physical activity during recess and physical education among Mexican elementary school students. *Retos*. 2017;31:137-9.
10. Lopes L, Lopes V, Pereira B. Physical activity levels in normal weight and overweight Portuguese children: an intervention study during an elementary school recess. *Int Electron J Health Educ*. 2009;12:175-84.
11. Mays-Woods A, Graber K, Daum D. Children's recess physical activity: movement patterns and preferences. *J Teach Phys Educ*. 2012;31:146-62.

12. Ridgers ND, Fairclough SJ, Stratton G. Variables associated with children's physical activity levels during recess: the A-CLASS Project. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010;7(74).
13. World Health Organization. *Global recommendations on Physical Activity for Health.* Geneva. World Health Organization; 2010. p. 18-20.
14. Pate RR, Davis MG, Robinson TN, Stone EJ, McKenzie TL, Young JC. Promoting physical activity in children and youth – a leadership role for schools – a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation.* 2006;114:1214-24.
15. Serra JR. Análisis de la práctica de actividad física durante el recreo escolar en adolescentes de la provincia de Huesca. *Arch Med Deporte.* 2014;31(4):257-62.
16. Estudio ALADINO 2015. *Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2015.* Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad; 2016. p. 17.
17. Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, Sánchez MJ. Prevalencia de la obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Rev Esp Cardiol.* 2012;66(5):371-6.
18. Janssen I, LeBlanc A. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010;7(40):1-16.
19. Martínez J, Aznar S, Contreras O. El recreo escolar como oportunidad de espacio y tiempo saludable. *RIMCAFD Rev Int Cienc Act Fis Deporte.* 2015;15(59):419-32.
20. Aznar S, Naylor PJ, Silva P, Pérez M, Angulo T, Laguna M, et al. Patterns of physical activity in Spanish children: a descriptive pilot study. *Child Care Health Dev.* 2011;37(3):322-8.
21. Frömel K, Svozil Z, Chmelík F, Jakubec L, Groffík D. The role of physical education lessons and recesses in school lifestyle of adolescents. *J Sch Health.* 2016;86(2):143-51.
22. Martínez-Gómez D, Calabro MA, Welk GJ, Marcos A, Veiga OL. Reliability and validity of a school recess physical activity recall in Spanish youth. *Pediatr Exerc Sci.* 2010;22(2):218-30.
23. Calahorra-Cañada F, Torres-Luque G, López-Fernández I, Carnero EA. Análisis fraccionado de la actividad física desarrollada en escolares. *J Sport Psychol.* 2015;2:373-9.
24. Escalante Y, Backx K, Saavedra J, García-Hermoso A, Domínguez A. Relación entre actividad física diaria, actividad física en el patio escolar, edad y sexo en escolares de educación primaria. *Rev Esp Salud Pública.* 2011;85(5):481-9.
25. Lamóneda J, Huertas FJ. Análisis de la práctica deportiva-recreativa a través de un programa de promoción en el recreo en función del sexo en adolescentes españoles. *Retos.* 2017;32:25-9.
26. Martínez-Gómez D, Veiga OL, Zapatera B, Gómez-Martínez S, Martínez D, Marcos A. Physical activity during high school recess in Spanish adolescents. *J Phys Health.* 2014;11:1194-1201.
27. Babkes-Stellino M, Sinclair C. Examination of children's recess physical activity patterns using the activities for daily living-playground participation (ADL-PP) instrument. *J Teach Phys Educ.* 2014;33:282-96.
28. Beighle A, Morgan C, Le Masurier G, Pangrazi Z. Children's physical activity during recess and outside of school. *J Sch Health.* 2010;76(10):516-20.
29. Massey WV, Stellino MB, Holliday M, Godbersen T, Rodia R, Kucher G, et al. The impact of a multi-component physical activity programme in low-income elementary schools. *Health Educ J.* 2017;76(5):517-30.
30. Ridgers ND, Stratton G. Physical activity during school recess: The Liverpool sporting playgrounds project. *Pediatr Exerc Sci.* 2005;17(3):281-90.
31. McGall S, McGuigan M, Nottle C. Contribution of free play towards physical activity guidelines for New Zealand primary school children aged 7-9 years. *Br J Sports Med.* 2009;45(2):120-4.
32. Wollersheim S, DiPerna JC. Engagement in physical activity during recess: gender and grade level differences in the elementary grades. *J Phys Health.* 2017;14:677-83.
33. Nettlefold L, McKay H, Warburton D, McGuire K, Bredin S, Naylor P. The challenge of low physical activity during the school day: at recess, lunch and in physical education. *Br J Sports Med.* 2010;45(10):813-9.
34. Stratton G, Mullan E. The effect of multicolor playground markings on children's physical activity level during recess. *Prev Med.* 2005;41(5-6):828-33.
35. Mota J, Silva P, Santos M, Ribeiro J, Oliveira J, Duarte J. Physical activity and school recess time: differences between the sexes and the relationship between children's playground physical activity and habitual physical activity. *J Sports Sci.* 2005;23(3):269-75.
36. Macdonald D, Rodger S, Abbott R, Ziviani J, Jones J. I could do with a pair of wings: perspectives on physical activity, bodies and health from young Australian children. *Sport Educ Soc.* 2005;10(2):195-209.
37. Blatchford P, Baines E, Pellegrini A. The social context of school playground games: sex and ethnic differences, and changes over time after entry to junior school. *Br J Dev Psychol.* 2003;21(4):481-505.
38. Chin JJ, Ludwig D. Increasing children's physical activity during school recess periods. *Am J Public Health.* 2013;103:1229-34.
39. Molins-Pueyo C. Patios escolares y diversidad sociocultural en cataluña. una investigación sobre usos y posibilidades para el juego y el aprendizaje. *Papers.* 2012;97(2):431-60.
40. García M, Serrano JM. La optimización del patio de recreo para favorecer la práctica de actividades físico-deportiva mediante un proyecto de convivencia. *Espiral. Cuadernos del Profesorado.* 2010;3(6):32-42.
41. Verstraete SJ, Cardon GM, De Clercq DL, De Bourdeaudhuij IM. Increasing children's physical activity levels during recess periods in elementary schools: the effects of providing game equipment. *Eur J Public Health.* 2006;16(4):415-9.

Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural de voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo: estudio piloto

Eduardo Guzmán-Muñoz¹, Mayara Daigre-Prieto¹, Katherine Soto-Santander¹, Yeny Concha-Cisternas², Guillermo Méndez-Rebolledo¹, Sergio Sazo-Rodríguez¹, Pablo Valdés-Badilla²

¹Escuela de Kinesiología. Facultad de Salud. Universidad Santo Tomás. Chile. ²Pedagogía en Educación Física. Facultad de Educación. Universidad Autónoma de Chile. Chile.

Recibido: 25/09/18
Aceptado: 08/11/19

Resumen

Introducción: Alrededor de un 90% de los jugadores de voleibol sufren alguna vez un esguince de tobillo, siendo los episodios repetitivos una de las principales complicaciones. Se plantea que el entrenamiento neuromuscular podría mejorar la funcionalidad del tobillo y disminuir el riesgo de volver a sufrir un esguince.

Objetivo: Determinar los efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural en voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo (IFT).

Método: Estudio cuasi experimental. La muestra fue compuesta por 12 voleibolistas universitarios de sexo masculino, entre 18 y 23 años. Se realizó un entrenamiento neuromuscular de cuatro semanas de duración y se distribuyó en tres sesiones semanales de 15 a 25 min, en días no consecutivos, totalizando 12 sesiones. El volumen de entrenamiento fue regulado usando una periodización progresiva y centrada principalmente en la extremidad inferior, realizándola previo al entrenamiento regular de los voleibolistas. Pre y post intervención se evaluó el control postural sobre una plataforma de fuerza en condiciones de ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC). A partir de esta evaluación se calcularon las siguientes variables del centro de presión (CP): Área, velocidad media, velocidad medio lateral (ML) y velocidad anteroposterior (AP). Se aplicó la prueba t-student para realizar las comparaciones con un nivel alfa de 0,05.

Resultados: En OA solo hubo una disminución significativa en la velocidad ML ($p = 0,036$) posterior a la intervención. En OC se observaron diferencias significativas entre la evaluación pre y post intervención para las variables del CP velocidad media ($p = 0,043$), velocidad AP ($p = 0,019$) y velocidad ML ($p = 0,027$).

Conclusión: Un entrenamiento neuromuscular de cuatro semanas mejoró el control postural en los voleibolistas universitarios con IFT incluidos es este estudio.

Palabras clave:

Tobillo. Esguince. Inestabilidad articular. Balance postural. Voleibol.

Effects of a neuromuscular training on postural control in college volleyball players with functional ankle instability: pilot study

Summary

Introduction: In volleyball about 90% of players ever suffer an ankle sprain, being repetitive episodes of main complications. It is suggested that neuromuscular training could improve the functionality of the ankle and decrease the risk of a sprain.

Objective: To determine the effects of a neuromuscular training on postural control in college volleyball players with functional ankle instability (FAI).

Method: Quasi-experimental research. The sample was composed of 12 college volleyball male players between 18 and 23 years old. A neuromuscular training of four weeks was carried out and it was distributed in three weekly sessions from 15 to 25 min, on non-consecutive days, totaling 12 sessions. The volume of training was regulated using a progressive periodization and focused mainly on the lower limb, performing it prior to the regular training of the volleyball players. Pre and post intervention postural control were evaluated on a force platform in conditions of open eyes (OE) and closed eyes (CE). From this evaluation, the following variables of the center of pressure (CP) were calculated: Area, mean velocity, medio-lateral (ML) velocity and anteroposterior (AP) velocity. T-student test was applied for comparisons with an alpha level of 0.05.

Results: In OE there was a significant decrease in the ML velocity ($p = 0.036$). In CE significant differences between pre and post intervention were observed in mean velocity ($p = 0.043$), AP velocity ($p = 0.019$) and ML velocity ($p = 0.027$).

Conclusion: A four-week training neuromuscular improved postural control on college volleyball players with IFT included in this study.

Key words:

Ankle. Sprain. Joint instability. Postural balance. Volleyball.

Correspondencia: Eduardo Enrique Guzmán Muñoz
E-mail: eguzmanm@santotomas.cl

Introducción

El esguince de tobillo constituye una de las lesiones musculoesqueléticas más frecuentes, con una prevalencia de 16%¹. Entre los tipos de esguince, el esguince lateral de tobillo (ELT) constituye entre el 77% y 85% de los casos². En voleibolistas alrededor de un 90% de los jugadores sufre alguna vez esta lesión, siendo los episodios repetitivos una de las principales complicaciones³. Además, cerca del 40% de los esguinces progresan a inestabilidad funcional de tobillo (IFT)⁴, concepto utilizado para describir una condición recurrente de esguinces y/o sensación de inestabilidad⁵.

Un déficit neuromuscular provocado por la lesión ligamentosa ha sido asociado al desarrollo de la IFT⁶. Las primeras teorías señalan como causa de inestabilidad a una pérdida de la información sensorial de la articulación de tobillo que se basa en un modelo básicamente de *feedback* (retroalimentación), a partir de un déficit propioceptivo y de las respuestas motoras⁵. En la actualidad, el modelo sensoriomotor más aceptado corresponde al propuesto por Hertel (2008), postulando que no solo existe un mecanismo de *feedback* provocado por la lesión ligamentosa, sino que también se genera un mecanismo de *feedforward* (compensatorio) asociado al déficit del control motor. La lesión ligamentosa inicial se traduce en los déficits inmediatos en la propiocepción del tobillo, la integración sensoriomotora y la actividad muscular eferente. Diversos estudios han demostrado que las personas con IFT tienen retraso en la respuesta muscular^{7,8}. Esta alteración en las respuestas motoras reflejas indicaría que los mecanismos de control motor a nivel de la médula están claramente alterados. Dado que la propiocepción requiere la percepción consciente de las articulaciones y músculos, es razonable asumir que de alguna manera aspectos supraespinales de control motor también se alteran con la IFT⁹.

El control postural se considera una habilidad motora compleja derivada de la interacción de múltiples procesos sensoriomotores con el fin de controlar el cuerpo en el espacio⁹. Esto incluye una interacción entre el sistema sensorial, el sistema nervioso central (SNC) y el sistema motor⁹. En relación al método para cuantificar el control postural, el más utilizado corresponde al desplazamiento del centro de presión (CP) a través de una plataforma de fuerza que mide las oscilaciones posturales que experimenta una persona en posición bípeda¹⁰. A partir del CP, se pueden obtener variables como área, velocidad y los componentes medio-lateral (ML) y antero-posterior (AP) de su desplazamiento¹⁰. Un mayor valor de estas variables representa un peor control postural. Se ha establecido que personas con inestabilidad de tobillo presentan deterioro del control postural tanto en el miembro inferior lesionado como en el no lesionado^{8,11-13}. Además, se ha demostrado que en deportistas universitarios el déficit del control postural es un factor de riesgo de IFT¹⁴. La presencia de déficits bilaterales de control postural en individuos con IFT proporciona pruebas evidentes de los cambios centrales en el control neuromuscular⁶.

La rehabilitación de la IFT durante la última década se ha dirigido hacia el desarrollo de programas de ejercicios destinados a la prevención de la recurrencia de los esguinces de tobillo. Diversos entrenamientos han sido recomendados para el tratamiento conservador de esta lesión basándose en ejercicios: propioceptivos, de fortalecimiento y

control postural^{15,16}. Sin embargo, para mejorar el control neuromuscular en deportistas es necesario entrenar cada uno de estos aspectos conjuntamente y no de forma aislada^{15,16}. Por ello, surge el término entrenamiento neuromuscular, utilizado para describir la combinación de ejercicios propioceptivos, de fuerza y control postural como parte de un programa integral de rehabilitación¹⁷. Estudios señalan que el entrenamiento neuromuscular mejora la funcionalidad y disminuye el riesgo de volver a sufrir un esguince¹⁷. Sin embargo, pocos trabajos han reportado evidencias de la efectividad del entrenamiento neuromuscular en la IFT en deportistas¹⁵.

En este sentido, el propósito de este estudio fue determinar los efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural en voleibolistas universitarios con IFT.

Material y método

Este es un estudio cuasi experimental. La muestra fue seleccionada de manera no probabilística y por conveniencia. Todos los participantes leyeron y firmaron voluntariamente un consentimiento informado basado en los principios éticos dispuestos en la declaración Helsinki.

Participantes

La muestra fue compuesta por 12 adultos jóvenes, entre 18 y 23 años, de sexo masculino, pertenecientes a la selección de voleibol masculino de la Universidad Santo Tomás, Talca, Chile. Se consideraron los siguientes criterios de inclusión: 1) Historia de al menos un esguince lateral de tobillo en los últimos 12 meses que requieran inmovilización y/o descarga de peso por al menos tres días⁸; 2) último episodio de esguince lateral de tobillo entre tres y 12 meses previos a la investigación⁸; 3) percibir dolor, inestabilidad y/o debilidad en el tobillo⁸; 4) obtener ≤ 22 puntos en el cuestionario *Ankle Joint Functional Assessment Tool* (AJFAT)¹⁸. Se excluyeron a los voleibolistas que presentaron las siguientes características durante los últimos 24 meses: 1) desordenes vestibulares; 2) historia de fractura de tobillo; 3) lesión aguda de miembro inferior; 4) historia de cirugía de miembros inferiores; 5) dolor en cualquier articulación al momento de la evaluación; 6) aquellos que no cumplieron con al menos el 70% de las sesiones de intervención consideradas en el estudio.

Cuestionario AJFAT

El cuestionario AJFAT se utilizó como una herramienta de evaluación para discriminar tobillos con inestabilidad funcional y tobillos estables. El AJFAT tiene 12 preguntas: divididas en 3 sub-ítems: 1) limitaciones relacionadas con dolor, estabilidad, rigidez, resistencia y pasos en falso; 2) actividades como caminar sobre superficies irregulares, cambiando de dirección al correr, trotar y caminar por las escaleras; 3) capacidad de respuesta del tobillo ante una torcedura¹⁸. Cada pregunta tiene cinco opciones de respuesta en puntajes que van de cero a cuatro puntos. Un puntaje alto indica mayor estabilidad, presentado la prueba un puntaje máximo de 48. Se ha reportado que los individuos con IFT tienen un puntaje menor a 23 puntos en el cuestionario AJFAT¹⁸.

Evaluación del control postural

La evaluación fue realizada en el laboratorio de biomecánica de la Universidad Santo Tomás, Talca, Chile. Para determinar el control postural se procedió a evaluar el desplazamiento del CP utilizando una plataforma de fuerza ArtOficio (Artificio Ltda., Santiago, Chile), tamaño 40x40 cm. Los datos fueron adquiridos con una tasa de muestreo de 40 Hz. Para el cálculo de las variables del CP se utilizó el software Igor Pro versión 5.01 (WaveMetrics Inc., Oregon, USA). La medición del control postural se realizó en situación de ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC). Cada una de ellas con una duración de 30 segundos. Los participantes fueron instruidos en mantener la posición bípeda lo más quieta posible, con los brazos relajados al costado del tronco y con los pies con una separación similar al ancho de los hombros. En cada condición, se realizaron tres intentos y se promediaron para la obtención de las variables del CP. A partir del desplazamiento del CP en las direcciones ML y AP, se obtuvieron las siguientes variables: área del CP (m^2), velocidad media del CP (m/s), velocidad del CP en dirección ML (m/s) y velocidad del CP en dirección AP (m/s).

Entrenamiento neuromuscular

La intervención neuromuscular tuvo una duración de cuatro semanas y se distribuyó en tres sesiones semanales de 15 a 25 min, en días no consecutivos, totalizando 12 sesiones. El volumen de entrenamiento fue regulado usando una periodización progresiva y centrada principalmente en la extremidad inferior, realizándola previo al entrenamiento regular de los voleibolistas. Todas las sesiones contemplaron circuitos con estaciones de trabajo de 30 segundos que consistían en ejercicios de coordinación en escaleras de suelo, saltos en vallas, *step*, subir y bajar escaleras, ejercicios de sentadillas, saltos sobre cama elástica (mini *tramp*) y sentadillas sobre un medio balón (*bosu*). Cada participante debía efectuar tres series del circuito completo por sesión, considerando ambas extremidades en los casos de ejercicios unipodales. La primera semana todos los ejercicios se realizaron bipodalmente. La segunda y tercera semana los ejercicios físicos fueron realizados de forma unipodal y se agregaron movimientos activos de miembros superiores. La última semana, además de realizar los ejercicios unipodales, las tareas motoras sobre las superficies inestables fueron realizadas con los ojos cerrados.

Análisis estadístico

Se utilizó el software estadístico SPSS 20.0 (SPSS 20.0 para Windows, SPSS Inc., IL, USA) y se calculó la media y desviación estándar para todas las variables. Además, la distribución de los datos fue determinada con la prueba de Shapiro-Wilk. Se empleó la prueba *t* de student para muestras relacionadas para comparar las evaluaciones antes y después de la intervención. Se consideró un nivel alfa de 0,05 para todos los análisis.

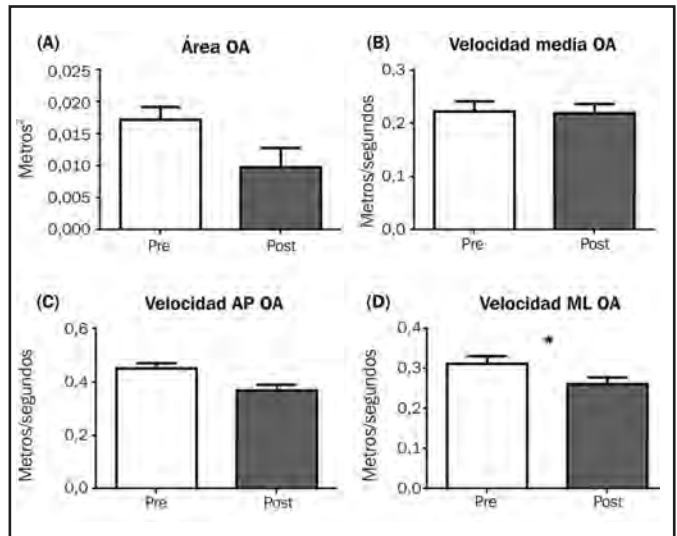
Resultados

Todos los participantes del estudio completaron la intervención ($n=12$). Las características basales de los participantes de esta investigación fueron en promedio 21,5 años, 83,3 kilogramos de peso corporal y 1,81 metros de estatura bípeda.

En OA hubo una disminución significativa de la velocidad ML ($p=0,036$) posterior a la intervención. En cuanto al área, velocidad media y velocidad AP se observó una disminución de los valores, los cuales no fueron estadísticamente significativos (Figura 1).

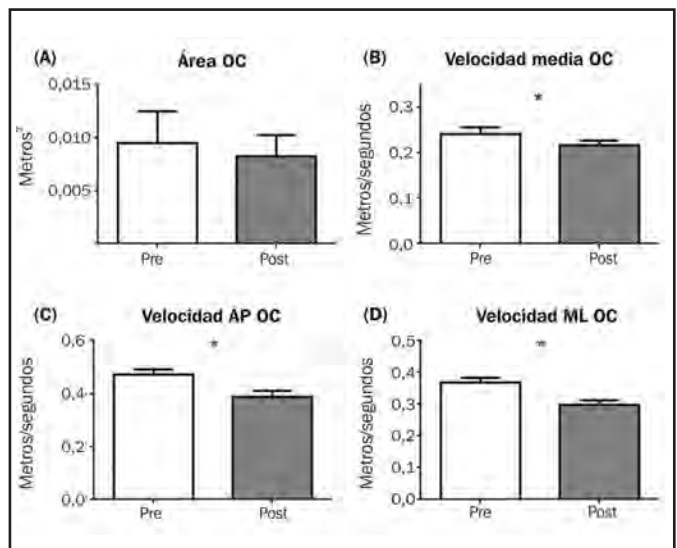
En OC se observó una mejora significativa del control postural de los voleibolistas en las variables velocidad media ($p=0,043$), velocidad AP ($p=0,019$) y velocidad ML ($p=0,027$) del CP luego de ser sometidos a un entrenamiento neuromuscular. El área disminuyó posterior a la intervención, sin embargo, no presentó significación estadística (Figura 2).

Figura 1. Resultados de la evaluación del control postural con OA pre y post intervención.



*Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). OA: ojos abiertos; AP: anteroposterior; ML: mediolateral.

Figura 2. Resultados de la evaluación del control postural con OC pre y post intervención.



*Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). OC: ojos cerrados; AP: anteroposterior; ML: mediolateral.

Discusión

El principal resultado de esta investigación responde al objetivo propuesto e indica que cuatro semanas de entrenamiento neuromuscular mejora el control postural en voleibolistas universitarios con IFT.

Durante los últimos años se ha estudiado el deterioro del control postural en sujetos con esguinces de tobillo e IFT, como también los distintos tipos de entrenamientos necesarios para su rehabilitación¹⁷. La literatura señala que los ejercicios neuromusculares mejoran el control postural, fuerza muscular, propiocepción, latencia muscular y funcionalidad¹⁵. Además, reducen el riesgo de un nuevo esguince en personas con IFT¹⁵⁻¹⁷. Sin embargo, se ha señalado que la evidencia de la efectividad del entrenamiento neuromuscular en la IFT es limitada¹⁵.

Los resultados de este estudio muestran que un entrenamiento neuromuscular de cuatro semanas mejora el control postural en voleibolistas universitarios con IFT, evidenciado en una disminución de las variables del CP. Hallazgos similares han sido reportados por otras investigaciones^{15,17,19}. Sin embargo, en deportistas la evidencia es escasa. Los programas de entrenamiento neuromuscular implementados en personas con IFT indican que el tiempo utilizado en las sesiones se encuentra entre 20 y 30 minutos con una duración de cuatro a seis semanas¹⁷. Similar prescripción fue utilizada en nuestra intervención.

Los esguinces de tobillo laterales están entre las lesiones más comunes en los deportes y su recurrencia es un factor asociado al desarrollo de IFT³. El déficit del control postural en personas con IFT ha sido atribuido al daño de los receptores sensoriales provocado por la lesión ligamentosa⁵. Actualmente, existen estudios en sujetos sanos que no encontraron déficits del control sensoriomotor al simular una lesión ligamentosa de tobillo^{20,21}. Esto indicaría que la información sensorial no solo se debe exclusivamente al daño del ligamento, sino que existen otros receptores (i.e. capsulares, musculotendinosos y cutáneos) disponibles para permitir un buen control sensoriomotor^{20,21}. El déficit del control postural tanto en el tobillo lesionado como en el no lesionado encontrado en los voleibolistas, explicaría que no sólo existen déficits sensoriomotores locales, sino también deficiencias mediadas centralmente^{6,8}. Es por esto que, el entrenamiento neuromuscular aplicado en nuestro estudio consideró la ejecución de los ejercicios con ambas extremidades, en caso que, se trabajara unipodalmente.

A pesar de las diversas investigaciones desarrolladas sobre el tema, todavía no está claro qué tipo de entrenamiento de rehabilitación es más eficaz en la prevención de esguinces recurrentes de tobillo¹⁶. Se podría considerar que la restauración de la propiocepción sería el tratamiento principal para mejorar la estabilidad del tobillo^{16,22}. Sin embargo, una adecuada propiocepción no asegura que la fuerza y activación muscular sean suficientes para responder a perturbaciones rápidas e inesperadas tales como el aterrizaje sobre una superficie irregular¹⁶. En relación con la fuerza muscular, existe controversia respecto a su relación con la inestabilidad de tobillo. Mientras algunos estudios señalan que los individuos con IFT presentan debilidad de músculos peroneos y flexores dorsales del tobillo²³, otros no han encontrado ninguna asociación entre la debilidad muscular y la inestabilidad²⁴. Por su parte, el rol de la activación muscular sobre la inestabilidad de tobillo parece ser un poco más clara, ya que diversos estudios han demostrado que los deportistas con IFT presentan un aumento del tiempo de reacción de los músculos

peroneos^{7,8}. Por esto, en rehabilitación se sugiere incluir ejercicios físicos en superficies inestables y/o cambios de dirección que demanden el sistema motor con el fin de provocar respuestas musculares de corta latencia, favoreciendo un adecuado control postural¹⁸.

El entrenamiento neuromuscular enfocado en el control postural o balance es el tratamiento de rehabilitación más empleado en personas con IFT. La mayoría de la literatura ha reportado efectos terapéuticos positivos de este tipo de intervención^{25,26}. Sin embargo, se ha señalado que la evidencia es débil en la aplicación de ejercicios físicos funcionales de carga de peso corporal y actividades de equilibrio sobre superficies inestables²⁷. Por lo anterior, en los últimos años se ha propuesto combinar los ejercicios propioceptivos, de fuerza y de control postural para tratar a personas con IFT¹⁷. Las bases del entrenamiento neuromuscular no solo buscan estimular el sistema sensorial sino también mecanismos mediados a nivel central los cuales interactúan en diferentes cadenas cinéticas de movimiento.

Nuestros resultados revelan que el control postural mejoró principalmente en condición de OC. La visión es un sentido muy importante para el control postural. Se cree que, incluso cuando la entrada somatosensorial se interrumpe debido a una lesión, la información visual puede proporcionar una cantidad adecuada de retroalimentación para compensar los déficits en las vías centrales⁹. Cuando se cierran los ojos, existen mayores oscilaciones posturales debido a la inhibición de uno de los sistemas sensoriales que contribuyen al control postural⁹. Por lo tanto, las posibilidades de mantener la estabilidad disminuyen y en compensación aumenta la implicancia de los sistemas somatosensorial y vestibular. Esto hace que la prueba con OC sea más exigente que la prueba con OA y las diferencias sean más evidentes. Por esta razón, también se realizan ejercicios de rehabilitación tanto con ojos abiertos como con ojos cerrados. Se ha señalado que existen mayores efectos cuando los entrenamientos son realizados en ausencia de input visual²⁸.

Los cambios significativos del control postural en los voleibolistas universitarios posterior al entrenamiento neuromuscular fueron observados en las variables de velocidad del CP. Si bien el área y velocidad del CP son las medidas más representativas de las oscilaciones posturales, se ha establecido que la velocidad es la variable más confiable para representar el control postural²⁹. Wikstrom, Fournier y McKeon (2010) señalan que una de las variables más sensibles para identificar el deterioro del control postural en individuos con IFT es la velocidad del CP en dirección ML³⁰. En nuestro estudio la intervención disminuyó significativamente la velocidad ML en OA y OC, y la velocidad AP en OC. Esto podría atribuirse a que el entrenamiento neuromuscular optimizaría las respuestas de los músculos fibulares y tibial anterior, encargados de la estabilidad ML³¹ y AP⁸ de tobillo, respectivamente. Se ha demostrado que deportistas con IFT presentan un mayor tiempo de reacción de estos músculos⁸. El déficit del control postural se encuentra estrechamente relacionado con el aumento del tiempo de reacción de músculos implicados en la estabilidad articular¹².

Dentro de las limitaciones de este estudio se encuentran el pequeño tamaño de la muestra, la selección por conveniencia de los participantes y la inexistencia de un grupo control. Esto probablemente restrinja la validez externa del estudio. A pesar de esto, la significación estadística observada en cada una de las comparaciones refleja la eficacia de la intervención.

En conclusión, nuestra investigación señala que un entrenamiento neuromuscular de cuatro semanas mejoró el control postural en los voleibolistas universitarios con IFT incluidos en este estudio. Sugerimos aplicar este tipo de entrenamiento tanto en la extremidad lesionada como no lesionada, considerando las alteraciones a nivel central que provoca la lesión. Además, para potenciar los efectos del entrenamiento recomendamos incorporar ejercicios físicos en condiciones de OC.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

- Munn J, Beard DJ, Refshauge KM, Lee RW. Do functional-performance tests detect impairment in subjects with ankle instability? *J Sport Rehabil*. 2002;11(1):40-50.
- Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Belmont PJ. The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(13):2279-84.
- Fong DT-P, Hong Y, Chan L-K, Yung PS-H, Chan K-M. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med*. 2007;37(1):73-94.
- Yeung M, Chan K-M, So C, Yuan W. An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med*. 1994;28(2):112-6.
- Freeman M, Dean M, Hanham I. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg*. 1965;47(4):678-85.
- Hertel J. Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. *Clin Sports Med*. 2008;27(3):353-70.
- de Oliveira Menacho M, Pereira HM, de Oliveira BIR, Chagas LMPM, Toyohara MT, Cardoso JR. The peroneus reaction time during sudden inversion test: systematic review. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010;20(4):559-65.
- Mendez-Rebolledo G, Guzman-Munoz E, Gatica-Rojas V, Zbinden-Fonca H. Longer reaction time of the fibularis longus muscle and reduced postural control in basketball players with functional ankle instability: A pilot study. *Phys Ther Sport*. 2015;16(3):242-7.
- Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006;35(suppl 2):ii7-ii11.
- Duarte M, Freitas SMSF. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(3):183-92.
- Wikstrom EA, Naik S, Lodha N, Cauraugh JH. Balance capabilities after lateral ankle trauma and intervention: A meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(6):1287-95.
- McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: Can deficits be detected with instrumented testing? *J Athl Train*. 2008;43(3):293-304.
- Martin-Casado L. Repercusión de los esguinces de tobillo sobre el equilibrio postural. *Apunts Educ Fis Deportes*. 2015;3(121):88.
- Wang HK, Chen CH, Shiang TY, Jan MH, Lin KH. Risk-factor analysis of high school basketball-player ankle injuries: A prospective controlled cohort study evaluating postural sway, ankle strength, and flexibility. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(6):821-5.
- O'Driscoll J, Delahunt E. Neuromuscular training to enhance sensorimotor and functional deficits in subjects with chronic ankle instability: A systematic review and best evidence synthesis. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2011;3(1):19.
- Hung YJ. Neuromuscular control and rehabilitation of the unstable ankle. *World J Orthop*. 2015;6(5):434-8.
- Lin CWC, Delahunt E, King E. Neuromuscular training for chronic ankle instability. *Phys Ther*. 2012;92(8):987-90.
- Guzmán-Muñoz E, Gatica-Rojas V, Méndez-Rebolledo G. Correlación entre el control postural y neuromuscular con cuestionarios de percepción funcional en deportistas con inestabilidad de tobillo. *Fisioterapia*. 2015;37(2):60-6.
- Coughlan G, Caulfield B. A 4-week neuromuscular training program and gait patterns at the ankle joint. *J Athl Train*. 2007;42(1):51-9.
- Myers JB, Riemann BL, Hwang JH, Fu FH, Lephart SM. Effect of peripheral afferent alteration of the lateral ankle ligaments on dynamic stability. *Am J Sports Med*. 2003;31(4):498-506.
- Riemann BL, Myers JB, Stone DA, Lephart SM. Effect of lateral ankle ligament anesthesia on single-leg stance stability. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(3):388-96.
- López-González L, Rodríguez-Costa I, Palacios-Cibrán A. Prevención de esguinces de tobillo en jugadoras de baloncesto amateur mediante programas de propiocepción. Estudio piloto de casos-control. *Fisioterapia*. 2015;37(5):212-22.
- Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, Vaes P, De Clercq D. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *J Athl Train*. 2002;37(4):487-93.
- Hiller CE, Ightingale E, Lin C-WC, Coughlan GF, Caulfield B, Delahunt E. Characteristics of people with recurrent ankle sprains: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2011;45(8):660-72.
- Lee AJY, Lin W-H. Twelve-week biomechanical ankle platform system training on postural stability and ankle proprioception in subjects with unilateral functional ankle instability. *Clin Biomech*. 2008;23(8):1065-72.
- McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med*. 2006;34(7):1103-11.
- Martin RL, Davenport TE, Paulseth S, Wukich DK, Godges JJ. Ankle stability and movement coordination impairments: ankle ligament sprains clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the orthopaedic section of the American physical therapy association. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013;43(9):A1-A40.
- McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba E, Bennett BC, Hertel J. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(10):1810-9.
- Lin D, Seol H, Nussbaum MA, Madigan ML. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. *Gait Posture*. 2008;28(2):337-42.
- Wikstrom EA, Fournier KA, McKeon PO. Postural control differs between those with and without chronic ankle instability. *Gait Posture*. 2010;32(1):82-6.
- Mendez GA, Gatica VF, Guzman EE, Soto AE. Evaluation of the neuromuscular compartments in the peroneus longus muscle through electrical stimulation and accelerometry. *Braz J Phys Ther*. 2013;17(5):427-34.

Short-term tapering prior to the match: external and internal load quantification in top-level basketball

Luka Svilar^{1,2,3}, Julen Castellano^{1,2}, Igor Jukic^{1,3}, Daniel Bok³

¹Basketball club Saski Baskonia S.A.D., Vitoria-Gasteiz. ²University of the Basque Country (UPV/EHU). Vitoria-Gasteiz. ³University of Zagreb. Croatia.

Recibido: 04/06/18

Aceptado: 23/11/18

Summary

The purpose of this study was to compare accelerometry-derived external load and internal load calculated as a session rate of perceived exertion (sRPE) in elite male basketball over 3-days prior to the match and assessing players' recovery status on the match-day. Thirteen professional basketball players participated in this study (age: 25.7±3.3 years; height: 199.2±10.7 cm; weight: 96.6±9.4 kg). All players belonged to a team competing in LigaEndesa (Spanish 1st Division) and Euroleague in the 2016/2017 season. Variables used in external motion analysis were: PlayerLoad (PL), accelerations and decelerations (ACC and DEC), jumps (JUMP) and changes of direction (CoD), in total (t) and high intensity (h) thresholds, while internal demands were registered using sRPE method. All variables were expressed in absolute (accumulated in the session) and relative values (per min of practice). For the evaluation of readiness, Total Quality of Recovery (TQR) questionnaire was used, measured in Arbitrary Units (AU). The results showed differences in load and intensity ($p < 0.01$) for almost all external (PL, hACC, tACC, hDEC, tDEC, hCoD and tCoD; in both absolute and relative values) and internal (sRPE) variables as training sessions were closer to the match day or MD (MD-3>MD-2>MD-1). Only hJUMP, tJUMP and RPE variables showed no difference between MD-3 and MD-2, while both days significantly differed from MD-1. The average TQR score for all of the match days was 7.9±1.31 AU. This study showed differences in the amount of external and internal load between three days of training, where a team can be efficiently prepared for competitions by progressively decreasing the load over the 3-days prior to the match.

Key words:

Training monitoring.
Micro-technology.
Accelerometry. Team sports.

Tapering a corto-plazo antes del partido: cuantificación de carga externa e interna en baloncesto de élite

Resumen

El propósito de este estudio fue comparar la carga externa derivada de la acelerometría y la carga interna calculada a partir del esfuerzo percibido declarado en la sesión (sRPE) en el baloncesto masculino de élite durante los tres días previos al partido, evaluando el estado de recuperación en el día del partido. 13 jugadores de baloncesto profesionales participaron en este estudio (edad: 25,7±3,3 años, altura: 199,2±10,7 cm, peso: 96,6±9,4 kg). Todos los jugadores pertenecían al mismo equipo que compite en Liga Endesa (1^a división española) y Euroliga en la temporada 2016/2017. Las variables utilizadas para registrar la demanda externa fueron: *PlayerLoad* (PL), aceleraciones y desaceleraciones (ACC y DEC), saltos (JUMP) y cambios de dirección (CoD), tanto en el total (t) acumulado como en en rango de alta intensidad (h), mientras que las demanda interna fue registrada usando el método sRPE. Todas las variables se expresaron en valores absoluto (acumulado en la sesión) y relativos (por minuto de práctica). Para el registro del estado de recuperación, se utilizó el cuestionario *Total Quality Recovery* (TQR) medida en unidades arbitrarias (UA). Los resultados mostraron diferencias en la carga e intensidad ($p < 0.01$) para casi todas las variables externas (PL, hACC, tACC, hDEC, tDEC, hCoD y tCoD, tanto en valores absolutos como relativos) e internas (sRPE), entre las sesiones de entrenamiento con respecto a su distancia al día de partido o MD (MD-3> MD-2> MD-1). Solo las variables hJUMP, tJUMP y RPE no mostraron diferencias entre MD-3 y MD-2, mientras que los dos días difirieron significativamente de MD-1. La puntuación promedio de TQR para todos los días de partido fue de 7,9±1,31 UA. Este estudio mostró diferencias en la carga total externa e interna entre los tres días de entrenamiento, donde un equipo puede prepararse eficientemente para la competición disminuyendo progresivamente la carga durante los tres días previos al partido.

Palabras clave:

Monitorización del entrenamiento.
Micro-tecnología. Acelerometría.
Deportes de equipo.

Correspondencia: Luka Svilar
E-mail: luka_svilar@yahoo.com

Introduction

Training periodization and tapering are well-known principles commonly used in professional team-sports training during the season. According to literature^{1,2}, “long-term” tapering in team-sports is implemented two to three weeks before important events, such as cups and play-offs, with the intention of peaking individual and team’s physical and tactical performance. A recent study focusing on basketball revealed a relationship between internal training load, recovery-stress status, immune-endocrine responses, and physical performance in elite female basketball players³ over a 12-week period, including two overloading and tapering phases. This study covered the period preceding an international championship (characterized by a short duration), providing an insight into long-term training stimulus and adaptations in elite sports. Regarding training activities, taper was applied by decrease of training volume for the resistance training, especially with parameters such as repetitions per set, goal intensity and number of sessions per week. Moreover, in the first seven weeks endurance training consisted of moderate to high intensity interval runs while in the weeks 8 to 12 endurance training was substituted with less metabolic speed-agility training. Finally, authors concluded that the application of session rate of perceived exertion (sRPE) method, as well as the recovery-stress questionnaire (REST-Q), can serve as an important tool to monitor training loads and players’ recovery, thus maximizing dose-responses of the training stimulus.

However, for a team competing in seasonal championships, the coaching staff is presented with the challenge of making an optimal training schedule every single week. In this context, weekly periodization, i.e. tapering, could also refer to the practice of reducing training load in the days leading up to the weekly competition. To date, there is little scientific information available to guide coaches in prescribing efficient short-term tapering strategies for team sports players during the competitive week aimed at peaking performance on the match day.

Only one study⁴ has looked at internal training load (iTL) using sRPE and heart rate (HR) monitoring methods, and it showed that, in the weeks with two games (i.e. Euroleague and Serie A1), the sRPE obtained on Tuesdays and Wednesdays were 748 ± 71 and 275 ± 54 AU, respectively. The short-term tapering assumed that Monday was the day-off and Thursday the match-day in Euroleague. However, the aforementioned study did not present any external load data and indicators of physical status (i.e. condition) with respect to the accumulated training load. To date, no studies examining the relationship between prescribed external training loads in micro-cycle periods have been conducted.

Numerous methods can be used to monitor the physical status of athletes. There are objective methods, such as heart rate monitoring and saliva measures⁵, blood testing⁶ or jumping performance^{7,8}, as well as subjective methods, such as various questionnaires⁸⁻¹⁰, which could be easily implemented in everyday training. One of the questionnaires, known as Total Quality Recovery Scale (TQR), has demonstrated sufficient reliability in team sports¹¹.

At the moment, information on accelerometer-based data in top-level basketball is limited, especially with respect to weekly periodization and distribution of load. Therefore, the aim of this study is to compare the load of the training sessions leading up to the first match

of the week, considering both external (eTL) and internal training load parameters. Furthermore, the perception related to recovery status on the match day (via TQR questionnaire) will be assessed. The assessment will be used as the indicator in the selection of appropriate training load that secures enough recovery for players’ well-being, while avoiding undesired overload and overtraining. The findings of this study could help coaches set appropriate level and intensity of accelerometry-derived training load (TL) in the days leading up to the match, as such data is currently unavailable in the literature.

It was hypothesized that, with the application of a short-term 3-day taper, a progressive decrease in TL prior to the match day will positively affect players’ recovery status, which would in turn lead to enhanced physical status and performance in competition.

Material and method

Experimental Approach To The Problem

The research was carried out between December and February of the 2016/2017 season. The players were monitored in basketball training sessions using S5 devices from Catapult Innovations (Melbourne, Australia). Furthermore, sRPE was calculated based on the individual RPE obtained 15-30 minutes after the training session multiplied by the training duration. During that period, the players participated in three to eight training sessions and two or three games every week where the total number of recorded games was 10. The investigation data set consisted of 228 observations, where the numbers of training sessions per player ranged between 11 and 22. The eTL was transferred and managed using the Openfield v1.14.0 software (Build #21923, Catapult, Canberra). The data was subsequently exported to Microsoft Excel for the final selection and analysis of individual eTL and iTL variables.

Participants

A professional male basketball players (age: 25.7 ± 3.3 years; height: 199.2 ± 10.7 cm; weight: 96.6 ± 9.4 kg) who play on the same team were participating in this investigation. The team competes in two basketball championships, ACB (Liga Endesa, Spanish 1st Division) and the Euroleague, in the 2016/2017 season. All of the players were verbally informed of the study requirements and they provided written consent before the study was conducted, all in accordance with the Declaration of Helsinki. The Ethics Committee (CEISH) gave its institutional approval before the procedures of this study took place.

Type Of Training Session

The players typically played two games per week, with three team sessions usually conducted before the first game of the week (Euroleague) and only one or none before the second game (ACB League). Only the sessions before the first game of the week were considered in the analysis, due to individual adjustments in team sessions preceding the second game, which depended on the individual effort in the first game. Therefore, the data for the analysis was collected three days before the match day (MD-3), two days before the match day (MD-2) and one day before the match day (MD-1). The 3 consecutive days of practices

Table 1. Usual training tasks.

Task	Description	Day of use
PREPARATION	Warm-up, myo-fascial release and stretching, balance and activation exercises with goal to functionally prepare each player for training demands. Usual time 10-15'.	MD-3, MD-2, MD-1
5x0 HC	No-contact play on half-court for learning and mastering offensive sets. Usual time of play is 15-20", work rest ratio 1:1.	MD-3, MD-1
5x0 FC	No-contact play using full court for learning and mastering offensive sets. Usual time of play is 20-40", work rest ratio 1:1.	MD-3, MD-2, MD-1
SSG 3x3 HC	Contact small-sided game on half-court for learning and mastering tactical rules. Usual time of play is 30-60", work rest ratio 1:1.	MD-2
SSG 4x4 HC	Contact small-sided game on half-court for learning and mastering tactical rules. Usual time of play is 30-60", work rest ratio 2:1.	MD-3, MD-2, MD-1
SSG 5x5 HC	Contact small-sided game on half-court for learning and mastering tactical rules. Usual time of play is 30-90", work rest ratio 1:2.	MD-3, MD-1
SSG 5x5 FC	Contact small-sided game using full court for learning and mastering tactical rules. Usual time of play is 30-120", work rest ratio 1:1.	MD-3, MD-2, MD-1
SHOOTING	Spot-up shooting drills in pairs, low to medium intensity, continuous 5-10'.	MD-3, MD-2, MD-1

SSG is small-sided game, HC is half court, FC is full court, MD-3 is three days prior the match, MD-2 is two days prior the match and MD-1 is one day prior the match.

were proposed by conditioning specialist in order to achieve optimal short-term tapering effect. Only players who complete all three training sessions were included in the analysis.

Table 1 provides the list and brief descriptions of basketball training exercises and drills used in the reference period. After the team preparation, players participated in one of the following: shooting exercises, no-contact drills or small-sided games (SSG).

External Training Load Monitoring

The eTL was monitored using GPS S5 devices (Catapult Innovations, Melbourne, Australia), which include the accelerometer, gyroscope and magnetometer sensors that provide data for inertial movement analysis (IMA). The obtained data included the following variables: player load (PL), player load per minute (PL/min), accelerations (ACC), decelerations (DEC), jumps (JUMP) and changes of direction (CoD).

PL was obtained using the tri-axial accelerometer (100 Hz, Dwell time 1 second) based on the player's three-planar movement, applying the established formula^{12,13} previously tested for reliability^{14,15}, where TE (i.e. typical error) for different ranges of acceleration varies from 0.18 – 0.13¹⁵.

The ACC variable presents inertial movements registered in a forward acceleration vector, where tACC refers to all, and hACC only to high-intensity movements registered within the high band (>3.5 m·s⁻²). The DEC variable refers to inertial movements registered in a forward deceleration vector, where tDEC presents total and hDEC only high-intensity movements registered within the high band (>3.5 m·s⁻²). The jumps were also registered as total jumps (tJUMP) and high-intensity jumps (hJUMP, over 0.4 m), the same as changes of direction, tCoD (total inertial movements registered in a rightward lateral vector), and hCoD (total inertial movements registered in a rightward lateral vector within the high-intensity band). All aforementioned variables were assessed with respect to their frequency.

Considering the varied duration of the sessions, the relative values of the variables were used, obtained by dividing the accumulated values by the minutes of practice duration. The new relative variables for the analysis were: PL/min, hACC/min, hDEC/min, tACC/min, tDEC/min, hCoD/min, tCoD/min, tJUMP/min and hJUMP/min.

Internal Training Load Monitoring

The sRPE method, whose reliability and validity has been confirmed in previous research¹⁶⁻¹⁹ as well as its simple and cost-effective use in practice with team sport athletes²⁰⁻²², was used to assess iTL. As suggested by research¹⁷, the RPE values were collected within 15-30 minutes following the training session. The 1-10 RPE grading scale was used. In order to calculate sRPE after all sessions, RPE values were multiplied by training duration in minutes.

Monitoring of Physical Status

The TQR questionnaire¹¹ was used to assess players' physical status. On the match day, after the morning team shooting practice, players were asked to grade their current physical status on a scale from 1 to 10 (where 1 means very, very poor and 10 very, very good), following this category classification: <6 = an alarming state; 6.1-7.5 = a good state; 7.6-9 = a very good state; and >9.1 = an excellent state.

Statistical Analysis

A data analysis was performed using the Statistical Package for Social Sciences (version 23 for Windows, SPSS™, Chicago, IL, USA). Standard statistical methods were used to calculate the mean (or median) and standard deviations (SD). The data was screened for normality of distribution and homogeneity of variances using Shapiro-Wilk and Levene's tests, respectively. Differences between dependent variables and TQR values in training sessions and on the match day were analyzed using

one-way ANOVA, followed by Bonferroni's post hoc test (Kruskal Wallis test followed by Mann-Whitney U test, with Bonferroni correction of alpha, in this case, dividing alpha by three comparisons). The effect size (ES) was calculated using the method proposed by Batterham and Hopkins²³. The effect values lower than 0.2, between 0.2 and 0.5, between 0.5 and 0.8, and higher than 0.8 were considered trivial, small, moderate, and large, respectively. The p<0.05 criterion was used for establishing statistical significance.

Results

The duration (mean, standard deviation and confidence interval at 95%, in hours:minutes:seconds) of the sessions were 1:23:37±0:11:40

(1:19:56-1:27:18), 1:14:43±0:12:37 (1:12:07-1:17:20) and 0:58:25±0:07:57 (0:56:48-1:00:02) for MD-3, MD-2 and MD-1, respectively. A significant difference was found between all of the days.

Figure 1 shows values for PL (in AU) on each day of the week. The differences were statistically lower for training sessions closer to the match day (MD-3>MD-2>MD-1), where the values were as follows: 436.6±70.8, 358.4±51.1 and 253.2±58.7, respectively (ES: 1.27 for MD-3 vs. MD-2; 1.91 for MD-2 vs. MD-1; 2.82 for MD-3 vs. MD-1). Furthermore, the PL/min values for MD-3, MD-2 and MD-1 were significantly different, 5.3±0.7, 4.9±0.8 and 4.3±0.7, respectively (ES: 0.53 for MD-3 vs. MD-2; 0.80 for MD-2 vs. MD-1; 1.43 for MD-3 vs. MD-1).

Table 2 shows absolute values of other external training load variables (mean, standard deviation and confidence interval at 95%) for each

Figure 1. Median, ±standard deviation, confident interval at 95% for a) total PL (Player Load) in arbitrary units (AU) and b) PL/min (Player load per minute) in arbitrary units per minute (AU/min) regarding to the day of the week (MD-3 is match day minus 3, MD-2 is match day minus 2 and MD-1 is match day minus 1).

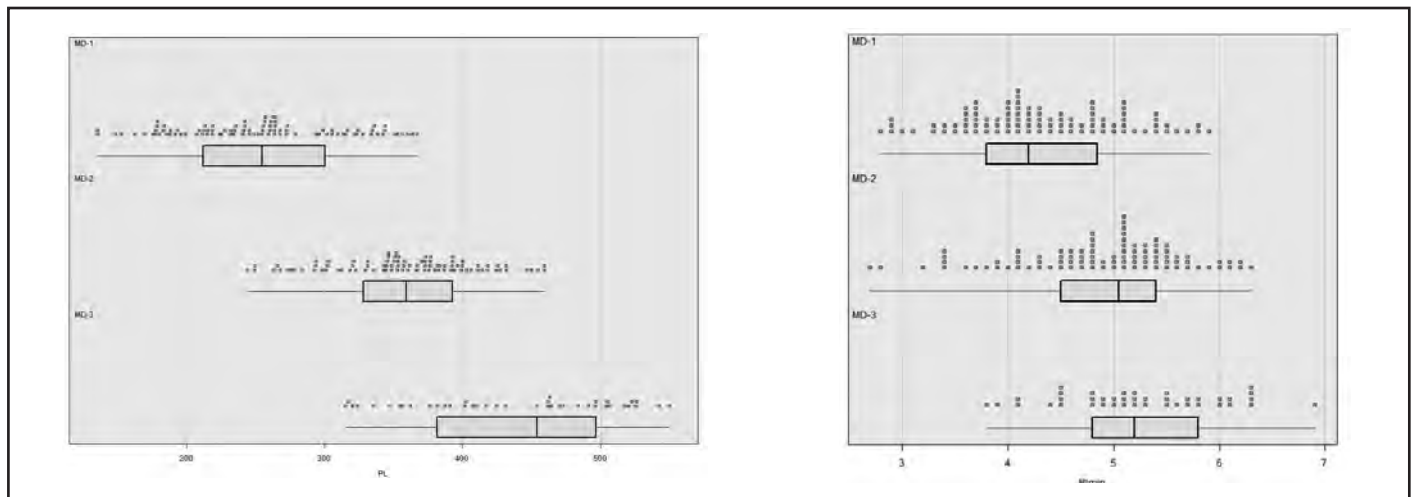


Table 2. Mean, ±standard deviation, confident interval at 95% (in brackets) and effect size (ES) for absolute external training load variables.

Variables	MD-3	MD-2	MD-1	ES
hACC (n)	10.8±5.5 ^{2,1} (9.0-12.5)	8.0±3.9 ¹ (7.2-8.8)	4.1±3.0 (3.4-4.7)	A=0.59, B=1.12, C=1.51
tACC (n)	72.8±22.9 ^{2,1} (65.6-80.0)	62.2±21.0 ¹ (57.8-66.5)	33.3±15.2 (30.2-36.4)	A=0.48, B=1.58, C=2.03
hDEC (n)	16.8±8.2 ^{2,1} (14.2-19.4)	12.0±6.1 ¹ (10.7-13.2)	7.3±4.4 (6.4-8.2)	A=0.66, B=0.88, C=1.44
tDEC (n)	125.9±28.6 ^{2,1} (116.8-134.9)	101.2±23.4 ¹ (96.4-106.1)	71.4±25.7 (66.1-76.6)	A=0.95, B=1.21, C=2.00
hCoD (n)	33.1±12.7 ^{2,1} (29.1-37.1)	26.6±12.0 ¹ (24.1-29.1)	15.0±8.3 (13.3-16.7)	A=0.53, B=1.12, C=1.69
tCoD (n)	480.0±103.7 ^{2,1} (447.2-512.7)	374.8±67.1 ¹ (360.9-388.7)	247.7±80.3 (231.3-264.0)	A=1.20, B=1.72, C=2.50
hJUMP (n)	17.5±7.3 ¹ (15.2-19.8)	14.8±6.1 ¹ (13.5-16.0)	10.2±5.3 (9.1-11.2)	B= 0.81, C=1.14
tJUMP (n)	58.2±17.6 ¹ (52.7-63.8)	55.5±16.2 ¹ (52.2-58.9)	42.7±21.3 (38.4-47.0)	B= 0.68, C=0.79

3 means > MD-3, 2 means > MD-2, 1 means > MD-1, A means MD-3vsMD-2, B means MD-2vsMD-1 and C means MD-3vsMD-1. tACC is total forward acceleration within the high band (>3.5 m·s⁻²), hACC is total forward acceleration within the high band (>3.5 m·s⁻²), tDEC is total deceleration, hDEC is total deceleration within the high band (<-3.5 m·s⁻²), tCOD is total rightward lateral movements, hCOD is total movements registered in a rightward lateral vector within the high band, tJUMP is total jumps, and hJUMP is jumps done at the high band (above 0.4 m).

Figure 2. Median, \pm standard deviation, confident interval at 95% for a) sRPE (session RPE) in arbitrary units (AU) and b) sRPE in arbitrary units per minute (AU/min) regarding to the day of the week (MD-3 in match day minus 3, MD-2 in match day minus 2 and MD-1 in match day minus 1).

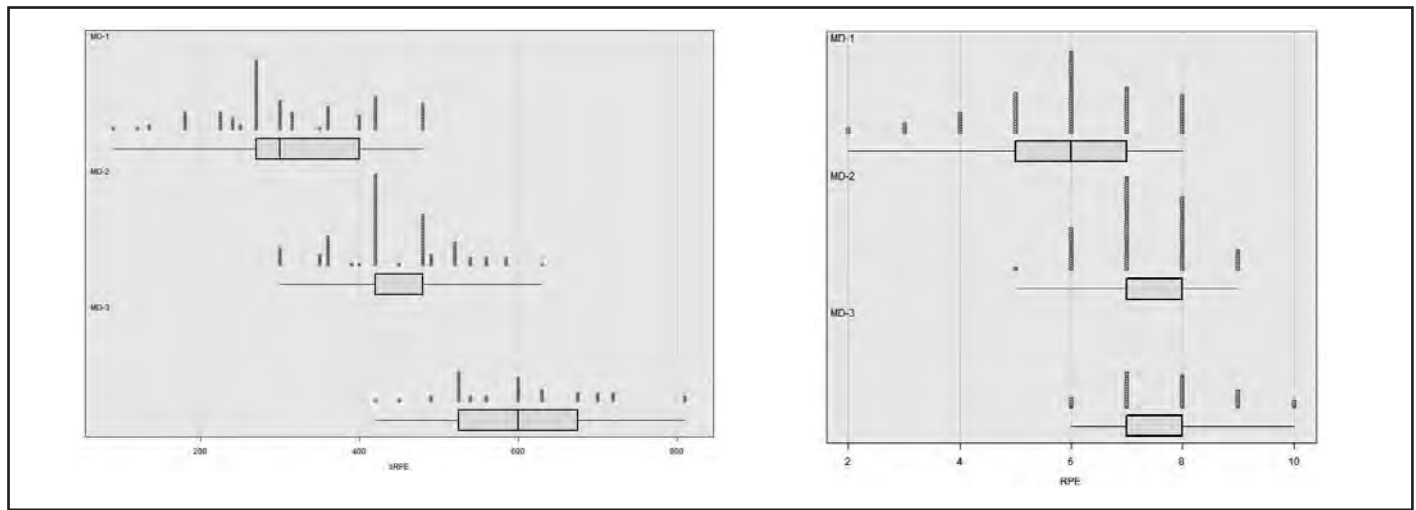


Table 3. Mean, \pm standard deviation, confident interval at 95% (in brackets) and effect size (ES) for relative (per minute) external training load variables.

Variables	MD-3	MD-2	MD-1	ES
hACC/min	0.14 \pm 0.07 ^{2,1} (0.12-0.17)	0.11 \pm 0.05 ¹ (0.10-0.12)	0.05 \pm 0.04 (0.05-0.06)	A=0.49, B=1.33, C=1.58
hDEC/min	0.22 \pm 0.1 ^{2,1} (0.19-0.26)	0.16 \pm 0.08 ¹ (0.14-0.18)	0.10 \pm 0.06 (0.09-0.11)	A=0.67, B=0.85, C=1.46
tACC/min	0.98 \pm 0.31 ^{2,1} (0.88-1.07)	0.83 \pm 0.28 ¹ (0.77-0.89)	0.45 \pm 0.20 (0.40-0.49)	A=0.51, B=1.56, C=2.03
tDEC/min	1.69 \pm 0.38 ^{2,1} (1.57-1.81)	1.36 \pm 0.31 ¹ (1.29-1.42)	0.96 \pm 0.34 (0.89-1.03)	A=0.95, B=1.23, C=2.02
hCoD/min	0.44 \pm 0.17 ^{2,1} (0.39-0.50)	0.36 \pm 0.16 ¹ (0.32-0.39)	0.20 \pm 0.11 (0.18-0.22)	A=0.48, B=1.17, C=1.68
tCoD/min	6.43 \pm 1.39 ^{2,1} (5.99-6.87)	5.02 \pm 0.90 ¹ (4.84-5.21)	3.32 \pm 1.08 (3.10-3.54)	A=1.20, B=1.71, C=2.50
tJUMP/min	0.68 \pm 0.27 (0.64-0.71)	0.78 \pm 0.24 ^{1,3} (0.71-0.85)	0.74 \pm 0.22 ³ (0.70-0.79)	A= -0.39, C= -2.24
hJUMP/min	0.18 \pm 0.09 (0.17-0.19)	0.23 \pm 0.10 ^{1,3} (0.20-0.26)	0.20 \pm 0.08 ³ (0.18-0.21)	A= -0.53, C= -0.23

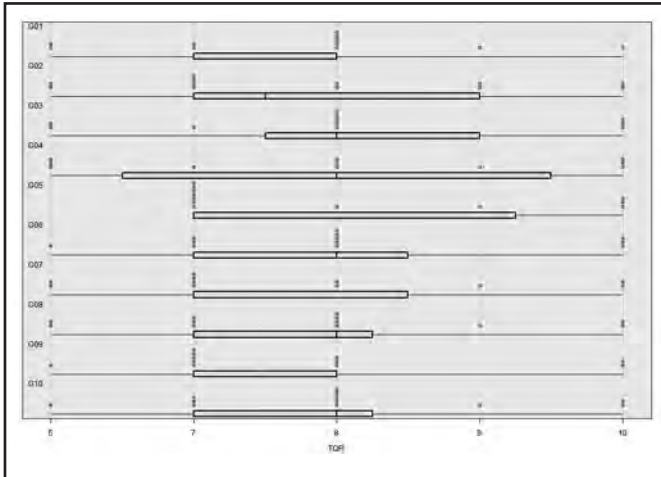
3 means > MD-3, 2 means > MD-2, 1 means > MD-1. A means MD-3vsMD-2, B means MD-2vsMD-1 and C means MD-3vsMD-1. tACC is total forward acceleration, hACC is total forward acceleration within the high band (>3.5 m·s⁻²), tDEC is total deceleration, hDEC is total deceleration within the high band (<-3.5 m·s⁻²), tCOD is total rightward lateral movements, hCOD is total movements registered in a rightward lateral vector within the high band, tJUMP is total jumps, and hJUMP is jumps done at the high band (above 0.4 m).

type of session in the week. In most variables, there was a statistically significant difference between the days MD-3 > MD-2 > MD-1. Only JUMP variable showed no difference between MD-3 and MD-2, while both days differed from MD-1.

When variables were expressed in minutes of practice (Table 3), almost all of the variables showed the same pattern, with statistically significant differences between MD-3 > MD-2 > MD-1. Interestingly, tJUMP/min and hJUMP/min showed no difference between MD-3 and MD-2, while both days showed a difference when compared to MD-1.

As for internal variables, the training load (sRPE) variable showed a statistically significant difference between days MD-3 > MD-2 > MD-1; 598.2 \pm 90.5 (569.6-626.7) AU, 441.4 \pm 73.4 (426.1-456.6) AU and 312.0 \pm 92.8 (293.1-330.9) AU, respectively (ES: 1.90 for MD-3 vs. MD-2, 1.55 for MD-2 vs. MD-1 and 3.12 for MD-3 vs. MD-1). The intensity variable RPE showed no differences between MD-3 and MD-2 with values 7.8 \pm 1.1 (7.4-8.1) AU and 7.3 \pm 0.9 (7.1-7.5) AU, respectively. However, the results for MD-1 were 6.0 \pm 1.4 (5.7-6.3) AU, what significantly differentiates from previous two days (1.10 for MD-2 vs. MD-1 and 1.43 for MD-3 vs. MD-1) (Figure 2).

Figure 3. Median, \pm standard deviation, confident interval at 95% for team's TQR scores prior the match (G presents a game, while the number classifies games from the first to the tenth).



Finally, Figure 3 presents the average scores in TQR questionnaire for all of the match days in the reference period. The average values from the first to the last game were as follows: 7.7 (6-10), 7.8 (6-10), 8.1 (6-10), 8.0 (6-10), 8.0 (7-10), 8.1 (6-10), 7.7 (6-10), 7.8 (6-10), 7.7 (6-10) and 8.0 (6-10). The average for all of the match days was 7.9 (± 1.31), positioning the team in the category of a very good state. There were no significant differences in the recovery status (TQR questionnaire results) between all match days in the reference period.

Discussion

The main aim of the present study was to describe differences between training sessions leading up to the first match of the week with respect to both eTL and iTL parameters. To the best of the authors' knowledge, this is the first study investigating short-term tapering in the elite basketball setting. The results showed differences in almost all variables (in both load and intensity) between the training sessions analyzed (MD-3>MD-2>MD-1). Furthermore, the TQR scores on the match day did not indicate any abnormality in players' optimal state of recovery. In particular, the results of the present study contributed to the improvement of specific periodization strategies with respect to different training durations, load and intensity.

Monitoring TL in basketball players is crucial in planning appropriate training programmes²⁴ and exposing players to adequate monotony and strain in order to reduce injury risk²⁵. Additionally, in previous research on effects of specific periodization strategies to avoid overtraining syndrome or under-stimulation, it was concluded that training session duration and intensity manipulation is a very important component of tapering². Experts¹ suggested that, out of the three main factors in tapering – training intensity, frequency and volume –, a decrease in the latter factor had the strongest effect on enhanced performance. In the present study, a decrease in the training duration (i.e. volume) in the days leading up to the match follows general tapering principles, where training intensity was kept at the high level when SSG were used

but general training volume was decreased due to shorter training time. Additionally, from Table 1. it can be observed that 3vs3 SSG was not performed one day before the official game, as it was physically more exhausting than the other drills. However, tapering included only three-day cycles and can therefore be considered as a short-term taper.

The majority of external load variables (i.e. hACC, tACC, hDEC, tDEC, hCoD and tCoD) revealed the same pattern in their inter-day relationships as the global variables, PL and sRPE. In connection with that finding, the authors suggest that these variables could be the most important eTL variables in prescribing load in basketball training sessions. Only two eTL variables of the same construct (i.e. hJUMP and tJUMP) showed different relationships between the days, with no difference found between MD-3 and MD-2, while both days differed from MD-1. This finding could be ascribed to different shooting drills, which significantly affected both hJUMP and tJUMP variables. In the future, it is important to differentiate the jumps accumulated in SSG and those from the other tasks, such as warm-up or spot-up shooting. When the total number of ACC, DEC, CoD and JUMP variables is considered in basketball training, regardless of the day, it is important to recognize that the CoD variable had the highest values by far. For that reason, CoD also had the highest impact on load accumulation.

PL, a global eTL variable, shows significant differences between all of the days, starting from MD-3, which showed the highest value (436.6 ± 70.8 AU), through MD-2 with a moderate value (358.4 ± 51.1 AU), and finally, MD-1 with the lowest value (253.2 ± 58.7 AU). These findings confirm previous research into short-term tapering in other team sports⁷. Unfortunately, eTL data on daily loads and short-term tapering in basketball does not exist.

With respect to iTL variables, the present study found that sRPE shared a very strong inter-day relationship as PL, unlike a previous study²⁶ on elite basketball players, which found only a moderate relationship ($r=0.49$). sRPE, a measure of internal training load, was the highest (598.2 ± 90.5 AU) on MD-3, followed by 441.4 ± 73.4 AU on MD-2 and was the lowest (312.0 ± 92.8 AU) on MD-1. These findings support the previous study on elite basketball players⁴. However, Manzi's study covered only two days leading up to a Euroleague game, since MD-3 was a day without physical activities (i.e. day-off). Over these two days, the players accumulated on average 748 ± 71 AU on MD-2 and 275 ± 54 AU on MD-1, with players participating in both resistance (explosive weights) and technical training on MD-2, and in tactical team training on MD-2. A significant drop in load was applied in both cases, which supports the importance of the tapering concept of training volume decrease.

The PL/min variable, which can be considered a variable representing the intensity of work, shows a downward trend, with MD-3 showing the highest value of 5.3 ± 0.7 , MD-2 a moderate value of 4.9 ± 0.8 , and MD-1 the lowest value of 4.3 ± 0.7 (all in AU per min). Even though Pyne *et al.*¹ suggested that training intensity should be maintained for an optimal taper, it is important to know that longer rest periods were used on MD-2 and, even more so, on MD-1 in order to decrease the metabolic stress, which could explain the significant drop in PL/min values, despite the fact that almost all of the SSGs were used in all of the days leading up to the match. Additionally, the shooting drills were used in greater volume on MD-2 and MD-1 when compared to MD-3, what could further impact the PL/min values. With respect to the

above said, the intention in practices was to maintain high intensity in competitive tasks, such as SSG, but this information was not provided in the current study.

Another intensity variable, the subjective RPE, did not show the exact same pattern as PL/min, and significant difference were not found between MD-3 and MD-2. However, both days differed from MD-1. This finding could be ascribed to the accumulated fatigue from MD-3, which is the most demanding day, having a direct impact on the next session on MD-2. However, a well-planned decrease in training volume and load did not have an impact on the residual fatigue on MD-1, but it did lead to a good readiness to play on the match day.

In order to evaluate the physical status (i.e. state of recovery and well-being) of players and their adaptation to training load prior to the match, a simple TQR questionnaire was used, as has been the practice in other team sports recently²⁷. The team played 10 games in the reference period, with team scores ranging from 7.7 to 8.1 AU, which positions them in the category of very good physical status. There was no disturbance in the recovery status (as expressed by the TQR questionnaire) in any of the weeks prior to the matches (Figure 3). As suggested by Nunes *et al.*³, overloading leads to poorer recovery and physical status of players. However, we hereby propose that short-term tapering using the loads specified in this study could improve players' physical status and enable them to be in good physical condition for the competition.

Even though it is important for all coaches to strive for better scores by applying different methods of both training and recovery, it is also important to understand that it is very difficult to constantly maintain an excellent physical status. Playing modern basketball at the elite level requires the players to play 2-3 games per week, and sometimes take several flights a week, early in the morning or late at night, changing the sleeping environment on a weekly basis. These are only some of the factors that interrupt players' circadian rhythm. However, it is important to consider the findings by Rabbani & Buchheit⁵, who state that fitter player may experience less wellness impairment when traveling than their less fit counterparts. Moreover, members of the coaching staff should establish a positive working environment, so that players are surrounded with positive energy and maintain healthy mentality in challenging moments on a daily basis.

Therefore, as the team in this investigation constantly averaged in the 'very good state' category, the authors concluded that the accumulated training load presented could be appropriate. Additionally, to keep the players in an optimal physical condition, it is important to maintain a sound acute: chronic workload ratio between micro-cycles, while considering both training and game loads. As suggested by previous research²⁸, it is better to maintain a high chronic load, because, in congested fixture, players are ready to support a high amount of load. In basketball, this idea has great importance for all players, especially those with more playing time.

This study accentuates the short-term tapering as a basic principle in weekly training load management. As the results of this study show, external and internal variables are complementary methods for monitoring training load. These methods are probably more effective than using only sRPE training load and training volume when the physical fitness level of players is to be assessed²⁹. In order to perform at the optimal level in competitions, players need to accumulate a high amount of

load, but with a particular distribution. It can be suggested that players experience a decrement (p.e. $\approx 42\%$, $\approx 34\%$ and $\approx 24\%$ in MD-3, MD-2 and MD-1, respectively) in training load in the three days prior to the match, which leads to the enhancement of their physical status, as a result of the so-called supercompensation phenomenon². In elite basketball, as this dose-response investigation presents, a progressive decrease in training loads three days before the match could be an appropriate way of physical conditioning in a preparation of a team for competitive tasks.

One of the limitations in the current study was the lack of comparison group. However, that kind of experimental design is not available when the study is conducted in top-level performance teams. Additionally, head coach's philosophy and training planification principles influenced the load distribution presented in the study. In the future, research in elite basketball should examine the effectiveness of different models of load distribution prior to the match day in correlation with both physical and key performance indicators in games.

Conclusion

Training load management is a crucial factor that leads to either enhanced or decreased physical condition in competitions. Basketball is an intermittent sport where accelerometry – derived data on individual accelerations, decelerations, jumps, changes of direction and PlayerLoad – provides a stable and clear platform for tracking and analyzing training load. Therefore, if training load is appropriately selected, coaches can find the most effective micro-tapering models prior to the match. According to the findings of this study, the accumulated PL of ≈ 1048 AU with ratio of $\approx 42\%$, 34% and 24% in MD-3, MD-2 and MD-1 respectively, could be appropriate load distribution, as it leads to a very good physical status on the match day. Moreover, the current study demonstrates that the use of different approaches to monitor training load provides a better micro-cycle (i.e. week) assessment and implementation of the short-term tapering prior to the games at the elite basketball level. Complementary monitoring of both external and internal loads provides a comprehensive insight about training demands and psycho-physiological responses in players. Successful training load monitoring across the pre- and in-season phases should be performed for two main reasons; to decrease injury risk and provide optimal level of stress and adaptation that leads to enhanced physical and competitive performance. Nevertheless, solely monitoring of training load is not enough to ensure a good management of the load. Complementary to load monitoring methods, coaches should assess players' state of recovery and readiness to play. In this paper, use of the TQR questionnaire was presented. However, complementary use of subjective and objective (e.g. creatin kinase values, heart rate, jumping performance) methods is advised. The practical implications may be further enhanced by understanding players' mental and physical states regarding the day of the week and its proximity to the match-day. Only in this way, coaching staff will manage to optimize the players' performance. Therefore, future research in basketball should provide more information on a) the accelerometry-derived game load, so that even better relationships can be established between training and competitive demands and b) the effects of sleep quality and mentality during travels on players' readiness and performance in competitions.

Acknowledgements

The authors would like to thank the coaching staff and players of the basketball club Saski Baskonia S.A.D. for their participation in this study.

Funding

The authors gratefully acknowledge the support of a Spanish government subproject Mixed method approach on performance analysis (in training and competition) in elite and academy sport [PGC2018-098742-B-C33] (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Programa Estatal de Generación de Conocimiento y Fortalecimiento Científico y Tecnológico del Sistema I+D+i), that is part of the coordinated project New approach of research in physical activity and sport from mixed methods perspective (NARPAS_MM) [SPGC201800X098742CV0].

Conflicts of interest

The authors certify that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.

Bibliography

- Pyne DB, Mujika I, Reilly T. Peaking for optimal performance: Research limitations and future directions. *J Sport Sci.* 2009;27(3):195-202.
- Marrier B, Robineau J, Piscione J, Lacombe M, Peeters A, Hausswirth C, et al. Supercompensation Kinetics of physical qualities during a Taper in Team Sport Athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(9):1163-9.
- Nunes JA, Moreira A, Crewther BT, Nosaka K, Viveiros L, Aoki MS. Monitoring training load, recovery-stress state, immune-endocrine responses, and physical performance in elite female basketball players during a periodized training program. *J Strength Cond Res.* 2014;28(10):2973-80.
- Manzi V, D'Ottavio S, Impellizzeri FM, Chaouachi A, Chamari K, Castagna C. Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *J Strength Cond Res.* 2010;24(5):1399-406.
- Rabbani A, Buchheit M. Ground travel-induced impairment of wellness is associated with fitness and travel distance in young soccer players. *Kinesiology.* 2016; 48(2):200-6.
- Fox JL, Scanlan AT, Stanton R. A review of player monitoring approaches in basketball: Current trends and future directions. *J Strength Cond Res.* 2017;31(7):2021-9.
- Malone JJ, Murtagh CF, Morgans R, Burgess DJ, Morton JP, Drust B. Countermovement jump performance is not affected during an in-season training microcycle in elite youth soccer players. *J Strength Cond Res.* 2015;29(3):752-7.
- Thorpe RT, Strudwick AJ, Buchheit M, Atkinson G, Drust B, Gregson W. The influence of changes in acute training load on daily sensitivity of morning-measured fatigue variables in elite soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;5:52-107-S2-113.
- Hooper SL, Mackinnon LT. Monitoring overtraining in athletes. *Sports Med.* 1995;20(5):321-7.
- Kentta G, Hassmen P. Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Med.* 1998;26(1):1-16.
- Zurutuza U, Castellano J, Echeazarra I, Casamichana D. Absolute and relative training load and its relation to fatigue in football. *Frontiers.* 2017;8:878.
- Casamichana D, Castellano J. Relationship between indicators of intensity in small-sided soccer games. *J Hum Kinet.* 2015;46(1):119-28.
- Castellano J, Casamichana D. Differences in the number of accelerations between small-sided games and friendly matches in soccer. *J Sports Sci Med.* 2013;12(1):209-10.
- Akenhead R, Hayes P, Thompson K, French D. Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *J Sci Med Sport.* 2013;6:556-61.
- Varley MC, Fairweather IH, Aughey RJ. Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *J Sport Sci.* 2012;30:121-7.
- Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(7):1164-8.
- Singh F, Foster C, Tod D, McGuigan MR. Monitoring different types of resistance training using session rating of perceived exertion. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007;2:34-5.
- Wallace LK, Slattery KM, Coutts AJ. A comparison of methods for quantifying training load: Relationship between modeled and actual training response. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(1):11-20.
- Williams S, Trewartha G, Cross MJ, Kemp SPT, Stokes KA. Monitoring what matters: A systematic process for selecting training load measures. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;12(2):101-6.
- Coutts A, Wallace L, Slattery K. Monitoring training load. *Sports Coach.* 2004;27(1):1-4.
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A, Marcora SM. Use of RPE-based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(3):1042-7.
- Lambert MI, Borresen J. Measuring training load in sports. *Int J Sports Physiol Perform.* 2010;5:406-11.
- Batterham AM, Hopkins WG. Making inferences about magnitudes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2006;1:50-7.
- Lupo C, Tessitore A, Gasperi L, Gomez M. Session-RPE for quantifying the load of different youth basketball training sessions. *Biol Sport.* 2017;34(1):11-7.
- Anderson L, Triplett-McBride T, Foster C, Doberstein S, Brice G. Impact of training patterns on incidence of illness and injury during a women's collegiate basketball season. *J Strength Cond Res.* 2003;17:734-8.
- Scanlan AT, Wen N, Tucker PS, Dalbo VJ. The relationship between internal and external load models during basketball training. *J Strength Cond Res.* 2014;28(9):2397-405.
- Osiecki R, Rubio TBG, Luz Coelho R, Novack LF, Conde JHS, Alves CG, et al. The Total Quality Recovery Scale (TQR) as a Proxy for Determining Athletes' Recovery State after a Professional Soccer Match. *J Exerc Physiol Online.* 2015;18(3):27-32.
- Hulin BT, Gabbett TJ, Lawson DW, Caputi P, Sampson JA. The acute:chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *Br J Sports Med.* 2015;50(4):231-6.
- Feroli D, Bosio A, La Torre A, Carlomagno D, Connolly DR, Rampinini E. Different training loads partially influence physiological responses to preparation period in basketball. *J Strength Cond Res.* 2017;1-26.

Vulnerabilidad psicológica a la lesión. Perfiles según la modalidad deportiva

Joel M. Prieto Andreu

Departamento de Ciencias de la Educación Universidad Internacional de La Rioja

Recibido: 25/05/18

Aceptado: 19/11/18

Resumen

En el ámbito deportivo competitivo se hace necesaria la creación de un perfil de "riesgo a la lesión" útil y eficaz que permita elaborar programas específicos de intervención. En este estudio se planteó como objetivo relacionar el número de lesiones deportivas (gravedad de lesión) con los diferentes grados de vulnerabilidad a la lesión de los deportistas (vulnerabilidad alta, media y baja), atendiendo a la modalidad deportiva bajo la diferenciación entre deporte de oposición o individual (deportistas federados de atletismo, natación y tenis) y deporte de oposición-cooperación de contacto o deporte colectivo (deportistas federados de fútbol, baloncesto y balonmano).

La muestra total del estudio fue de 452 deportistas individuales y colectivos (284 hombres y 168 mujeres). Para la evaluación de las variables psicológicas se utilizó la Escala de Personalidad Resistente, el SCAT y la Escala de Competitividad-10. Se realizó un análisis de conglomerados y se obtuvieron 3 perfiles de vulnerabilidad a la lesión, estableciéndose un perfil de vulnerabilidad alta que confirmaba la hipótesis (aumenta la vulnerabilidad a la lesión a menor personalidad resistente y motivación orientada al éxito y a mayor ansiedad competitiva y motivación orientada a evitar el fracaso).

Entre las principales conclusiones se destaca que ser deportista individual o colectivo influye en la relación entre cualquier perfil de vulnerabilidad y el número de lesiones leves, siendo el número de lesiones leves superior en deportistas colectivos. Por otro lado, puede que los deportistas, en ambas modalidades, que se sitúen en una vulnerabilidad media, posean mayor número de lesiones leves y moderadas, y que los deportistas que se sitúen en una vulnerabilidad alta posean un mayor número de lesiones graves y muy graves.

Palabras clave:

Deportistas. Personalidad resistente. Competitividad. Ansiedad competitiva.

Psychological vulnerability to the injury. Profiles according to the sport modality

Summary

In the competitive sports field is necessary to create a profile of "risk to the injury" useful and effective that allows to elaborate specific intervention programs. The purpose of this study was to relate the number of sports injuries (severity of injury) to the different degrees of vulnerability to injury of athletes (high, medium and low vulnerability), based on the sports modality under the differentiation between opposition or individual sport (federated athletes of athletics, swimming and tennis) and contact sport with opposition and cooperation or collective sport (federated athletes of football, basketball and handball). Total sample of this study was 452 individual and collective athletes (284 men and 168 women). For the evaluation of the psychological variables, Resistant Personality Scale, the SCAT and Competitiveness Scale-10 was used. A cluster analysis was carried out and 3 profiles of vulnerability to injury were obtained, establishing a high vulnerability profile that confirmed the hypothesis (increases the vulnerability to injury to a less resistant personality and motivation oriented to success and greater competitive anxiety and oriented motivation to avoid failure).

Key words:

Athletes. Hardiness. Competitiveness. Competitive anxiety.

Among the main conclusions is that being an individual or collective athlete influences the relationship between any profile of vulnerability and the number of minor injuries, the number of minor injuries being higher in collective athletes. On the other hand, athletes, in both modalities, who are in a medium vulnerability, have a greater number of mild and moderate injuries, and athletes who are in a high vulnerability have a greater number of serious injuries and very serious.

Correspondencia: Joel Prieto Andreu
E-mail: joelmanuel.prieto@unir.net

Introducción

Se podría afirmar que la lesión es uno de los obstáculos más importantes para el rendimiento exitoso de un deportista. Quizás el riesgo más frecuente e importante dentro del deporte de competición, por sus repercusiones físicas y psicosociales, sea el sufrir una lesión. La gran demanda de esfuerzo y el alto nivel de exigencia, propio de toda actividad deportiva, comportan en muchas ocasiones, tal vez en exceso, múltiples traumatismos y lesiones que obligan al atleta a suspender o reorganizar sus actividades. Por otra parte, si se tienen en cuenta los resultados que aporta la comparación entre las diferentes especialidades realizada por Antonelli y Salvini¹ al encontrar que existen diferencias significativas entre los atletas según practiquen pruebas de velocidad o resistencia, si se extrapolan las características de las pruebas a otros deportes, se puede decir que es posible que exista un determinado perfil de vulnerabilidad en función de la especialidad.

Los análisis llevados a cabo en 2018 en la investigación de Reigal, Delgado, Raimundi y Mendo² pusieron de manifiesto que el grupo de triatletas estudiados tuvo mayores puntuaciones que los atletas en control de afrontamiento negativo y positivo, control atencional, nivel motivacional y control actitudinal. También mostraron mayores puntuaciones que los futbolistas en control de afrontamiento negativo y positivo. Respecto al grupo de los golfistas, puntuaron más en todos los factores del IPED, menos en nivel motivacional. En general, se apreciaron puntuaciones más elevadas en triatletas que en el resto de deportes analizados.

Como ya han sistematizado Antonelli y Salvini¹, existen diferencias psicológicas para distintas disciplinas entre las que se encuentran los esquiadores (que distinguen tres tipos: velocidad, fondo y saltos). Asimismo, también se aprecian distintos perfiles que pueden hacer al deportista más vulnerable a la lesión, por ejemplo, en el estudio de Coulter, Mallet y Gucciardi³ en futbolistas australianos, encontraron que los deportistas con menor fortaleza mental y con tendencia al riesgo, estaban más dispuestos a jugar padeciendo pequeñas lesiones que posteriormente podían agravarse.

Por otro lado, el estudio sobre la personalidad resistente resulta interesante tal y como indica Jones⁴ es uno de los términos menos usados y aplicados en la Psicología del Deporte. En el presente estudio se sigue el planteamiento de la personalidad resistente según Kobasa⁵, dentro de la teoría existencial, definiéndola como un constructo de 3 factores (control, compromiso y reto): "la actitud de una persona ante su lugar en el mundo que expresa simultáneamente su compromiso, control y disposición a responder ante los retos".

En cuanto al estudio de la ansiedad competitiva, la hipótesis que, en general, han adoptado los diferentes investigadores es que los deportistas con niveles altos de ansiedad competitiva tendrían más probabilidad de lesionarse en situaciones de estrés⁶⁻¹⁰. Por otro lado, también se ha estudiado la relación entre lesiones deportivas y la competitividad y la motivación de logro en el deporte^{11,12}.

Se parte de la hipótesis de que la modalidad deportiva provoca diferencias en los rasgos de la personalidad. Pero ¿se requiere la posesión de una determinada característica de la personalidad, o al menos un factor de predisposición, para la práctica de ciertos deportes? ¿Y para ser menos vulnerable a la lesión en ciertos deportes? En el ámbito deportivo

competitivo se hace necesaria la creación de un perfil de "riesgo a la lesión" útil y eficaz que permita elaborar programas específicos de prevención. En este estudio se pensó que sería necesario explorar muestras de diferentes modalidades deportivas, en el ámbito de competición, y utilizando diferentes instrumentos de evaluación que integran escalas que incidieran en diferentes aspectos de la personalidad. Se planteó como objetivo relacionar el número de lesiones deportivas (gravedad de lesión) con los diferentes grados de vulnerabilidad a la lesión de los deportistas (vulnerabilidad alta, media y baja), atendiendo a los siguientes criterios: deporte colectivo, deporte individual. Según la Bibliografía Internacional, se planteó cómo hipótesis que se lesionarán más los sujetos con el siguiente perfil de vulnerabilidad a la lesión (vulnerabilidad alta): baja personalidad resistente, alta ansiedad competitiva, baja motivación orientada al éxito y alta motivación orientada a evitar el fracaso.

Material y método

Diseño

Siguiendo a Ato, López y Benavente¹³ la estrategia empleada en el estudio es asociativa, comparativa y transversal. El diseño utilizado en la investigación fue de corte transversal, descriptivo, correlacional y no aleatorizado. Las variables dependientes e independientes de estudio fueron: a) Frecuencia o número de lesiones según la gravedad de la lesión (leve, moderada, grave y muy grave), b) Modalidad deportiva (deporte individual y deporte colectivo) y c) Grados de vulnerabilidad psicológica a la lesión (alta, media y baja).

Muestra

La muestra total del estudio fue de 452 sujetos (46 no lesionados), 284 hombres (39 no lesionados) y 168 mujeres (7 no lesionadas). Los hombres tenían una media de edad de 21,77 años (DT=4,81) y las mujeres una media de edad de 20,55 años (DT=4,39). La muestra estuvo formada por deportistas de oposición [deportistas federados de atletismo (76), natación (87) y tenis (91)], 143 hombres (125 lesionados) y 111 mujeres (90 lesionadas), y por deportistas de oposición-cooperación de contacto [deportistas federados de fútbol (92), baloncesto (43) y balonmano (63)], 141 hombres (137 lesionados) y 57 mujeres (54 lesionadas). En la Tabla 1 se puede observar su distribución entre jugadores lesionados y no lesionados, según el perfil de vulnerabilidad, el tipo de modalidad deportiva y el género.

Instrumentos

Para la evaluación de la personalidad resistente se utilizó una adaptación de la Escala de Personalidad Resistente (EPR) de Jaenes, Godoy y Román¹⁴. El EPR es un instrumento de 30 ítems, 10 para cada una de las dimensiones que configuran el constructo de la personalidad resistente (compromiso, control y desafío), para los que las respuestas se presentan graduadas en formato tipo Likert. Está basado en la versión española del cuestionario Personal Views Survey (PVS, Hardiness Institute). Por otro lado, la EPR se adaptó en su contenido al contexto deportivo, modificando el léxico y los enunciados de los ítems para que reflejasen un contenido relacionado con el ámbito deportivo. En

Tabla 1. Recuento de lesionados y no lesionados según el perfil de vulnerabilidad y en función del tipo de modalidad deportiva y del género.

	Deporte individual				Deporte colectivo			
	No lesionados		Lesionados		No lesionados		Lesionados	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Vulnerabilidad baja	15	16	51	43	0	1	22	8
Vulnerabilidad media	1	3	45	20	2	2	99	42
Vulnerabilidad alta	2	2	29	27	2	0	16	4

concreto se realizó un análisis factorial a partir del cual se establecieron la siguientes subescalas: control (ítems 4, 16, 24 y 5), compromiso (20, 17 y 10), desafío (9 y 11). Se obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach para la escala de EPR de 0,58.

Para la evaluación de la ansiedad competitiva se utilizó el *Sport Competition Anxiety Test* (SCAT) de Martens¹⁵. El SCAT es un instrumento de suma utilidad para evaluar el rasgo de ansiedad competitiva, característico de los deportistas, y diferente de un rasgo general de ansiedad. Concretamente evalúa la tendencia de los deportistas a percibir como amenazante, y reaccionar con ansiedad, a la situación estresante de la competición deportiva. Consta de 15 ítems en una escala tipo Likert, con tres posibilidades de respuesta (nunca, a veces, casi siempre). En esta investigación se obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de 0,73.

Para la evaluación de la competitividad se utilizó la Escala de Competitividad-10 de Remor¹⁶. Se trata de un cuestionario de autoinforme con 10 preguntas sobre la motivación asociadas a la competitividad deportiva, ideado para la evaluación de la motivación de éxito, motivación para evitar el fracaso y la competitividad en individuos adultos que practican una actividad deportiva. El formato de respuesta es de tipo Likert (1=Casi Nunca, 2=Algunas veces, 3=A menudo). Debido a problemas de fiabilidad se decidió eliminar los ítems 1 y 10, de manera que se establecieron dos subescalas: escala de motivación de éxito (ítems 2, 3, 5 y 8), y la escala de motivación para evitar el fracaso (4, 6, 7 y 9). Se obtuvo un alfa de Cronbach de 0,54 y de 0,53 respectivamente.

Para la evaluación de las lesiones deportivas (historial de lesiones, frecuencia y gravedad) se utilizó un Cuestionario de autoinforme realizado *ad hoc* para el estudio incorporando las sugerencias de otros autores^{17,18}.

Procedimiento

Se acudió a los entrenamientos, y antes de iniciar el proceso de administración de los cuestionarios se solicitó permiso a los propios deportistas, informándoles de la confidencialidad y del anonimato de los datos, y solicitándoles la firma del documento de consentimiento informado. El reparto de cuestionarios se realizó de acuerdo a la Declaración de Helsinki (revisión de 2013), mediante consentimiento informado.

Para establecer los niveles de baja y alta personalidad resistente, ansiedad competitiva y motivación orientada al éxito y motivación orientada a evitar el fracaso, se aplicó un análisis de frecuencias, de manera que los sujetos con mejores niveles se definieron como altos, mientras que los que tuvieron niveles más bajos fueron definidos como

bajos. La combinación de las 4 variables, cada una de las cuales posee 2 categorías (baja y alta), dieron lugar a 16 perfiles. Posteriormente se realizó un análisis de conglomerados para los 16 perfiles, obteniéndose 4 bloques (de los cuales se descartó un bloque por poseer un solo sujeto), obteniéndose finalmente 3 bloques o grados de vulnerabilidad a la lesión:

- Vulnerabilidad baja (mayor personalidad resistente, mayor ansiedad competitiva, menor motivación orientada al éxito y mayor motivación orientada para evitar el fracaso). Los sujetos con este perfil deberían poseer mayor dureza mental y más herramientas para afrontar situaciones de riesgo, pero se podrían lesionar ya que también generarían conductas inadecuadas.
- Vulnerabilidad media (menor personalidad resistente, mayor ansiedad competitiva, mayor motivación orientada al éxito y menor motivación orientada para evitar el fracaso). Los sujetos con este perfil deberían generar conductas adecuadas, pero se podrían lesionar debido a que al estar motivados orientados al éxito generan mayores situaciones de riesgo.
- Vulnerabilidad alta (menor personalidad resistente, mayor ansiedad competitiva, menor motivación orientada al éxito y mayor motivación orientada para evitar el fracaso). Los sujetos con este perfil deberían generar conductas inadecuadas, probablemente tengan mayor número de lesiones porque al estar preocupados generan una mayor tensión y un estrés que aumente el número de lesiones.

Análisis estadístico

Se realizó un estudio descriptivo de las diferentes variables de estudio. Para realizar los cálculos estadísticos se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics en su versión 23.0. Para evaluar la normalidad de las variables escalares se utilizó la prueba Chi-cuadrado, y la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov para las variables categóricas. Con el objeto de comparar el número de lesiones entre los deportistas que cumplían el perfil de vulnerabilidad psicológica a la lesión con los que no lo cumplían, se utilizó la prueba estadística *t* de Student para muestras independientes. Posteriormente, con el objeto de apreciar si la variable modalidad deportiva influía en la relación entre las variables "número de lesiones y vulnerabilidad" se aplicó un análisis de la varianza de dos factores (2x3), utilizándose el test Bonferroni para analizar las comparaciones *post-hoc*. En todos los casos se utilizó un nivel de significación de $p < 0,005$.

Resultados

Tras la aplicación de la prueba estadística Chi-cuadrado para determinar la normalidad de las variables categóricas, la distribución de los datos se considera normal ($p < 0,05$), por tanto, las pruebas realizadas con estas variables son paramétricas. Por otra parte, para evaluar la normalidad de las variables escalares, y tras la aplicación de la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov para una muestra, se determina también la normalidad ($p < 0,05$).

En la Tabla 2 se aprecian el número de lesiones según gravedad y vulnerabilidad a la lesión, diferenciando modalidad deportiva.

Al analizar los datos sobre los valores obtenidos en la variable número de lesiones leves, se aprecia que el efecto de la interacción del factor modalidad deportiva por Tipo de Vulnerabilidad (2×3) fue estadísticamente significativo ($F_{2,446} = 6,125$, $p = 0,002$). Por lo tanto, se puede señalar que ser deportista individual o colectivo influye en la relación entre el perfil de vulnerabilidad y el número de lesiones leves. En concreto en personas de deportes colectivos, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en el número de lesiones leves según el grupo de vulnerabilidad ($F_{2,446} = 5,754$, $p = 0,003$), apreciándose diferencias entre el grupo de vulnerabilidad alta con el grupo de vulnerabilidad media ($p = 0,003$) y entre el grupo de vulnerabilidad alta con el grupo de vulnerabilidad baja ($p = 0,012$). Por el contrario, en deportistas individuales no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en el número de lesiones leves según el grupo de vulnerabilidad ($F_{2,446} = 1,650$, $p = 0,193$). En cualquier caso, el número medio de lesiones leves es superior en deportes colectivos que, en deportes individuales independientemente de tipo de vulnerabilidad, apreciándose diferencias estadísticamente significativas en la vulnerabilidad alta ($F_{1,446} = 29,983$, $p = 0,000$), en la vulnerabilidad media ($F_{1,446} = 5,911$, $p = 0,015$) y en la vulnerabilidad baja ($F_{1,446} = 7,769$, $p = 0,006$).

Por otro lado, al analizar los datos sobre los valores obtenidos en la variable número de lesiones moderadas, se aprecia que el efecto de la interacción del factor modalidad deportiva por Tipo de Vulnerabilidad (2×3) no fue estadísticamente significativo ($F_{2,446} = 1,289$, $p = 0,276$). Por lo tanto, se puede señalar que ser deportista individual o colectivo no influye en la relación entre el perfil de vulnerabilidad y el número de lesiones moderadas. En concreto en deportistas individuales, se observa que existen diferencias tendentes a la significación en el número de

lesiones moderadas según el grupo de vulnerabilidad ($F_{2,446} = 2,861$, $p = 0,058$), apreciándose diferencias entre el grupo de vulnerabilidad alta con el grupo de vulnerabilidad baja ($p = 0,054$). Por el contrario, en deportistas colectivos no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en el número de lesiones moderadas según el grupo de vulnerabilidad ($F_{2,446} = 0,965$, $p = 0,382$). En cualquier caso, el número medio de lesiones moderadas es superior en deportes colectivos que, en deportes individuales independientemente de tipo de vulnerabilidad, apreciándose diferencias estadísticamente significativas en la vulnerabilidad alta ($F_{1,446} = 19,436$, $p = 0,000$), en la vulnerabilidad media ($F_{1,446} = 69,521$, $p = 0,000$) y en la vulnerabilidad baja ($F_{1,446} = 60,143$, $p = 0,000$).

Por otra parte, al analizar los datos sobre los valores obtenidos en la variable número de lesiones graves, se aprecia que el efecto de la interacción del factor modalidad deportiva por Tipo de Vulnerabilidad (2×3) no fue estadísticamente significativo ($F_{2,446} = 0,673$, $p = 0,511$). Por lo tanto, se puede señalar que ser deportista individual o colectivo no influye en la relación entre el perfil de vulnerabilidad y el número de lesiones graves. En concreto en deportistas individuales, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en el número de lesiones graves según el grupo de vulnerabilidad ($F_{2,446} = 10,575$, $p = 0,000$), apreciándose diferencias entre el grupo de vulnerabilidad alta con el grupo de vulnerabilidad baja ($p = 0,000$). Por el contrario en deportistas colectivos no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en el número de lesiones graves según el grupo de vulnerabilidad ($F_{2,446} = 0,938$, $p = 0,392$). En cualquier caso, el número medio de lesiones graves es superior en deportes colectivos que en deportes individuales (excepto en vulnerabilidad alta, que es en los deportes individuales dónde se encuentra una mayor media) independientemente del tipo de vulnerabilidad, no apreciándose diferencias estadísticamente significativas ni tendencias a la significación.

En cuanto a los valores obtenidos en la variable número de lesiones muy graves, se aprecia que el efecto de la interacción del factor modalidad deportiva por Tipo de Vulnerabilidad (2×3) no fue estadísticamente significativo ($F_{2,446} = 0,649$, $p = 0,523$). Por lo tanto, se puede señalar que ser deportista individual o colectivo no influye en la relación entre el perfil de vulnerabilidad y el número de lesiones muy graves. En concreto en deportistas individuales, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en el número de lesiones muy graves según el grupo de vulnerabilidad ($F_{2,446} = 7,208$, $p = 0,001$), apreciándose

Tabla 2. Relación entre frecuencia y gravedad de lesión y perfil de vulnerabilidad según modalidad deportiva.

Nº lesiones	Individual			Colectivo		
	V. Baja (n=88)	V. Media (n=147)	V. Alta (n=49)	V. Baja (n=68)	V. Media (n=67)	V. Alta (n=33)
Leve	0,98±1,31	1,53±1,48	0,98±1,21	2,19±1,72	2,31±2,61	3,95±5,31
Moderada	0,50±0,78	0,62±0,92	1,03±1,11	2,70±1,34	2,35±1,69	2,59±3,21
Grave	0,24±0,65	0,52±0,81	0,81±0,87	0,45±0,62	0,64±0,83	0,72±1,16
Muy grave	0,04±0,30	0,05±0,23	0,26±0,48	0,09±0,30	0,14±0,45	0,22±0,42
Total	1,77±1,67	2,73±1,69	3,10±1,70	5,45±2,09	5,44±3,88	7,50±9,00
Índice de lesión	0,54±0,53	0,61±0,38	0,87±0,46	1,68±0,96	1,60±1,19	1,77±1,83

diferencias entre el grupo de vulnerabilidad alta con el grupo de vulnerabilidad baja ($p=0,001$) y entre el grupo de vulnerabilidad alta con el grupo de vulnerabilidad media ($p=0,007$). Por el contrario, en deportistas colectivos no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en el número de lesiones muy graves según el grupo de vulnerabilidad ($F_{2,446}=0,748$, $p=0,474$).

El número medio de lesiones muy graves es superior en deportes colectivos que en deportes individuales (excepto en vulnerabilidad alta, que es en los deportes individuales dónde se encuentra una mayor media) independientemente de tipo de vulnerabilidad, no apreciándose diferencias estadísticamente significativas ni tendencias a la significación.

A modo de resumen, el número medio de lesiones leves, moderadas, graves, muy graves, es superior en deportistas colectivos que, en deportistas individuales, pero el ser deportista individual o colectivo no influye en la relación entre el perfil de vulnerabilidad y el número de lesiones moderadas, graves y muy graves. Por lo contrario, el ser deportista individual o colectivo sí influye en la relación entre cualquier perfil de vulnerabilidad y el número de lesiones leves. En deportistas colectivos se aprecian diferencias entre el grupo de vulnerabilidad alta y media y entre el grupo de vulnerabilidad alta y baja para lesiones leves. Por otra parte, en deportistas individuales se aprecian diferencias entre el grupo de vulnerabilidad alta y baja para lesiones moderadas, graves y muy graves, y entre el grupo de vulnerabilidad alta y media para lesiones muy graves.

Discusión

Junge¹⁹ señala la inexistencia de un perfil de personalidad "propenso a la lesión" aunque reconoce que existen sujetos con una tendencia mayor a tomar decisiones de riesgo. Por otra parte, Thomson y Morris²⁰ señalan que los deportistas que muestran un alto grado de ira hacia fuera, aumentan el riesgo lesiones, en contraposición a aquellos que dirigen su ira hacia dentro. Por otra parte, según el Modelo Global Psicológico de las Lesiones Deportivas (MGPLD) de Olmedilla y García-Mas (2009, citado en García-Mas, Pujals, Fuster-Parra, Nuñez y Rubio, 2014²¹) las variables consecuentes de una lesión deportiva son: la utilización de estrategias de afrontamiento, las atribuciones causales de la lesión para el deportista, la percepción de conductas de riesgo y la tendencia a su realización.

En este estudio se pensó que sería necesaria la creación de un perfil de "riesgo a la lesión" útil y eficaz que permitiera elaborar programas específicos de intervención y que proporcionase una aproximación al perfil de vulnerabilidad psicológico a la lesión del deportista. Los resultados indican que el perfil de vulnerabilidad planteado en el presente estudio (se lesionarán más los sujetos con baja personalidad resistente y motivación orientada al éxito, y alta ansiedad competitiva y motivación orientada al fracaso), excepto en deportistas colectivos con perfil de vulnerabilidad a lesiones graves, parece ser que no se confirma en ningún caso independientemente del carácter de la lesión.

Según los resultados de este estudio, ser deportista individual (deportes de oposición) o colectivo (deportes de oposición-cooperación de contacto) sí influye en la relación entre cualquier perfil de vulnerabilidad, vulnerabilidad alta (0,98/3,95), media (1,53/2,31) y baja (0,98/2,19) con

el número de lesiones leves, siendo los deportistas colectivos los que poseen mayor vulnerabilidad a sufrir lesiones leves, en línea con algunas investigaciones que indican que los deportes de equipo, especialmente aquellos donde hay contacto, entrañan un mayor riesgo de lesión^{22,23}. Por otro lado, puede ser que los deportistas colectivos sean propensos a sufrir lesiones leves independientemente del perfil de vulnerabilidad (alta, media o baja).

En un estudio que analizaba el papel de la personalidad sobre las lesiones en deportistas de élite mediante el 16PF-5 y un registro de lesiones, los resultados señalaron correlaciones significativas entre el número de lesiones y las escalas Tensión y Atrevimiento²⁴. Por otro lado, en el estudio de Berengüi, López, Garcés de los Fayos y Almarcha²⁵ midieron la personalidad de 48 deportistas de Lucha Olímpica, Piragüismo y Taekwondo, a través del EPQ-R, Cuestionario Revisado de Personalidad de Eysenck y Eysenck. Este instrumento se basa en la teoría de Eysenck, e identifica tres dimensiones fundamentales de la personalidad: Extraversión, Neuroticismo (emotividad), y Psicoticismo (dureza). Resulta interesante el comprobar cómo la dimensión Neuroticismo correlacionó con el número de lesiones acontecidas, siendo las personas que puntuaron alto en dicha dimensión, descritas como ansiosas, muy emotivas, inestables e inseguras²⁴. En la misma línea, Appaneal y Perna²⁶ indican que los deportistas con un perfil pesimista, y los deportistas con un alto grado de estrés diario experimentan más síntomas de enfermedad/lesión que los que puntúan bajo. Puede ser una buena explicación que los deportistas que posean determinados rasgos puedan ser más propensos a lesionarse²⁴ puesto que en la Tabla 2 los deportistas colectivos fueron más propensos a sufrir lesiones leves independientemente del perfil de vulnerabilidad (alta, media o baja).

Por último, resaltar la influencia de otras variables que pueden modificar la gravedad de la lesión, la tipología de la lesión, el momento de la temporada, el género, la edad, la fase de la temporada o los diferentes niveles competitivos²⁷. En el estudio sobre perfiles de vulnerabilidad a la lesión deportiva, la gravedad de la misma puede ser clave para determinar un bajo o alto riesgo de padecer algún tipo de lesión deportiva en algún deporte en concreto, en un estudio sobre niveles de resiliencia en base a la modalidad deportiva, quedó patente que la capacidad de resiliencia depende de factores individuales²⁸. Se hace necesario ahondar en esta línea de investigación, conocer cuáles son los aspectos que hacen a un jugador más vulnerable es vital, y no solamente para la propia salud del jugador, ya que puede causar grandes desordenes en una estructura de equipo.

En el presente estudio se planteó como objetivo relacionar el número de lesiones deportivas (frecuencia y gravedad) con los diferentes grados de vulnerabilidad a la lesión de los deportistas (vulnerabilidad alta, media y baja), atendiendo a los siguientes criterios: deporte colectivo, deporte individual. Cumplir la hipótesis planteada en este estudio implica lesionarse más.

Se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Quizá sea probable que los deportistas que cumplan la hipótesis y que posean esos rasgos (menor personalidad resistente, mayor ansiedad competitiva, menor motivación orientada al éxito y mayor motivación orientada a evitar el fracaso), puedan ser más propensos a lesionarse de forma grave (deportistas colectivos).

- Ser deportista individual o colectivo influye en la relación entre cualquier perfil de vulnerabilidad y el número de lesiones leves, siendo el número de lesiones leves superior en deportistas colectivos que, en deportistas individuales, apreciándose diferencias en deportistas colectivos entre el grupo de vulnerabilidad alta y media y entre el grupo de vulnerabilidad alta y baja. Quizá, a diferencia de los deportistas individuales, los deportistas colectivos que se sitúan en cualquier perfil de vulnerabilidad podrían tener mayor vulnerabilidad a lesionarse de forma leve.
- Probablemente, los resultados guarden relación con el carácter de la gravedad de la lesión, es decir, puede que los deportistas, en ambas modalidades, que se sitúen en una vulnerabilidad media posean mayor número de lesiones leves y moderadas, y que los deportistas que se sitúen en una vulnerabilidad alta posean un mayor número de lesiones graves y muy graves.

Los resultados de este estudio podrían proporcionar una aproximación al perfil de vulnerabilidad psicológico a la lesión del deportista, también se podrían utilizar para identificar a los individuos con un alto grado de riesgo a la lesión, así como para identificar aquellos factores que posibilitan una mayor vulnerabilidad del deportista a lesionarse; y como consecuencia a lo anterior, para poder diseñar programas de intervención que disminuyan los riesgos de sufrir lesiones deportivas

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

1. Antonelli F, Salvini A. *Psicología del deporte*. Editor: Miñon. Valladolid; 1982. 202.
2. Reigal RE, Delgado-Giralt JE, Raimundi MJ, Hernández-Mendo A. Perfil psicológico deportivo en una muestra de triatletas amateurs y diferencias con otros deportes. *Cuadernos de Psicología del Deporte*. 2018;18:55-62.
3. Coulter TJ, Mallet C, Gucciardi DF. Understanding mental toughness in Australian soccer: Perceptions of players, parents and coaches. *Journal of Sports Sciences*. 2010;28(7):699-16.
4. Jones G. ¿Qué es esa cosa llamada la fuerza mental? Una Investigación en deportistas de elite. *Sport J App Sport Psychology*. 2002;14:205-18.
5. Kobasa, S (1979). Personality and resistance to illness. *American Journal of Community Psychology*. 1979;7:413-23.
6. Prieto JM, Labisa A, Olmedilla A. Ansiedad competitiva, competitividad y vulnerabilidad a la lesión deportiva: perfiles de riesgo. *Rev Iber Psico Ej Deporte*. 2015;10:293-300.
7. Lavallée L, Flint F. The relationship of stress, competitive anxiety, mood state, and social support to athletic injury. *J Ath Train*. 1996;31:296-9.
8. Falkstein DL. Prediction of athletic injury and postinjury emotional response in collegiate athletes: A prospective study of an NCAA Division I football team. *The Sciences and Engineering*. 2000;60:4885.
9. Haghshenas R, Marandi SM, Molavi H. Predicting Injuries of Athletes by Considering Psychological Factors. *World J Sport Sci*. 2008;1:38-41.
10. Olmedilla A, Prieto JM, Blas A. A history of injuries and their relationship to psychological variables in tennis players. *Ann Clinic Health Psychology*. 2009;5:67-74.
11. Prieto JM, Ortega E, Garcés EJ, Olmedilla A. Perfiles de personalidad relacionados con la vulnerabilidad del deportista a lesionarse. *Rev Psico Deporte*. 2014;23:431-7.
12. Prieto JM. Relación entre competitividad, ansiedad social y compromiso con variables deportivas y académicas en futbolistas jóvenes. *Rev Iber Psico Ej Deporte*. 2016;11:193-200.
13. Ato M, López JJ, Benavente A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*. 2013;29:1038-59.
14. Jaenes JC, Godoy D, Román FM. Personalidad resistente en maratonianos: Un estudio sobre el control, compromiso y desafío de corredoras y corredores de maratón. *Rev Psico Deporte*. 2009;18:217-34.
15. Martens R. Sport Competition Anxiety Test. *Human Kinetics*. Champaign. 1977. 127.
16. Remor E. Propuesta de un cuestionario breve para la evaluación de la competitividad en el ámbito deportivo: Competitividad-10. *Rev Psico Deporte*. 2007;16:167-83.
17. Gimeno F, Guedea JA. Evaluación e intervención psicológica en la "promoción" de talentos deportivos en judo. *Rev Psi Deporte*. 2001;10:103-125.
18. Van Mechelen WH, Twisk J, Molendijk A, Blom B, Snel J, Kemper HC. Subject-related risk factors for sports injuries: A 1-yr prospective study in young adults. *Med Sci Sports Exercise*. 1996;28:1171-9.
19. Junge A. The influence of psychological factors on sports injuries: Review of the literature. *Am J Sports Med*. 2000;28:10-5.
20. Thompson NJ, Morris RD. Predicting injury risk in adolescent football players. The importance of psychological variables. *J Pediatric Psychology*. 1994;19:415-29.
21. Garcia-Mas A, Pujals C, Fuster-Parra P, Núñez A, Rubio JV. Determinación de las variables psicológicas y deportivas relevantes a las lesiones deportivas: Un análisis bayesiano. *Revista de Psicología del Deporte*. 2014;23:423-9.
22. Nicholl JP, Coleman P, Williams BT. The epidemiology of sports and exercise related injury in the United Kingdom. *British J Sports Med*. 1995;29:232-9.
23. Ytterstad B. The harstad injury prevention study: the epidemiology of sports injuries. *British J Sports Med*. 1996;30:64-8.
24. Berengüi R, Ortín F, Garcés de Los Fayos E, Hidalgo M. Personalidad y lesiones en el alto rendimiento deportivo en modalidades individuales. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*. 2017;12:15-22.
25. Berengüi R, Garcés de los Fayos EJ, Almarcha J, Ortega E. Lesiones y personalidad en el deporte de competición. *Rev Iber Fis Kin*. 2010;13:10-6.
26. Appaneal RN, Perna, FM. *Encyclopedia of Sport and Exercise Psychology*. Editor: SAGE publications. Thousand Oaks; 2014. 74.
27. Zurita F, Olmo M, Cachón J, Castro M, Ruano B, Navarro M. Relaciones entre lesiones deportivas y parámetros de nivel, fase y modalidad deportiva. *Journal of Sport and Health Research*. 2015;7:215-28.
28. Castro M, Chacón R, Zurita F, Espejo T. Niveles de resiliencia en base a modalidad, nivel y lesiones deportivas (Levels of resilience based on sport discipline, competitive level and sport injuries). *Retos*. 2015;0:162-5.

Hormonal changes in acclimatized soldiers during a march at a high altitude with mountain skis

Claudio Nieto Jimenez¹, Jorge Cajigal Vargas², José Naranjo Orellana³

¹Ejército de Chile. Centro de Lecciones Aprendidas. División Doctrina. La Reina. Santiago. Chile. ²Ciencias de la actividad física y del deporte. Laboratorio de Ciencias del Deporte, Escuela de Educación Física. Facultad de Humanidades. Universidad Mayor. Providencia. Santiago. Chile. ³Universidad Pablo de Olavide. Sevilla.

Recibido: 12/07/18
Aceptado: 05/11/18

Summary

Background: The aim of the present study is to identify the physiological impact of acute exposure to high altitudes on special acclimatized troops of the Chilean Army. Twenty-nine soldiers carried out a nocturnal winter march on mountain skis at an initial altitude of 2,800 m and up to 3,640 m. Two separate blood measurements were taken. The first one was taken the day before the march (Pre-sample) and the second one just after returning to the base camp (Post-sample). All subjects had been acclimatized prior to the study.

For hypothesis comparison purposes, the normality of the distribution was tested using the Shapiro-Wilk test. To determine if there were significant differences between the Pre and Post tests, a paired-samples Student t-test was applied for the variables with a normal distribution, and the Wilcoxon test was applied for the variables without a normal distribution. In all cases, a level of significance of 95% ($p < 0.05$) was taken into consideration.

Results: Exposure of acclimatized troops to altitudes of 2,800 m to 3,640 m has an impact on the endocrine parameters and on the reduction of cortisol ($p < 0.01$), total testosterone ($p < 0.0001$), free testosterone ($p < 0.0001$) and the free testosterone-cortisol ratio ($p < 0.01$). Likewise, an increase in total leukocytes ($p < 0.0001$), neutrophils ($p < 0.0001$), monocytes ($p < 0.0001$) and basophils ($p < 0.001$), as well as a decrease of eosinophils ($p < 0.0001$) and lymphocytes ($p < 0.01$), was observed. No hematological changes were detected.

Conclusions: Endocrine changes were observed during high-altitude winter marches on mountain skis carried out by acclimatized Special Operation Troops, resulting in decreased cortisol and free and total testosterone levels. A stress condition due to the high altitudes also affected the anabolic/catabolic environment, which manifested as a significant decrease in the free testosterone/cortisol ratio. No hematological changes were identified. Marked changes were observed in some white cell series.

Key words:
Cortisol. Testosterone.
Special mountain troops.
High-altitude.

Cambios hormonales en soldados aclimatados durante una marcha en gran altitud con esquí de montaña

Resumen

Introducción: El objetivo del presente estudio es identificar el impacto fisiológico (con especial atención a los parámetros endocrinos y hematológicos) de la exposición aguda a gran altitud (GA) en tropas especiales aclimatadas del Ejército de Chile. Veintinueve soldados llevaron a cabo una marcha nocturna con esquí de montaña invernal a una GA de 2.800 m. hasta 3.640 m. Se tomaron dos muestras de sangre. La primera muestra fue tomada el día antes de la marcha (Pre test) y la segunda muestra justo después al regresar al campamento base Post test (a los 2.800 m). Todos los sujetos se encontraban aclimatados antes del estudio. 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 $p < 0,05$).

Resultados: La exposición de las tropas aclimatadas a GA tiene un impacto en los parámetros endocrinos y en la reducción de cortisol ($p < 0,01$), testosterona total ($p < 0,0001$), testosterona libre ($p < 0,0001$) y el ratio testosterona libre-cortisol ($p < 0,01$). Asimismo, se observaron un aumento de leucocitos ($p < 0,0001$), neutrófilos ($p < 0,0001$), monocitos ($p < 0,0001$) y basófilos ($p < 0,001$), así como una decrease de eosinófilos ($p < 0,0001$) y linfocitos ($p < 0,01$). No se observaron cambios en la serie roja.

Conclusiones: La marcha invernal nocturna con esquí de montaña en GA para tropas de operaciones especiales aclimatadas presentó cambios endocrinos con disminución del cortisol, testosterona libre y total. Una condición de estrés por la marcha en GA también afectó al ambiente anabólico/catabólico, lo que se ve reflejado en una disminución significativa en el cociente testosterona libre/cortisol. No se observaron cambios hematológicos. Se observaron cambios significativos en algunas células de la serie blanca.

Palabras clave:
Cortisol. Testosterona.
Tropas especiales de montaña.
Gran altitud.

Correspondencia: Claudio Nieto Jimenez
E-mail: Chile.c.nieto@udd.cl

Introduction

The preparation of soldiers for combat at high altitudes and the likelihood of future deployments that may be unpredictable and thus provide little time for preparation largely depend on soldiers' physical acclimatization in the shortest possible time. High-altitude environments cause additional impact on the stress of military operations.

The British Army addressed the issue of altitude adaptation by implementing training strategies at an adequate intensity¹. Likewise, a literature review from the U.S. Army found that an altitude exposure equal to or higher than 4,000 m and a daily exposure duration of at least 1.5 hours repeated over a week or more are required to have a high probability of developing altitude acclimatization². For special operations units, acclimatization is even more important, given that rapid deployments to high-altitude (HA)³ mountainous regions are usually for complex missions and with short preparation time.

Reduced oxygen levels at high altitudes imply a reduction in both alveolar and arterial oxygen partial pressure⁴, producing a leftward shift of the hemoglobin disassociation curve⁵ through time, as a compensation mechanism to the hypoxia, thus producing changes in the blood plasma volume and erythropoietic response⁶⁻⁸.

The oxyhemoglobin disassociation curve during acute hypoxia is shifted to the left due to alkalosis and a decreased arterial CO₂ pressure, product of an acute ventilatory response, which in turn implies a decreased capacity for hemoglobin to release oxygen⁹. During chronic hypoxia exposure, the disassociation curve is shifted to the right; due to the increment in production by the erythrocytes of 2,3-Bisphosphoglyceric acid (2,3DPG) metabolites, a decrease in pH (renal metabolic compensation of respiratory alkalosis) and an increase in arterial CO₂ pressure¹⁰. This rightward shift implies a desaturation of oxygen by the hemoglobin, which facilitates the availability of this gas to the tissues. This phenomenon is known as the Bohr effect^{11,12}.

Results of studies on the impact of hypoxia on hormonal responses differ. In the case of cortisol, literature findings show contradicting results. While some authors have observed increased resting cortisol concentrations in HA environments¹³⁻¹⁵, other studies have not found raised levels of resting cortisol^{16,17}. Similar differences in cortisol values were found when the exposure times to HA differ. Some authors have observed that with progressive ascents, resting cortisol levels do not vary¹⁸, whereas other studies report that subjects who are rapidly exposed to hypoxic conditions, whether through hypobaric chamber, vehicle or helicopter for a quick ascent, show a rise in cortisol levels^{13,19,20}.

A similar controversy arises with testosterone concentrations at HA. Some studies have reported a decrease in testosterone levels during mountain climbing programs²¹, while other investigators postulate a rise in testosterone during acute exposure to HA²². It has been observed among the military population that intermittent exposure to altitudes of 5,300 m for 6 months initially reduces testosterone levels, which then progressively increase after the exposure to hypoxia²³.

Regarding the responses induced by training at high altitudes in some cells of the white cell series, Klokker (1993)²⁴ found an increase

in leukocyte concentrations under hypobaric conditions over a period of 20 minutes due to higher concentration of lymphocytes. However, according to Niess, (2003)²⁵, the concentration of neutrophils increases after extensive intermittent training at an altitude of 1,800 m, compared to such training at sea level. Umeda (2011)²⁶ observed a variety of significant changes related to the different neutrophil subpopulations studied post-exercise and attributed these changes to a combination of internal and external factors.

With respect to the red blood series at high altitudes, some studies have reported that high-performance athletes versus non-trained subjects may show hematological anomalies and reduced hemoglobin levels either near or below the inferior limit of the normal range^{2,27}.

Other studies have shown that some cells of the red series increase after three weeks of biathlon training⁷. Alternatively, Hematy (2014)²⁸ noted significant changes in red blood cells when observing subjects at the start of an ascent to 1,830 m and then 24 and 48 hours after the stay at 1,830 m (after returning from 4,000 m).

One of the stressors experienced by soldiers in the Chilean Army is the winter marches on mountain skis at different geographical altitudes. However, their physiological impact has not been addressed experimentally.

The aim of the present study is to identify the physiological impact of a nocturnal winter march on mountain skis at high altitude on Special Operation troops of the Chilean Army with special emphasis on endocrine and hematological parameters.

Material and method

Twenty nine soldiers (25.7 ± 4.50 years of age, 76.9 ± 7.12 kg weight and 178 ± 0.05 cm tall) participated in a nocturnal winter march on mountain skis in the region of Portillo, Chile, ascending from 2,800 m to 3,640 m and back to 2,800 m. Each soldier was loaded with 28 kg of equipment. The duration of the march was 5 hours and 35 minutes from base camp (2,800 m) up to (3,640 m) and back. The distance travelled was 20,6 km with an average slope of 9.3% and a maximum of 27.4%. The average environmental temperature during the march was -3 °C to -12 °C. The initial atmospheric pressure was 554 mmHg at 2,800 m. All subjects had been residing at base camp, located at 2,800 m altitude; for twelve weeks prior to carrying out the march, so they were acclimatized prior to the study. All subjects were informed of every aspect of the study and gave their written consent. The study was approved by the ethics committee of the Hospital Militar de Santiago, Chile and was carried out in compliance with the requirements of the Helsinki Declaration²⁹.

Two separate blood samples were taken at 06:00 hours. The first measurement was taken prior to the march (Pre) and the second after the march was completed (ascent to 3,640 m and return to the camp at 2,800 m) (Post).

All blood samples were taken by military nurses and they were obtained by venipuncture following the procedure stipulated in the Sampling Manual of the Clinical Laboratory of Hospital Militar de Santiago Chile.

The analytical processing of the blood measurements was performed in the Lab Core under the fully automated platform "LAB CELL" (Siemens) interfaced with Advia 2120, Advia 1800 and Advia Centaur XP equipment. Samples for blood count were collected in BD Vacutainer with EDTA and processed using optical laser-based and impedance flow cytometry. Samples for cortisol and testosterone (total and free) were collected in BD Vacutainer with clot activator and gel for serum separation. Samples were processed using chemiluminescence methodology for cortisol and total testosterone, and radioimmunoassay (gamma counter) for free testosterone.

Systolic and diastolic arterial pressures were measured manually via a sphygmomanometer (blood pressure kit, CEISO, USA, 2014). Mean arterial pressure (MAP) was calculated using the following formula: [(systolic – diastolic)/3] + diastolic³⁰. Arterial oxygen saturation (SaO₂) was measured with a portable device (Nonin CMS50D, USA, 2014).

Prior to testing, weight and size were measured with a Tanita weighting machine (Tanita Ironman BC1500, Japan, 2015). Tympanic temperature was taken before and after the march via an infrared thermometer. (Boeringher, Germany, 2015).

Dehydration was calculated through the weight loss percentage.

Statistical analysis

For hypothesis contrast purposes, the normality of the distribution was tested using the Shapiro-Wilk test. Averages and standard deviations were calculated for each measurement. To determine if there were significant differences between the Pre and Post tests, a paired-samples Student *t*-test was used for the variables with a normal distribution, and the Wilcoxon test was used for the variables without a normal distribution. In all cases, a level of significance of 95% (*p* < 0.05) was taken into consideration.

Results

Table 1 shows Pre and Post data for SaO₂, MAP, temperature and weight with the value of *p*. All the changes were significant.

From the changes in weight, the level of dehydration induced by the march was calculated at 2.9%.

Figure 1 shows the changes in cortisol, free testosterone, total testosterone and the free testosterone-cortisol ratio. All the changes were significant.

Figure 2 shows the results of red blood cells, erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, and medium corpuscular volume (MCV) Pre and Post march. Significant changes are only observed in the MCV between the Pre and Post measurements.

Figure 3 shows changes in total leukocytes, neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils and basophils, all of which were significant between the Pre and Post situation.

Table 1. Shows pre and post saturation data, mean arterial pressure, temperature and weight with the value of *p*.

	Pre		Post		Pre vs Post
	Avg.	SD	Avg.	SD	<i>p</i>
SaO ₂ (%)	96.79	1.85	94.93	2.21	0.001
MAP (mmHg)	85,7	8,4	89,5	11,4	No significativo
Temperature (°C)	35.9	0.36	36.3	0.38	0.023
Weight (kg)	76.90	7.12	74.64	7.03	<0.0001

Changes in oxygen saturation, mean arterial pressure, temperature and weight caused by the HA march. (*=*p*<0.05; ***p*<0.01; ****p*<0.001; *****p*<0.0001).

Figure 1. Changes in cortisol, free testosterone, total testosterone and the free testosterone-cortisol ratio. All the changes were significant.

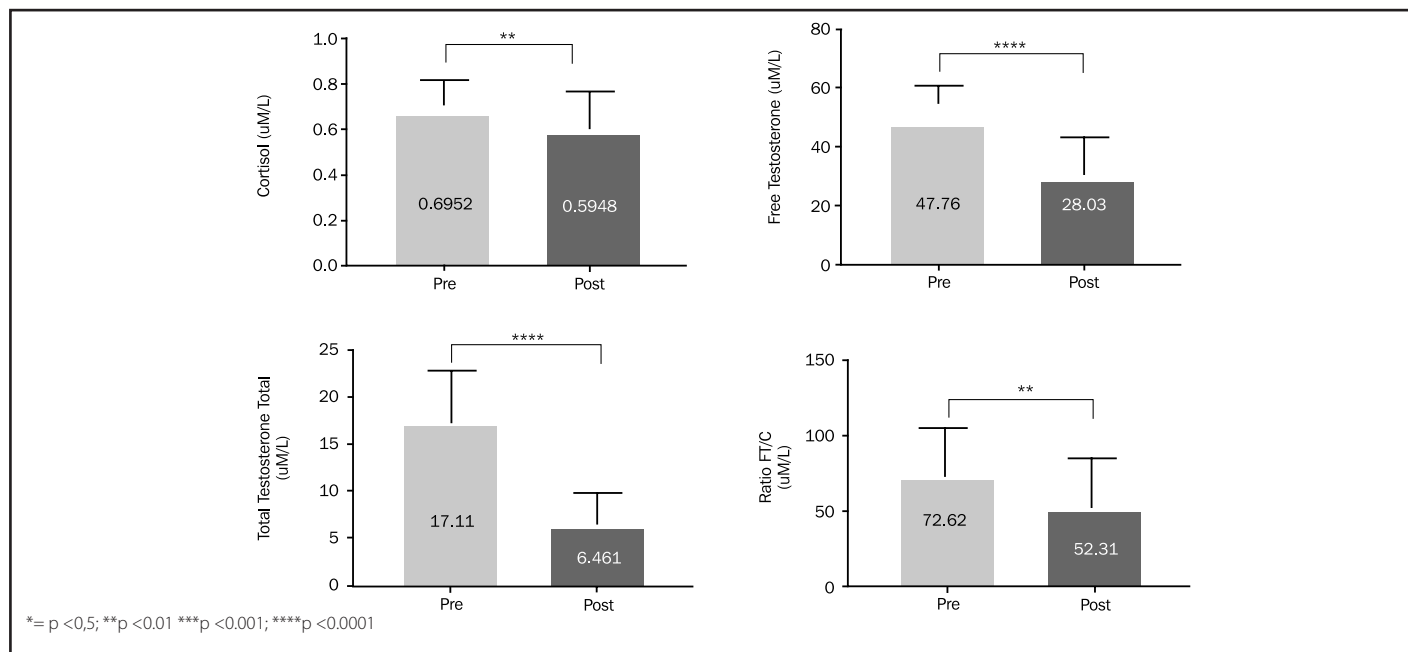


Figure 2. Changes in red blood cells, Erythrocytes, hematocrit, MCV and hemoglobin caused by the HA winter march.

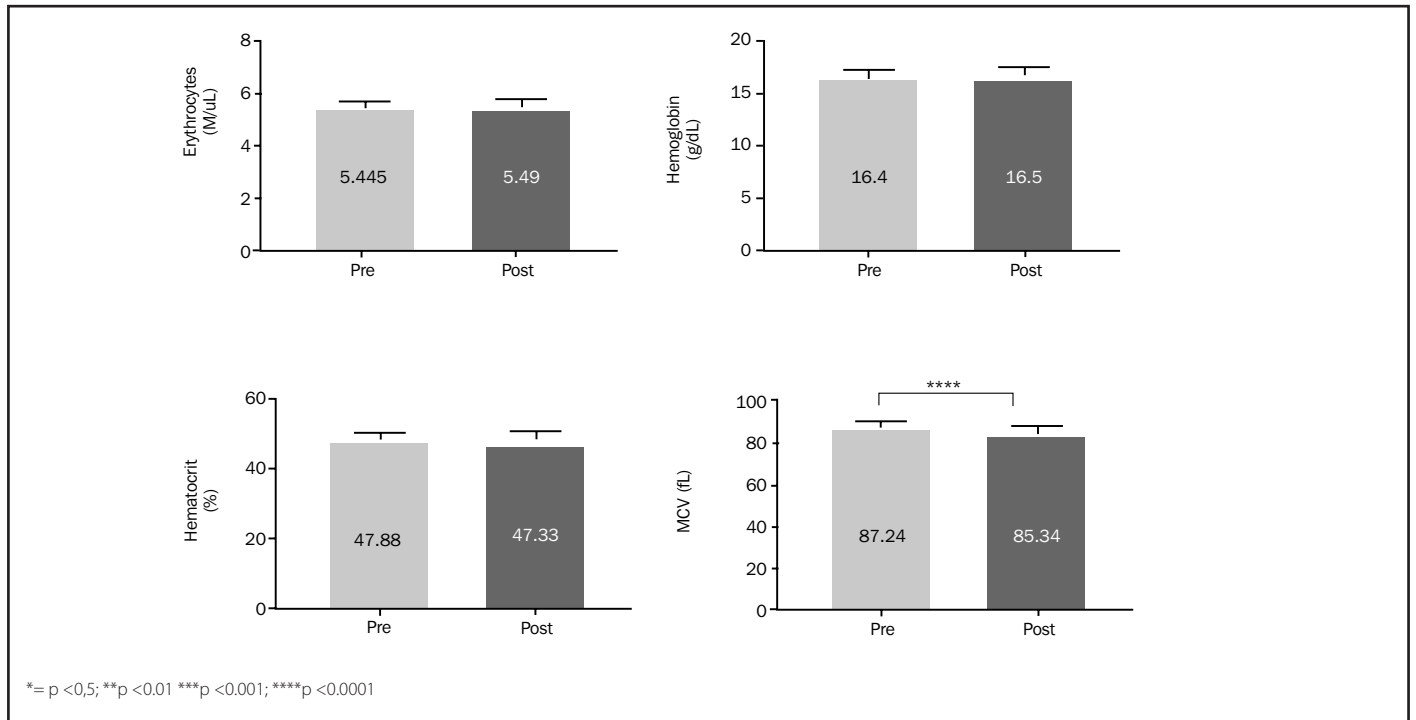
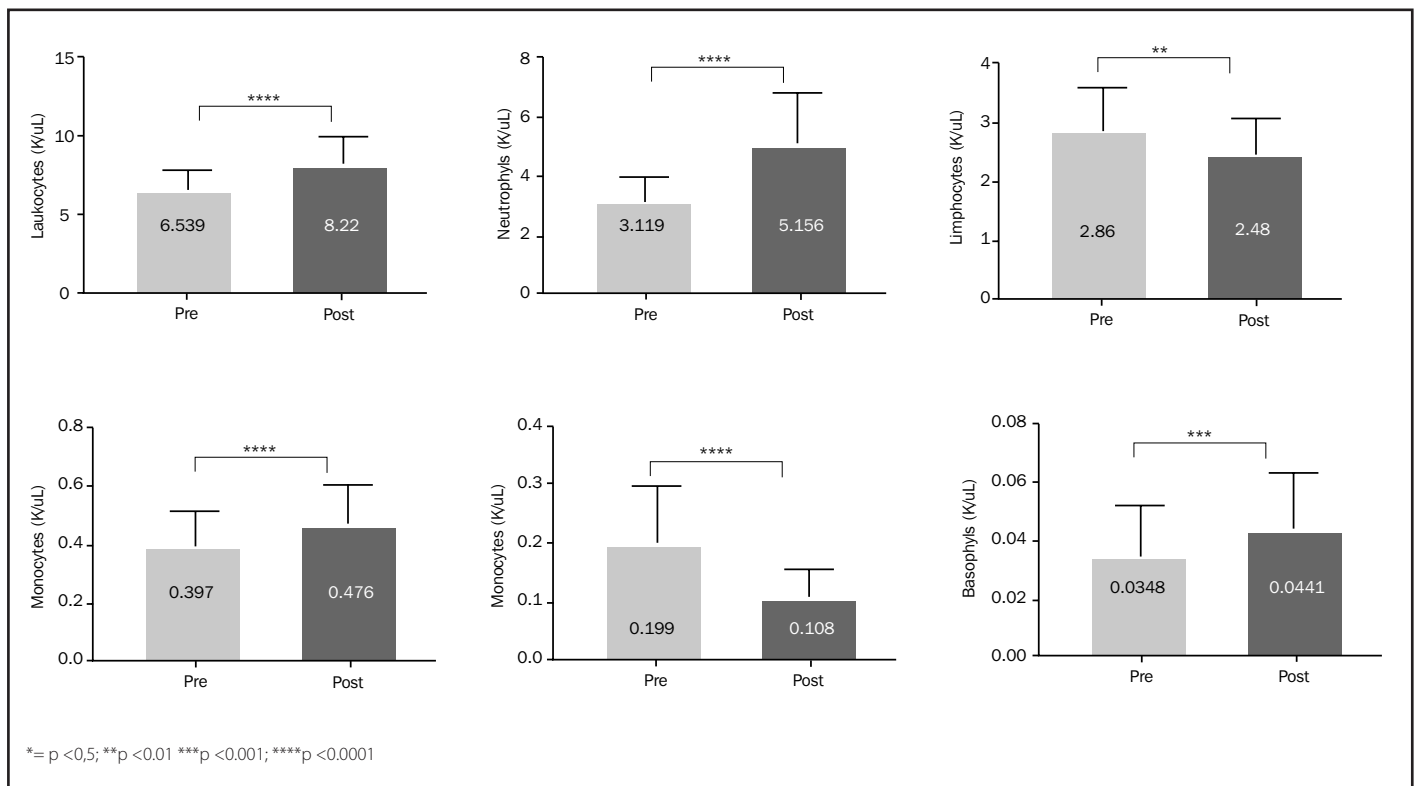


Figure 3. Changes in Leukocytes, Neutrophils, Monocytes and Eosinophils caused by the HA winter march.



Discussion

The main finding of this study is that a nocturnal winter march with exposure from 2,800 m to 3,640 m among acclimatized Special Operation Troops has an impact on the endocrine and white cell series.

At the end of the march, significant weight loss was observed between the Pre- and Post march situations (2.9%), as well as significant oxygen desaturation and a significant increase in body temperature (Table 1). In our data, the resulting effect of a nocturnal march on mountain skis supposes an increase of energy exertion on the aerobic and anaerobic systems due to the slopes previously described, as well as muscle wear upon descent on skis, carrying military equipment. These conditions may explain the increase in the temperature of the subjects Post arrival at base camp (2800 m). The decreases in SaO₂ could be explained by the reduction of the partial pressure of O₂ at these altitudes, whereas the capacity of the hemoglobin to bond with oxygen may be seen to be affected^{11,12}. This has also been observed in studies conducted on football players acclimatized to high altitudes⁴ and players coming from low altitudes, not acclimatized to high altitudes¹⁰.

With regard to cortisol, a significant decrease was observed after the march (Figure 1). Similar results have been observed in other studies. Woods (2012)¹⁸ showed a salivary cortisol decrease during a six-hour march from 1,900 m, to 3,400 m and 4,270 m. Mc Lean (1989)¹⁶ demonstrated a reduction in basal cortisol with submaximal exercises over 15 days at 4,450 m. Even after eight weeks of mountain training and an ascent to over 7,546 m, basal cortisol levels decreased in comparison to the values before training²¹. In contrast, Benso (2007)¹⁷ did not observe any changes in cortisol levels after gradual exposures from sea level to 5,400 m and above 8,000 m.

It appears that the determining factor of the changes of cortisol at HA is the gradual altitude exposure. Acute exposure to altitude seems to increase cortisol levels¹³⁻²⁰. Nevertheless, various studies have shown that if subjects who are previously acclimatized to the altitude practice physical activity, cortisol levels decrease^{17,18,21,31}. In this study, the subjects remained at the base camp located at 2,800 m for a period of 12 weeks, and their cortisol levels decreased after the march at 3,640 m. It would appear that the gradual exposure and acclimatization at the base altitude and the response to physical exercise have a predominant role in reducing cortisol levels.

Testosterone, both free and total (protein-bound), decreased with the march (Figure 1), an expected finding that supports the stress conditions induced by the exercise and hypoxia exposure. This finding was further supported by the free testosterone/cortisol ratio, in which a marked decrease was observed (Figure 1). Nevertheless, the results obtained do not correspond to the high testosterone values documented in high-performance athletes who were overtrained^{22,32,33}. Results similar to those of this study were observed in post training and post-high-altitude ascents when compared to the conditions prior to training²¹. Other authors^{17,23,34} have also observed decreases in testosterone one and three months after expeditions above 7,800 m. The testosterone data of this study tend to be consistent with the bibliography, which refers to decreased testosterone levels in high-altitude conditions.

From a hematological perspective, no changes were observed in the red blood cell indices tests performed after the march (erythrocytes

(Er), hemoglobin (Hb) and hematocrit (Hct) (Figure 2), as was expected for subjects with an acclimatization period of 12 weeks. This finding is consistent with those of other studies that have observed that after 21 days of training at altitudes of 1,500 m and 1,816 m, no significant differences in hemoglobin or hematocrit are registered³⁵. Likewise, these results are also consistent with the findings of studies by Rietjens, et al (2002)³⁶, who observed that training over two weeks at altitudes of 1,500 m and 1,850 m initially caused significant increases in Hb, Hct and MCV; however, training at 2,600 m did not produce a considerable increase in the value of such variables, being in the lower extreme of the normal range. Regardless, the data in this study are not consistent with those of Heinicke (2003)⁷ or Hematy (2014)²⁸, who observed increases in the red blood count over periods of up to three weeks at altitudes of 1,800 m and 4,000 m. Only mean corpuscular volume (MCV) (Figure 2) had a significant decrease in the Pre- and Post test values. Although the authors have not found a satisfactory answer for this change, these results are consistent with those of the studies by Sewchand (1980)³⁷, who reported a noticeable decrease (12-14%) in the MCV of subjects after five hours of exposure to low pressure. However, their MCV returned close to baseline values after 40 hours.

The red blood count response in this study would seem to be essentially determined by the altitude acclimatization process. In our opinion, the absence of changes in the red series may be due to a hemodilution effect seen in marathon runners³⁸ and to the acclimatization of the soldiers during the period prior to this study.

In relation to the white cell series (Figure 3), a significant increase was observed in leukocytes, neutrophils, monocytes and basophils, as well as a marked decrease in lymphocytes and eosinophils. Changes in leukocyte concentrations are interesting because stress is commonly associated with immunosuppression and, therefore, a high risk of acquiring infectious diseases³⁹. Thake (2004)⁴⁰ observed similar results to those found in our study, in particular in relation to some cells of the white cell series through laboratory testing of long- and short-duration exercises equivalent to 4,000 m, which resulted in relative lymphopenia and a decrease in eosinophils. Likewise, Niess (2003)²⁵ observed increases in neutrophils post-exercise, which were markedly more pronounced at 1,800 m than at sea level. The investigation by Umeda (2011)²⁶ is also quite interesting, as he found significant results in various neutrophil immune functions after carrying out different types of exercises, attributing the increases and decreases to the balance between external factors (e.g., intensity and exercise modality) and internal factors (e.g., physical pain and fatigue).

Although these findings relate to a global count of white cell series, and the authors have not delved into subpopulation studies, the data in this study coincide with the literature in terms of the expected changes post-exercise under acclimatization conditions.

The main limitation of this study lies in the inability to differentiate the effect of the physical work load carried out from the additional stressors (such as the cold, sleep deprivation or accumulated fatigue). An additional constraint was raised by the non-monitoring of liquid intake, the degree of dehydration was only measured through weights pre and post march.

It would be interesting to include a psychological evaluation with the purpose of identifying the appropriate stress management mecha-

nisms of those subjects with fewer changes in their testosterone and cortisol hormones, as well as heart rate variability (HRV) measurements as an indicator of sympathetic stress (Naranjo *et al.*, 2015)⁴¹.

Conclusions

A nocturnal winter march on mountain skis, with combat equipment at high altitudes and a 840 m slope, produced endocrine changes in acclimatized Special Operations Troops, resulting in decreased cortisol and free and total testosterone levels. Stress due to the HA march also affected the anabolic/catabolic environment, which manifested as a significant decrease in the free testosterone/cortisol ratio. No significant decrease was found in red blood cells, hemoglobin or hematocrits, which may be due to a hemodilution effect and the acclimatization of the subjects. Marked changes were observed in some white cell series. The Leukocyte population increased considerably during the winter march, specifically, there was a marked increase in neutrophil and monocyte, while also accompanied by a consistent decrease in lymphocyte.

Funding

Funds allocated to the physical military training program from the Doctrine Division, belonging to the Education and Doctrine Command of the Chilean Army.

Acknowledgment

Doctrine Division and the Mountain School from the Chilean Army, to Major Mario Pizani, Major Cristian Jiménez, and área of research in physical education on combat, learning and teaching at the Doctrine Division.

Ethical approval Committee

Santiago's Military Hospital/ HOSMIL-DIVDOC.

Bibliography

- Heil K, Keenan A. Athletic altitude training protocols and their application in preparation for mountainous operations. *J R Nav Med Ser.* 2014;100(1):65-9.
- Muza S. Military applications of hypoxic training for high-altitude operations. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(9):1625-31.
- Bergeron M, Bahr R, Bartsch P, Bourdon L, Calbet J, Carlsen K, *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.
- Brutsaert T, Araoz M, Soria R, Spielvogel H, Haas J. Higher arterial oxygen saturation during submaximal exercise in Bolivian Aymara compared to European sojourners and Europeans born and raised at high altitude. *American Journal of Physical Anthropology: The Off. Pub. of the Ame. Assoc. of Phy. Anthropol.* 2000;113 (2):169-81.
- Winslow R. Red cell substitutes. En: *Sem. in hemat.* WB Saunders. 2007;1(44):51-9.
- 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.
- Heinicke K, Prommer N, Cajigal J, Viola T, Behn C, Schmidt W. Long-term exposure to intermittent hypoxia results in increased hemoglobin mass, reduced plasma volume, and elevated erythropoietin plasma levels in man. *Eur J Appl Physiol.* 2003;88(6):535-43.
- Prommer N, Ehrmann U, Schmidt W, Steinacker JM, Radermacher P, Muth CM. Total haemoglobin mass and spleen contraction: a study on competitive apnea divers, non-diving athletes and untrained control subjects. *Eur J Appl Physiol.* 2007;101(6):753-9.
- West JB, Schoene R, Milledge J. *High altitude med. and phy.* Fourth edition. Published by Taylor & Francis Group, NW, U.S. 2007;(9):117-31.
- Cajigal J, Aranedo, OF, Naranjo Orellana, J. Efectos de la exposición aguda a gran altitud en jugadores profesionales de fútbol aclimatados y no aclimatados. *Arch. Med. Deporte.* 2018;35 (2):86-92.
- Bohr C, Hasselbach K, Krogh A. Ueber einen biologischer Beziehung wichtigen Einfluss den die Kohlensäurespannung des Blutes auf dessen Sauerstoff-binding übt. *Skand Arch Phy.* 1904;16:402-12.
- Nelson DL, and Cox MM. *Lehninger Principles of Biochemistry.* 2007; Third Edition. Worth publishers, New York. 2000. P217.
- Sutton J, Viol G, Gray G, McFadden M, Keane P. Renin, aldosterone, electrolyte, and cortisol responses to hypoxic decompression. *J Appl Physiol.* 1977;43(3):421-4.
- 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 K, Hoffman A, Rock P, Muza S, Fulco C, Braun B, *et al.* Endocrine responses to acute and chronic high-altitude exposure (4,300 meters): modulating effects of caloric restriction. *Am J Phy Endocrinol Metab.* 2006;290(6):E1078-88.
- McLean C, Booth C, Tattersall T, Few J. 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.
- Woods D, 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.
- Larsen J, Hansen J, Olsen N, Galbo H, Dela F. The effect of altitude hypoxia on glucose homeostasis in men. *J Physiol.* 1997;504 (Pt 1):241-9.
- Richalet J, Letournel M, Souberbielle J. Effects of high-altitude hypoxia on the hormonal response to hypothalamic factors. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2010;299(6):R1685-92.
- Wang R, Tsai S, Chen J, Wang P. The simulation effects of mountain climbing training on selected endocrine responses. *Chin J Physiol.* 2001;44(1):13-8.
- Gonzales G. Hemoglobina y testosterona: importancia en la aclimatación y adaptación a la altura. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2011;28(1):92-100.
- 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. & Bio.* 2015;16(3):216-22.
- Klokke M, Kharazmi A, Galbo H, Bygbjerg I, Pedersen B. Influence of in vivo hypobaric hypoxia on function of lymphocytes, neutrocytes, natural killer cells, and cytokines. *J Appl Physiol.* 1993;74(3):1100-6.
- Niess A, Fehrenbach E, Strobel G, Roecker K, Schneider EM, Buegler J, *et al.* Evaluation of stress responses to interval training at low and moderate altitudes. *Med. and science in sports and exe.* 2003;35(2):263-9.
- Umeda T, Takahashi I, Danjo K, Matsuzaka M, Nakaji S. Changes in neutrophil immune functions under different exercise stresses. *Nihon eiseigaku zasshi. Japanese J. of hyg.* 2011;66(3):533-42.
- Clement D, Asmundson R, Medhurst C. Hemoglobin values: comparative survey of the 1976 Canadian Olympic team. *Canadian Med. Assoc. J.* 1977;117(6):614.
- 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.
- WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles For Medical Research Involving Human Subjects. 64th WMA General Assembly, Fortaleza, Brazil, October 2013. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
- Acoltzin-Vidal C, Rabling-Arellanos, EE, Marcial-Gallegos L. Diagnóstico de la hipertensión arterial basado en el cálculo de la tensión arterial media. *Inv. clínica.* 2010;21(3):99-103.
- Richalet C, Booth C, Tattersall T, Few J. The effect of high altitude on saliva aldosterone and glucocorticoid concentrations. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1989;58(4):341-7.
- Hayes L, Grace F, Baker J, Sculthorpe N. Exercise-induced responses in salivary testosterone, cortisol, and their ratios in men: a meta-analysis. *Sports Med.* 2015;45(5):713-26.
- Di A, Izzicupo P, Tacconi L, Santo Di S, Leogrande M, Bucci I, Napolitano G. Acute and delayed effects of high intensity interval resistance training organization on cortisol and testosterone production. *The J. of sports med. and phy. fit.* 2016;56(3), 192-9.
- 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.
- Pottgiesser T, Ahlgrim C, Ruthardt S, Dickhuth H, Schumacher Y. Hemoglobin mass after 21 days of conventional altitude training at 1816 m. *J. of science and med. in sport.* 2009;12(6):673-5.

36. Rietjens G, Kuipers H, Hartgens F, Keizer H. Red blood cell profile of elite olympic distance triathletes. A three-year follow-up. *Int. J. of sports med.* 2002;23(06):391-6.
37. Sewchand L, Lovlin R, 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.
38. Traiperm N, Gatterer H, Burtcher M. Plasma electrolyte and hematological changes after marathon running in adolescents. *Med. and scie. in spor. and exe.* 2013;45(6):1182-7.
39. Hangalapura B, Kaiser MG, van der Poel J, Parmentier H, Lamont S. Cold stress equally enhances in vivo pro-inflammatory cytokine gene expression in chicken lines divergently selected for antibody responses. *Dev. & Comp. Immunol.* 2006;30(5):503-11.
40. Thake C, Mian T, Garnham A, Mian R. Leukocyte counts and neutrophil activity during 4 h of hypocapnic hypoxia equivalent to 4000 m. *Aviat Space Enviro Med.* 2004;75(9):811-17.
41. Naranjo J, De La Cruz B, Sarabia C, E De Hoyo Lora M, Dominguez S. Two New Indexes for the Assessment of Autonomic Balance in Elite Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;(10):452-7.

Espíritu **UCAM** Espíritu Universitario

Miguel Ángel López

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

Estudiante y deportista de la UCAM



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

⁽¹⁾ Presencial ⁽²⁾ Semipresencial

Efecto de la suplementación con creatina en la capacidad anaeróbica: un meta-análisis

Andrea Quirós-Quirós, Judith Jiménez-Díaz, Juan D. Zamora-Salas

Escuela de Educación Física y Deportes. Universidad de Costa Rica.

Recibido: 11/05/18
Aceptado: 30/08/18

Resumen

El objetivo del presente meta-análisis fue integrar y resumir los resultados de distintos estudios, así como examinar las variables moderadoras en el efecto de la suplementación con creatina (Cr) sobre la capacidad anaeróbica. Para ello se localizaron 81 artículos completos de diversas bases de datos electrónicas, donde solo 17 cumplieron con los criterios de inclusión. Para calcular el Tamaño de Efecto (TE) se utilizó el modelo de efectos aleatorios. Se codificaron un total de 131 TE , que representan 1447 sujetos ($n_{G_{ex}} = 889$; $n_{G_{pi}} = 559$). El TE global del grupo experimental (G_{ex}) fue moderado ($TE=0,34$, $p<0,001$; IC: 0,24-0,44), en tanto que el TE del grupo placebo (G_{pi}) fue pequeño ($TE=0,13$, $p>0,05$; IC: 0,02-0,24); siendo significativamente diferentes entre sí ($F_{(1,129)}=9,56$, $p<0,05$, $\alpha=0,05$). El análisis de heterogeneidad indicó que los TE de los artículos incluidos en el grupo experimental son homogéneos ($Q=96,95$; $p=0,083$; $\alpha=0,10$), con una baja variabilidad ($I^2=18,51\%$). Se utilizó la correlación de Pearson para determinar el efecto de las variables moderadoras continuas y el análisis de variabilidad, para variables categóricas. Se evaluaron nueve variables moderadoras, de las cuales únicamente la forma en la que se dio la suplementación fue significativa (carga $TE=0,37$; carga + mantenimiento $TE=0,22$; $F_{(1,77)}=6,22$; $p=0,015$), sugiriendo que el efecto es positivo durante la fase de carga, no así cuando existe carga + mantenimiento. No hubo diferencias significativas en las variables moderadoras de sexo, nivel de entrenamiento, tipo de deporte, la dosis brindada, ni en la forma de medición del rendimiento físico. En conclusión, existe un efecto moderado de la suplementación con Cr en la capacidad anaeróbica.

Palabras clave:

Creatina. Capacidad anaeróbica.
Meta-análisis. Suplementación.

Effect of creatine supplementation in anaerobic capacity: a meta-analysis

Summary

The purpose of the present meta-analysis was to integrate and summarize the results of different studies as well as to examine the moderating variables in the effect of creatine (Cr) supplementation on anaerobic capacity. Eighty-one studies on creatine supplementation were retrieved by searching several databases, and 17 that met the criteria were included. Random effects models using the standardized mean difference effect size (ES) were used to pool results. A total of 131 ES were coded, representing 1447 participants ($n_{G_{ex}}=889$; $n_{G_{pi}}=559$). A statistically significant moderate overall ES was found for the experimental group (G_{ex}) ($ES=0.34$, $p<0.001$; CI: 0.24-0.44). Also, a statistically significant small overall ES was found for the placebo group (G_{pi}) ($ES=0.13$, $p>0.05$; CI: 0.02-0.24). A statistically significant difference was found between both groups ($F_{(1,129)}=9.56$, $p<0.05$, $\alpha=0.05$). The heterogeneity analysis reported low heterogeneity ($Q=96.95$; $p=0.083$; $\alpha=0.10$), and low inconsistency ($I^2=18.51\%$) in the experimental group. Nine moderator variables were analyzed, Pearson correlation analysis were used when variables were continuous and variability analysis (ANOVA) when variables were categorized. Only the variable which described how supplementation was offered was significant (load $ES=0.37$; load + maintenance $ES=0.22$; $F_{(1,77)}=6.22$; $p=0.015$), suggesting a positive effect on load phase, but not on load plus maintenance. Not found significant differences in sex, skill level of the athlete, type of sport, doses, type of performance assessment. In conclusion, supplementation with creatine had a moderate effect on anaerobic capacity.

Key words:

Creatine. Anaerobic capacity.
Meta-analysis. Supplementation.

Correspondencia: Andrea Quirós Quirós
E-mail: andrea.quirosquiros@ucr.ac.cr

Introducción

La creatina (Cr) es un componente natural que se sintetiza endógenamente mediante glicina, arginina y metionina, en riñón, hígado y páncreas. En el riñón con la acción de la enzima transaminasa, la arginina y glicina originan ornitina y guanidinoacetato, este último es transportado al hígado, donde recibe un grupo metil de la metionina llevando a la formación de ácido-metilguanidocético (creatina) y adenosin-homocisteína. La Cr es liberada al torrente sanguíneo y se almacena en el músculo esquelético tanto en forma libre como fosforilada, teniendo un papel fundamental en el mantenimiento del adenosin-trifosfato (ATP) ¹.

Cuando el ATP es necesitado como fuente de energía celular, como por ejemplo en la contracción muscular intensa y de corta duración, la Cr reacciona con la fosfocreatina-kinasa y el ATP para originar fosfocreatina (PCr) y adenosin difosfato (ADP). Mediante una reacción inversa, el ADP y la PCr, reaccionan con la enzima creatin-kinasa para formar nuevamente ATP; por lo que la Cr actúa indirectamente para suplir las necesidades energéticas del sistema muscular ¹⁻⁴.

La fatiga que se presenta durante el ejercicio de corta duración y máxima intensidad, se ha asociado con la depleción de PCr. En este sentido, diversas investigaciones, han sugerido que la suplementación con Cr mejora el rendimiento físico, retardando la aparición de la fatiga al favorecer la tasa de resíntesis de PCr durante la recuperación de ejercicios de máxima intensidad, así como mejoras en la fuerza máxima y la velocidad en sprints, entre otros ⁵⁻⁹.

Por otro lado, algunos meta-análisis realizados en este tema, analizaron el efecto de la suplementación con Cr en diversas variables, entre ellos ¹⁰, investigaron si la Cr favorece el incremento en la fuerza muscular y la potencia en adultos sanos, encontrando efectos positivos en el levantamiento de peso al suplementar con Cr más el entrenamiento de fuerza en esta población. No obstante, mencionan que existe poca evidencia para establecer conclusiones en mujeres o adultos mayores.

Así mismo, Nissen y Sharp ¹¹, en su meta-análisis sobre el efecto de la suplementación con diversos suplementos dietéticos (entre ellos la Cr) en la masa muscular y la ganancia de fuerza con entrenamiento de resistencia, encontraron en los 18 artículos sobre Cr meta-analizados, aumentos significativos en ambas variables, con un tamaño de efecto (TE) de 0,26 (IC: 0,65-1,02%) y 0,36 (IC: 0,28-0,43%) ($p < 0,001$) respectivamente.

Similar al meta-análisis anterior, Branch ¹², analizó el TE en la composición corporal, duración e intensidad de la tarea, tipo de ejercicio (simple, repetida, de laboratorio, de campo, en extremidades superiores o inferiores) la duración de la suplementación y el género de los sujetos. Encontraron un TE grande significativo en la masa magra con suplementación de corto tiempo, especialmente en ejercicios con varias repeticiones menores a 30 segundos y para las extremidades superiores. Sin embargo, no se encontró efecto en corredores ni nadadores, tampoco identificaron diferencias entre hombres ni mujeres ni entre sujetos entrenados o no entrenados.

Otro meta-análisis que estudió el efecto de la suplementación con Cr en el rendimiento físico, la composición corporal y variables bioquímicas fue el de Gutiérrez *et al.* ¹³, en el cual se determinó un efecto grande y significativo en variables como el pico máximo, fuerza pico y al realizar una repetición a esfuerzo máximo (1RM) tanto en la condición

de suplementación como en el placebo, atribuyéndole un mayor efecto a la condición experimental (Cr).

No obstante, en estos estudios, no se contempló el efecto del tipo de Cr utilizada en las investigaciones, tampoco se identificó el efecto según el género de los sujetos, el tipo de actividad física o deporte realizado, la cantidad de días de suplementación ni la dosis total suministrada. Aunado a ello, aún no se resume la información de la suplementación con Cr en la capacidad anaeróbica como variable específica del rendimiento físico. Por tales motivos, en el presente meta-análisis, a diferencia de los existentes, se pretende identificar y resumir mediante el cálculo del tamaño del efecto individual y global, el efecto de la suplementación con Cr en la capacidad anaeróbica, contemplando como variables moderadoras dichos aspectos, considerando lo reportado en los diferentes estudios utilizados y siguiendo la metodología expuesta por Borenstein *et al.* ¹⁴.

Metodología

El presente meta-análisis se realizó siguiendo los lineamientos generales para el reporte de revisiones sistemáticas y meta-análisis PRISMA (por sus siglas en inglés) ¹⁵.

Criterios de selección de estudios

Los criterios de inclusión utilizados para la elaboración de este meta-análisis correspondieron a: 1) estudios realizados en sujetos sanos con o sin entrenamiento previo, 2) estudios que presentaran la estadística descriptiva, 3) estudios que presentaran resultados del efecto de la suplementación con Cr en la capacidad anaeróbica, 4) estudios que reportaran la dosis de Cr utilizada, 5) estudios que no fueron realizados en poblaciones con dietas especiales (p.e. vegetarianos), 6) sin condiciones de temperatura modificada o deshidratación, 7) en idioma inglés, español, francés o portugués en texto completo.

Los criterios de calidad utilizados, fueron basados en la validez interna del estudio, entre ellos: 1) aleatorización de los sujetos, 2) estudios intra-sujetos (pre-post test), 3) presencia de grupo experimental (Gex) y grupo placebo o control (GPI), 4) estudios de doble ciego.

Fuentes de datos

La búsqueda de literatura se realizó mediante el uso de bases de datos electrónicas, desde el 10 de agosto al 01 de diciembre del 2015. Se revisaron las referencias incluidas en los meta-análisis anteriores, revisiones sistemáticas y algunos artículos relevantes. En aquellos casos en los que no se encontró la estadística descriptiva de artículos de interés o su versión en texto completo, se le solicitó al autor respectivo, donde únicamente se lograron obtener dos artículos de esta forma. En total se contó con 84 artículos completos, de los cuales únicamente se meta-analizaron 17 estudios.

Se utilizaron siete bases de datos electrónicas: Sport Discus, PubMed, Science Direct, Springer Link, Medline, Proquest y Academic Search Complete.

Las palabras clave utilizadas fueron: "effect of", "creatine", "supplementation", "performance", y sus combinaciones en inglés y español.

Selección de estudios y codificación de la información

La selección y codificación de la información extraída de los estudios de interés, lo realizó una persona. En tanto que una segunda persona revisó el proceso anterior, y en consenso con una tercera persona, se resolvieron las inconsistencias encontradas. Para ello, se utilizó una base de datos desarrollada previamente en el programa Microsoft Excel 2013[®]. Para efectos del análisis de las variables moderadoras se tomó en cuenta: las características de los sujetos, medición del rendimiento físico, características de suplementación con Cr y características del placebo. En la Tabla 1 se detallan los aspectos considerados en la codificación de estas variables.

Calidad metodológica de estudios

Se utilizó una modificación de la escala desarrollada por Jiménez et al.¹⁶, la cual consta de cinco ítems para evaluar criterios de la validez interna de los estudios experimentales, a saber: 1) se describe el proceso de aleatorización y es adecuado, 2) el estudio contó con grupo placebo o control, 3) hubo mediciones pre test y post test y 4) se reporta la existencia y manejo de la mortalidad experimental.

Donde los estudios con una puntuación de cuatro se consideraron de calidad "excelente", con puntuaciones de tres como de "buena" calidad, mientras que aquellos con una puntuación de dos fueron de calidad "regular" y con puntuaciones de uno se consideraron de "mala" calidad.

Procedimiento para el cálculo de los tamaños de efecto individuales

Para obtener el TE de la suplementación con Cr en la capacidad anaeróbica, se calculó como el cambio entre el pre test y el post test en dicha variable. Para el cálculo del TE de cada estudio y el TE global se siguió el procedimiento sugerido por Borenstein et al.¹⁴, para el modelo de efectos aleatorios. Los análisis se realizaron utilizando el programa de Microsoft Excel[®], estableciendo en 95% los intervalos de confianza.

Heterogeneidad y sesgo

La heterogeneidad de los estudios incluidos se evaluó por medio de la prueba de Q de Cochran's, mientras que la inconsistencia se evaluó

Tabla 1. Variables moderadoras.

Área de interés	Esquema de codificación
Características de los sujetos	Tamaño de la muestra, edad, género, condición (experimental, placebo o control), nivel de actividad física (entrenado, no entrenado), tipo de actividad física/deporte que realiza.
Medición del rendimiento físico	Forma de medición.
Características del suplemento de Cr	Tipo, duración (días), dosis total (g), fase de suplementación (carga, mantenimiento, ambas).
Características del placebo	Tipo, duración (días totales), dosis total (g), fase de suplementación (carga, mantenimiento, ambas).

utilizando la prueba estadística I². La significancia para la prueba de Q se estableció en $p \leq 0,10$ por falta de su potencia estadística. Se tiene que los valores de I² menores a 25% representan muy baja inconsistencia, entre 25 y menos de 50% representan baja inconsistencia, entre 50 y menos de 75% es moderada y valores mayor a 75% se considera como alta inconstancia. Mediante el programa RStudio, se realizó el gráfico de embudo y la prueba de Egger, las cuales se aplicaron para evaluar el sesgo en general, ya que indican la posibilidad de no incluir todos los estudios relevantes en el meta-análisis. El sesgo de publicación se evaluó por medio del efecto de trabajos archivados¹⁷.

Análisis de datos

De la información obtenida, en los casos en los que la escala de medición de estas variables fue continua, se realizó una correlación de Pearson (r), en tanto que en los casos en que fueron categóricas, se realizó un análisis de varianza de una vía para grupos independientes (ANOVA), con un nivel de significancia de 0,05. Los TE globales se calcularon mediante el programa Microsoft Excel 2013[®], en tanto que los análisis estadísticos (correlaciones y ANOVA) se realizaron con el programa IBM-SPSS 20,0[®]. En el caso de las variables moderadoras, se analizaron únicamente aquellas que presentaran una n de TE mayor a tres.

Resultados

Estudios incluidos

De los 81 artículos revisados, solo 17 cumplieron con los criterios de inclusión. De los cuales uno de ellos no presentaba GP_r, sin embargo, daba la información necesaria en diversos tipos de Cr por lo que se utilizó en este estudio¹⁸. En la Figura 1 se muestra el diagrama para la selección de estudios incluidos, y la Tabla 2 las características de los mismos.

Por otra parte, un estudio presentaba dos condiciones experimentales y una condición control, en este caso, al ser el único con esta característica, no se consideró dicha condición en el análisis¹⁹. En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo para la selección de estudios, por otro lado, en la Tabla 3 se describen las características principales de los estudios incluidos en este meta-análisis.

Así mismo, de los 17 artículos, se obtuvo un total de 131 TE (80 TE de la condición experimental y 51 TE de la condición placebo), para un total de 1.447 sujetos, cuya distribución y características se presentan en la Tabla 2.

En lo relacionado a la calidad de los estudios incluidos, según la escala utilizada para evaluar la validez interna de estos, fueron de buena calidad, tal como se observa en la Figura 2, donde se muestra la distribución de los artículos según nivel de calidad.

Tamaños de efecto individuales

Como se puede observar en la Figura 3, mediante el *Forest plots*, la distribución de los TE individuales en su mayoría son mayores a cero, así como el TE global de la suplementación con Cr en la capacidad anaeróbica (intervalos de confianza al 95%).

Figura 1. Diagrama de flujo para la selección de artículos, basado en Prisma 2009²⁰.

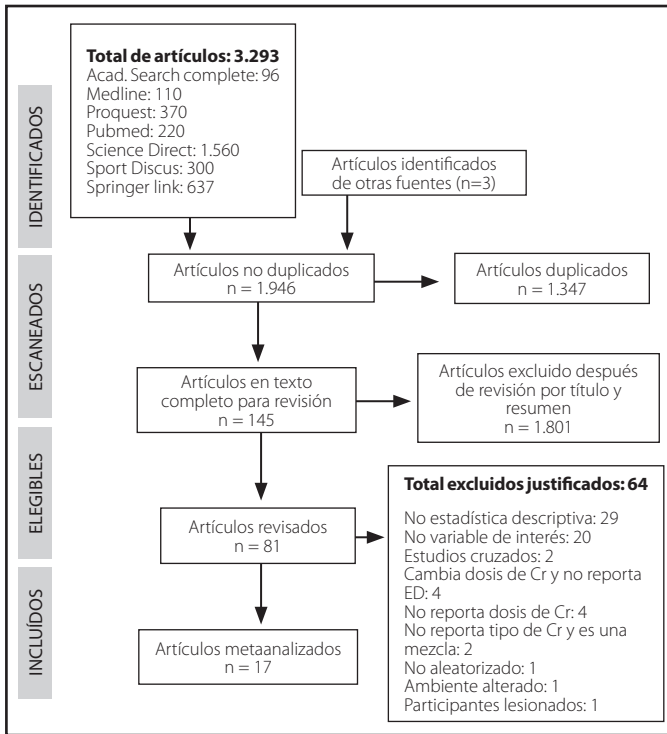


Figura 2. Distribución de la calidad de los estudios analizados.

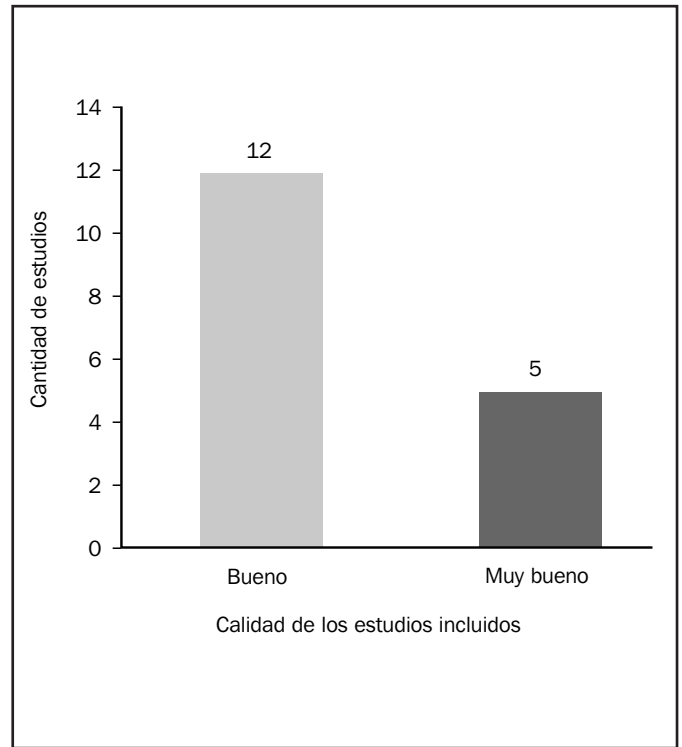


Tabla 2. Características de los estudios meta-analizados.

Autor	Año	N	Género	Edad	Nivel Entrenam.	AF / Deporte	Días totales	g totales	Momento Suplem.	Tipo Cr
Hamilton ²¹	2000	24	F	22,5	E	Lanzam,	7	175	Carga	CrM+sacarosa
Nelson, <i>et al.</i> ²²	2000	36	A	NR	NE	Recreativo	7	175	Carga	CrM+2,12g sacarosa
Syrotuik, <i>et al.</i> ²³	2001	22	A	23,0	E	Remo	5	100	Carga	CrM
Wiroth, <i>et al.</i> ²⁴	2001	42	M	65,1	E	NR	5	225	Carga	CrM
Chalbińska ²⁵	2001	16	M	22,5-25,3	E	Remo	5	100	Carga	CrM
Van Loon, <i>et al.</i> ²⁶	2003	20	M	21,3-20-6	NE	NR	42	174	C-M	CrM+15gGLu+10gMal
Eckerson, <i>et al.</i> ^{1 27}	2004	10	F	22,0	E	NR	2	40	Carga	Cr+18gdextrosa
Ahmun ²⁸	2005	14	M	20,6	E	Rugby	5	100	Carga	CrM
Eckerson, <i>et al.</i> ^{2 29}	2005	61	F	21,0	E	NR	2	40	Carga	CrCit+dextrosa
							2	40	Carga	CrCit+PNA+dextrosa
							6	120	Carga	CrCit+dextrosa
							6	120	Carga	CrCit+PNA+dextrosa
Hoffman, <i>et al.</i> ^{1 30}	2005	20	M	21,7	E	NR	6	18	Carga	Cr+P+fructosa+gel
Hoffman, <i>et al.</i> ^{2 31}	2006	22	M	NR	NE	Fuerza/pot	70	735	C-M	CrM
Reardon, <i>et al.</i> ^{3 2}	2006	13	M	NR	E	NR	7	140		CrM+maltodextrina
O'Connor, <i>et al.</i> ^{1 9}	2007	22	M	24,5	E	Rugby	42	126		3gCr+3gHMB+6gCHO
Azizj ^{3 3}	2011	20	F	20,9	E	Natación	6	120	Carga	CrM
Jagim, <i>et al.</i> ^{1 8}	2012	35	M	25,5	E	Contra-resistencia	7	140		CrM
							7	140		KA-H (eqCrM)
							7	10,5		KA-L (eqCrM)+5gdext
Sterkowicz, <i>et al.</i> ^{3 4}	2012	10	M	20,4	E	Judo	42	210		CrMaleato
Deminice, <i>et al.</i> ^{3 5}	2013	25	M	17,1	E	Fútbol	7	151		NR

A: Ambos; F: Femenino; M: Masculino; E: Entrenados; NE: No entrenados; CrM: Monohidrato de Creatina; HMB: Hidroximetilbutirato; CrCitPNa: Citrato de Creatina+Fosfato de Sodio, PKA-H equivalente de CrM; KA-L: equivalente de CrM+dextros.

Figura 3a. Forest Plot de la distribución de los TE individuales de la suplementación con Cr y su efecto en la capacidad anaeróbica (n=80).

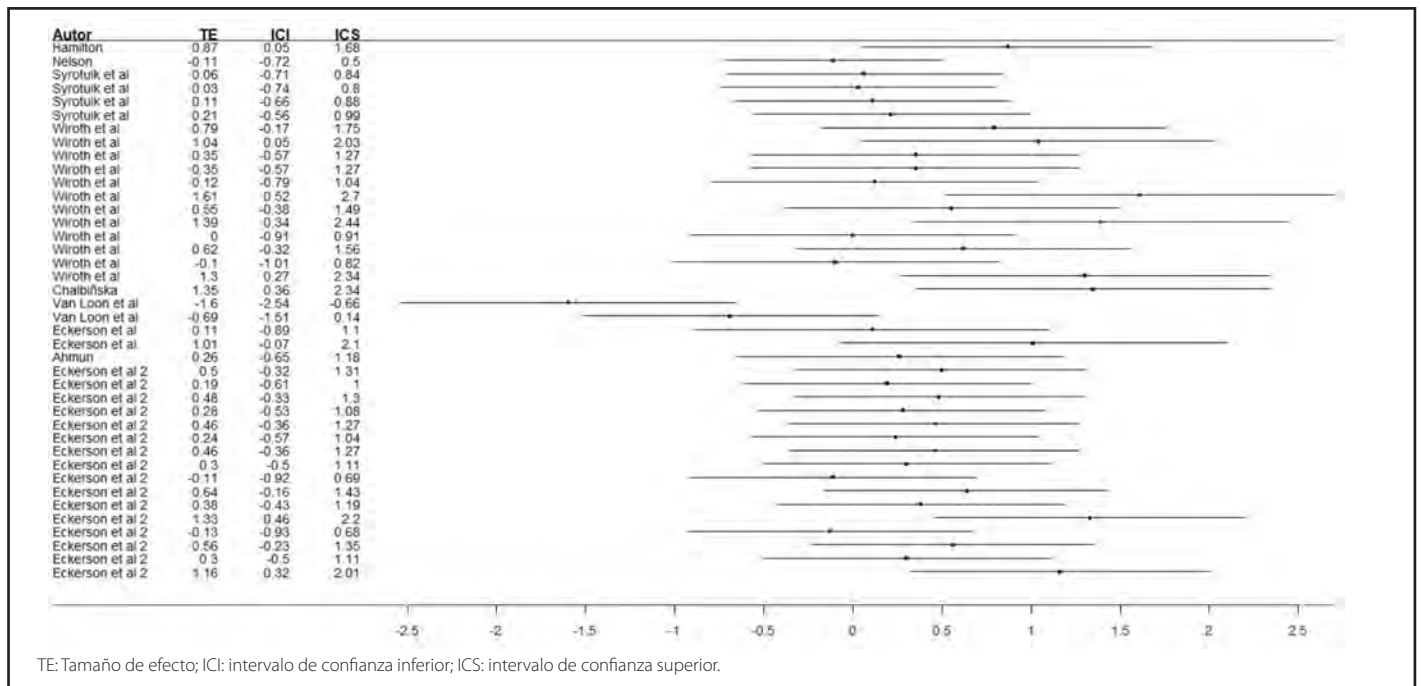
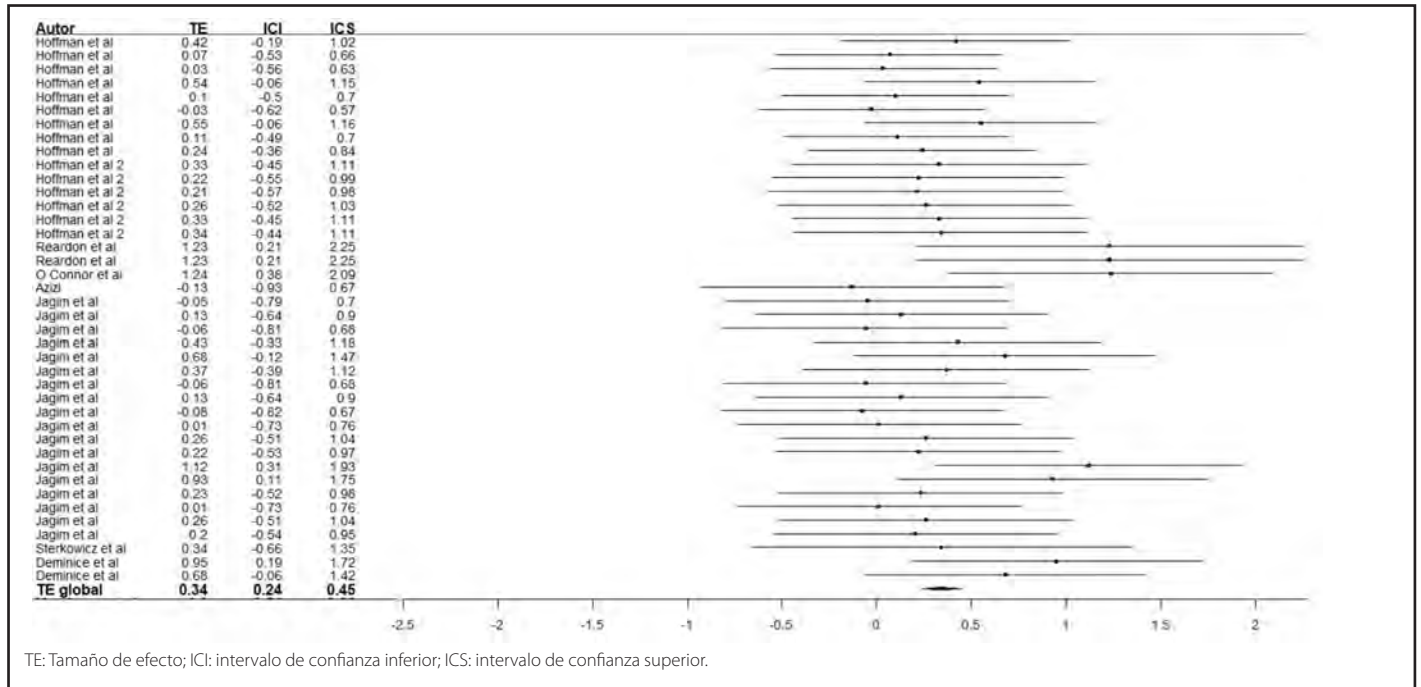


Figura 3b. Forest Plot de la distribución de los TE individuales de la suplementación con Cr y su efecto en la capacidad anaeróbica (n=80).



Tamaño de efecto global

El TE global G_{Ex} fue moderado (TE= 0,34, $p < 0,001$; IC: 0,24-0,44), en tanto que el TE del grupo placebo G_{pi} fue pequeño (TE= 0,13, $p > 0,05$; IC: 0,02-0,24); siendo significativamente diferentes entre sí ($F_{(1,129)} = 9,56$, $p < 0,05$, $\alpha = 0,05$), tal como se observa en la Tabla 4.

Análisis de heterogeneidad y sesgo

Como se muestra en la Tabla 4, la Q de Cochran's fue significativa en el G_{Ex} ($p = 0,083$; $\alpha = 0,10$) y no en el G_{pi} ($p = 0,50$), demostrando que los TE de los artículos incluidos en el primer grupo son homogéneos, presentando una baja variabilidad ($I^2 = 18,51\%$).

Tabla 3. Características de los sujetos incluidos en los tamaños de efecto individual según condición (experimental o placebo).

	Característica Experimental	Condición Placebo
n	889	558
Edad (años)	26,48	30,35
Masa (kg)	77,72	77,42
Género		
Hombres (nTE)	53	40
Mujeres (nTE)	20	4
Mixto (nTE)	7	7

Tabla 4. Significancia de los tamaños de efecto global calculados según grupo (experimental y placebo).

	Experimental	Placebo
N estudios	17	16
N TE	80	51
N (sujetos)	442	
TEg	0,34*	0,13
p	<0,001 ^a	>0,05
IC	0,24 – 0,44	0,02 – 0,24
Q	96,95	49,22
p	0,083 ^b	0,50
I ²	18,51	0
K ₀	52	--

^a $\alpha=0,05$; ^b $\alpha=0,10$; DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.

Por otra parte, según el análisis de tendencias de publicación, se requieren 52 tamaños de efecto no significativos para disminuir el TE global obtenido en el G_{ex} a uno pequeño (Tabla 4).

En el *Funnel Plot* (Figura 4) se puede observar cierta dispersión asimétrica de los TE individuales, lo cual se confirmó con el análisis de regresión de Egger al ser significativo ($p=0,027$ con $\alpha \leq 0,05$), lo que indica la presencia de sesgo.

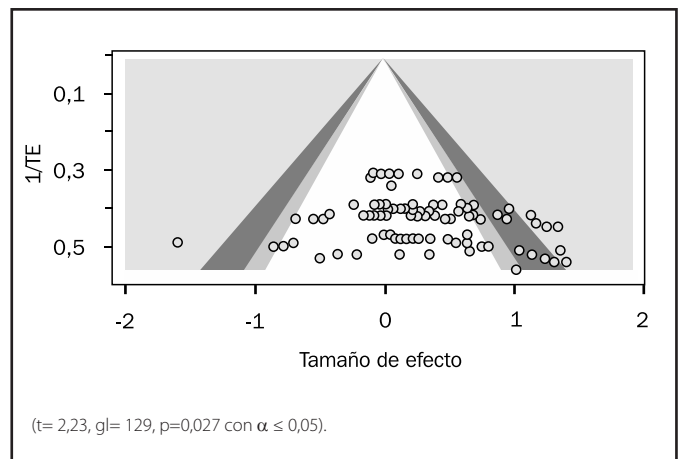
VARIABLES MODERADORAS

Se realizó el análisis de las variables moderadoras, con el propósito de analizar independientemente aquellas características que podrían explicar mejor el TE global.

Para determinar el efecto de las variables moderadoras se realizaron análisis de correlación (Pearson) o análisis de variabilidad (ANOVA), para variables continuas y categóricas respectivamente mediante el software estadístico SPSS® versión 20.0.

De las variables moderadoras analizadas, únicamente la forma de suplementación fue significativa ($p=0,01$) (Tabla 5).

En la variable género, pese a no haber diferencias significativas entre estos ($F_{(2,77)}=0,22$; $p=0,81$), el TE fue moderado y significativo en los estudios en los que se analizó de forma individual a hombres y

Figura 4. Funnel Plot de los TE de la suplementación de Cr en la capacidad anaeróbica

mujeres ($p<0,01$ en ambos casos), no así aquellos que presentaron una mezcla de géneros ($p=0,25$), mostrando además una tendencia mayor en el grupo de mujeres.

Así mismo, el nivel de entrenamiento fue no significativo ($F_{(1,78)}=0,13$; $p=0,71$). No obstante, el grupo de sujetos entrenados mostró un tamaño de efecto moderado significativo ($TE=0,34$; $p<0,01$), no así en los sujetos no entrenados cuyo TE no fue significativo ($TE=0,30$; $p=0,45$).

Además se realizó un análisis según el tipo de deporte o actividad realizada, donde no se obtuvo diferencias significativas ($F_{(4,75)}=0,27$; $p=0,89$), sin embargo, similar a los casos anteriores, los sujetos que realizaban deportes con balón (fútbol, rugby, fútbol americano) y de fuerza-potencia y ejercicio de forma recreativa, obtuvieron un TE moderado significativo ($p<0,05$).

En lo referente a la forma de medir el rendimiento físico, no hubo diferencias significativas entre los métodos analizados ($F_{(1,78)}=0,10$; $p=0,75$), en ambos casos el TE fue moderado (ergómetros: $TE=0,32$, otros: $TE=0,60$; $p<0,05$).

El TE entre los tipos de Cr analizados, fue no significativo ($F_{(7,72)}=1,73$; $p=0,12$). En este aspecto, se puede observar en la Tabla 5, como de los nueve tipos de Cr clasificados, sólo dos de estos (equivalente 1,5 g Cr monohidrato (CrM) y otros tipos) no presentaron un TE significativo, en tanto que siete de estos (otros: CrM, Cr fosfato + fructosa + gel, 5g Cr Citrato (Cr Cit) + 18 g dextrosa, 5 g Cr Cit + 4 g fosfatos de Na^+ y K^+ + 18 g dextrosa, equivalente 1,5 g CrM, 5g CrM + 10 g sacarosa, 10,5 g CrM + 3,2 g β -alanina) sí presentaron un TE moderado ($p<0,05$).

En relación a la forma de suplementación, únicamente se analizaron aquellas variables con un $nTE>3$. Se encontraron diferencias significativas entre las fases de carga y carga + mantenimiento ($F_{(1,77)}=6,22$; $p=0,015$), siendo el TE mayor cuando solo hubo fase de carga ($TE=0,34$; $p<0,01$) que en aquellos en los que hubo fase de carga + mantenimiento ($TE=0,22$; $p=0,13$) (Figura 5).

No se encontró relación entre el TE y la edad ($r=0,18$; $p=0,14$), el total de días de suplementación ($r=-0,22$; $p=0,54$), y la dosis total de Cr (g) ($r=-0,02$; $p=0,84$).

Tabla 5. Significancia de los tamaños de efecto de la suplementación con Cr en la capacidad anaeróbica, según variables moderadoras.

	nTE	TE	IC	z	F	r	p
Características de los sujetos							
Edad	71	0,33	0,23 – 0,43	6,58		0,18	0,14
Sexo	80	0,34	0,24 – 0,44	6,79	0,22		0,81
Masculino	53	0,32*	0,19 – 0,44	5,07			
Femenino	20	0,42*	0,25 – 0,59	4,85			
Mixto	7	0,29	-0,08 – 0,66	1,52			
Nivel de entrenamiento	80	0,34	0,24 – 0,44	6,79	0,13		0,71
No entrenados	10	0,30	-0,26 – 0,87	1,06			
Entrenados	70	0,34*	0,25 – 0,43	7,25			
Tipo de deporte/actividad	80	0,31	-0,25 – 0,87	1,06	0,27		0,89
Individual	7	0,47	0,04 – 0,90	2,13			
No realiza	10	0,30	-0,26 – 0,87	1,06			
En equipo con balón	10	0,48*	0,26 – 0,69	4,37			
Recreativo	14	0,28*	0,09 – 0,47	2,88			
Fuerza-Potencia	39	0,32*	0,20 – 0,44	5,28			
Rendimiento físico							
Forma de medición	80	0,34*	0,24 – 0,44	6,79	0,10		0,75
Ergómetros	76	0,32*	0,22 – 0,42	6,38			
Otros (RAST, dinamómetro)	4	0,60*	0,12 – 1,07	2,47			
Características de la suplementación							
Tipo de creatina	80	0,34*	0,24 – 0,44	6,79	1,73		0,12
Cr Monohidrato	19	0,22*	0,07 – 0,38	2,88			
Cr fosfato + fructosa + gel	9	0,22*	0,07 – 0,36	2,98			
5g Cr Cit + 18 g dextrosa	8	0,28"	0,10 – 0,47	3,06			
5g Cr Citr + 4 g fosfatos de Na ⁺ y K ⁺ +18 g dext	8	0,57*	0,28 – 0,86	3,80			
Equiv. 5 g Cr Monohidrato	6	0,38*	0,12 – 0,64	2,88			
Equiv 1.5 g Cr Monohidrato	6	0,22	-0,13 – 0,58	1,24			
5g CrM + 10 g Sacarosa	12	0,62*	0,31 – 0,93	3,94			
10,5 g CrM+3.2 g β-Alanina	3	0,29*	0,25 – 0,34	12,67			
Otros	9	0,41	-0,25 – 1,07	1,20			
Total de días de suplementación	80	0,34*	0,24 – 0,44	6,79		-0,22	0,54
Forma de suplementación	79	0,34*	0,24 – 0,44	6,73	6,22		0,01*
Carga	59	0,37*	0,36 – 0,47	6,84			
Carga + Mantenimiento	20	0,22	-0,01 – 0,45	1,88			
g totales (dosis total)	80	0,34*	0,24 – 0,44	6,79		-0,02	0,84

* Significancia con α= 0,05.

(RAST: Running Based Anaerobic Sprint Test; Cr: Creatina; Cit: Citrato; dext: Dextrosa; CrM: Monohidrato de creatina; Glu: Glucosa; Otros tipos de Cr: CrM+2.12 g sacarosa, CrM+1g maltodextrina, 3gCr+3 gHidroxi-Metil-Butirato+6 g CHO, Cr+18 g dext, CrMaleato, CrM+15 g Glu+10 g Maleato, 10.5 g CrM+3.2g β-Alanina).

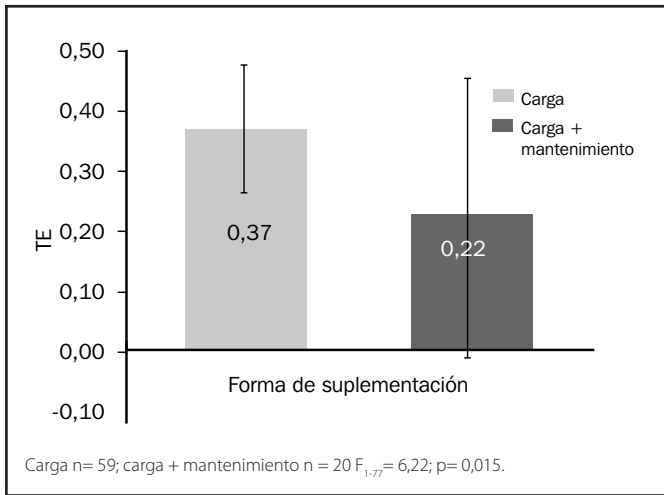
Discusión

El presente meta-análisis determinó un TE global moderado-pequeño (TE=0,34) en la capacidad anaeróbica posterior al consumo de Cr según la clasificación de Cohen³⁶, donde un TE 0,20 o menos es pequeño, cercano a 0,50 es moderado y de 0,80 o mayor es grande.

El TE global fue diferente entre condiciones (experimental > placebo) (F(1, 129)= 9.56, p<0,05, α= 0,05), siendo significativo en el G_{ex} y

no significativo en el GP_r. Contrario a lo sucedido en el meta-análisis de Gutiérrez *et al.*¹³, en el que hubo una mejoría en ambos grupos en variables como la potencia pico, el trabajo total, el pico de fuerza y 1RM.

El análisis de heterogeneidad (Q de Cochran's) resultó no significativo, lo cual representa que los TE individuales analizados son homogéneos, por lo que su análisis se realizó con el propósito de observar algún comportamiento específico en alguna de las variables y que explicara el TE global.

Figura 5. Diferencia en los TE según forma de suplementación

Características de los sujetos

El presente meta-análisis no demostró diferencias entre sexos ($p=0,81$), obteniendo mejoría en el TE de la capacidad anaeróbica tanto para hombres como para mujeres (TE= 0,32 y 0,42 respectivamente).

Similar a lo encontrado en este estudio, Ledford y Branch³⁷ realizaron un estudio a doble ciego en nueve mujeres físicamente activas, a quienes se les suministró 20g/día x 5 días de CrM o placebo (Polycose), medido al día 5, además, dejando 95 ± 3 días de período de limpieza (sin tratamiento, en el cual también se realizaron mediciones). Utilizaron el *Wingate Test* (WT) para medir la potencia pico (PP) y la capacidad de trabajo (CT), en los que no se encontraron mejorías (G_{ex} PP: CrM: 540 ± 30 , 484 ± 23 , 435 ± 19 W vs G_{pi} : 522 ± 30 , 481 ± 22 , 403 ± 32 W; entre tratamientos $p=0,30$; tratamiento-medición: $p=0,39$; CT: CrM: $12,39 \pm 0,67$; $10,60 \pm 0,50$; $9,56 \pm 0,59$ kJ vs GPI: $12,09 \pm 0,32$; $10,60 \pm 0,54$; $9,39 \pm 0,67$ kJ; entre tratamientos $p= 0,76$ y entre tratamientos-mediciones $p=0,66$).

Por su parte, Eckerson *et al.*²⁹, en su estudio cruzado a doble ciego en 31 hombres y 30 mujeres, para determinar el efecto de la suplementación con tres tratamientos: fosfato de creatina (CP), Creatina (Cr) y Placebo (PI= dextrosa) en la capacidad de trabajo anaeróbico (CT) mediante el test de potencia crítica, el cual fue realizado pre tratamiento y a los dos y seis días de suplementación. Como resultado, no encontraron diferencias en la CT ni interacciones significativas entre mediciones y tratamientos en las mujeres; en tanto que los hombres mejoraron significativamente la CT con interacciones significativas entre mediciones (23,8% a los dos días y 49,8% a los seis días de suplementación) vs el placebo. En tanto que al analizar la CT entre tratamientos sin diferencia de grupos, se determinó un incremento del 13-15% en el grupo con Cr vs el placebo, no obstante, estos resultados no fueron significativos.

Rendimiento físico

En el presente estudio la forma de medición de la capacidad anaeróbica se realizó con 76 TE para ergómetros (incluyó cicloergómetros, kayakergómetros, remoergómetros, entre otros) y cuatro que incluían otros métodos (dinamómetros y el *Running-based Anaerobic Sprint Test*

[RAST]), sin encontrar diferencias significativas entre métodos ($p= 0,75$). Pero sí se encontró significancia en el TE, mostrando un TE moderado en ambos casos (TE= 0,32 y 0,60 respectivamente).

En el meta-análisis realizado por Dempsey *et al.*¹⁰, en el que incluyeron tres estudios con un total de nueve TE y un $n= 149$ sujetos ($nCr= 75$; $nPI= 74$), no mostró un TE significativo en la capacidad anaeróbica medida mediante el pico de potencia obtenido con cicloergómetros. De igual forma, no se encontró significancia estadística al analizar tres estudios que midieron el pico de torque mediante dinamómetros.

Características de la suplementación

En este caso, no hubo diferencias significativas en los TE según el tipo de Cr consumida por los sujetos, mostrando TE pequeños a moderados (TE= 0,22 a 0,62). Referente a esto, Stout *et al.*³⁸, realizaron un estudio a doble ciego durante ocho semanas, con 24 jugadores universitarios de fútbol americano, bajo tres condiciones de tratamiento: 1) placebo (35 g de carbohidratos [CHO]), 2) 5,25 g de monohidrato de creatina (CrM) + 1g CHO o 3) 5,25 g CM + 33 g de CHO. Estos tratamientos fueron consumidos cuatro veces al día durante cinco días y luego dos veces al día hasta completar las ocho semanas resultando en mejoras significativas en el *press* de banca, salto vertical y carrera de 100 yardas planas, encontrando diferencias significativas en el grupo que consumió CrM + CHO en las variables de salto vertical y en carrera de 100 y, en tanto que el *press* de banca mostró mejora significativa en los tres tratamientos ($p<0,01$).

Rebello *et al.*²⁹, realizaron un estudio a doble ciego placebo-control en 18 nadadores (6 mujeres y 12 hombres), distribuidos en dos grupos, uno recibió cuatro dosis por día de 5 g de Cr + 20 g de CHO, y el placebo (PI) recibió cuatro dosis de 20 g de CHO. En el que, entre las variables de rendimiento reportadas, se indica la realización de un test de resistencia anaeróbica de alta intensidad, con una duración de 30-150 segundos el cual consistió en un test de 100 m a intensidad máxima nadando. Resultando en niveles mayores de lactato en el PI vs Cr, sin embargo, no hubo diferencias entre grupos, pero sí entre mediciones en el PI.

La forma de suplementación (carga vs carga + mantenimiento), mostró una diferencia significativa entre los TE (TE= 0,37 vs 0,22 respectivamente).

Conclusión

La capacidad anaeróbica se favorece con el consumo de Cr en cualquiera de sus presentaciones, en ambos sexos tanto en sujetos entrenados como no entrenados.

El mayor efecto de la Cr en la capacidad anaeróbica se da durante la fase de carga vs aquellos en que se da una fase de carga y mantenimiento (TE= 0,37 vs 0,22), en tanto que la dosis total de este recurso ergogénico, no mostró un TE significativo ($p=0,84$).

Recomendaciones

Se recomienda que las revistas soliciten la estadística descriptiva de los manuscritos a los investigadores, esto para mejorar la inclusión de artículos en el desarrollo de meta-análisis.

Realizar más estudios experimentales con pruebas específicas según el deporte que se realice y en los que se cuente con una descripción detallada de la prueba y del tratamiento.

Finalmente se recomienda realizar más estudios en mujeres, definir y describir claramente el entrenamiento y realizar estudios en los que se comparen dosis de carga o mantenimiento en un período igual o superior a 28 días.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

1. Terenzi G. A creatina como recurso ergogénico em exercícios de alta intensidade e Curta duração: Uma revisão sistemática. *Rev Bras Nut Esportiva*. 2013;7:91-8.
2. Yánes-Silva A, Buzzachera C, Piçarro I, Januario R, Ferreira S, McAnultys S, et al. Effect of low dose, short-term creatine supplementation on muscle power output in elite youth soccer players. *J Int Soc Sports Nutr*. (revista electrónica) 2017 Feb (consultado 1604/2017) disponible en <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12970-017-0162-2>.
3. Poortmans J, Rawson E, Burke L, Steal S, Castell I. A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 11. *Br J Sports Med*. 2010;44:765-6.
4. Fernández A. Fuentes energéticas en el ejercicio. En López, J. y Fernández A. *Fisiología del ejercicio*. Buenos Aires; Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2006. p. 185-8.
5. Greenhaff P. The nutritional biochemistry of creatine. *J Nutr Biochem*. 1997;8:6-10.
6. Clark J. Creatine: A review of its nutritional applications in sport. *Nutrition*. 1998;14:322-4.
7. Kelly V, Jenkins D. Effect of oral creatine supplementation on near-maximal strength and repeated sets of high-intensity bench press exercise. *J Strength Cond Res*. 1998;12:109-15.
8. Rossouw F, Krüger P, Rossouw J. The effect of creatine monohydrate loading on maximal intermittent exercise and sport-specific strength in well trained power lifters. *Nutr Res*. 2000;20:505-14.
9. Glaister M, Lockey RA, Abraham CS, Staerck A, Goodwin JE, McInnes G. Creatine supplementation and multiple sprint running performance. *J Strength Cond Res*. 2006;20:273-7.
10. Dempsey R, Mazzone J, Meurer L. Does oral creatine supplementation improve strength?: A meta-analysis. *J Fam Pract*. 2002;51:945-51.
11. Nissen S, Sharp R. Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: a meta-analysis. *J Appl Physiol*. 2002;94:651-9.
12. Branch D. Effect of creatine supplementation on body composition and performance: A meta-analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2003;13:198-226.
13. Gutiérrez O, Moncada J, Salazar W, Robinson E. The Effects of Creatine Supplementation on Biochemical, Body Composition, and Performance Outcomes in Humans: A Meta-analysis. *Int J Appl Sports Sci*. 2006;18:12-38.
14. Borenstein M, Hedges LV, Higgins JP, Rothstein HR. *Introduction to meta-analysis*. Reino Unido. Editorial John Wiley & Sons; 2009. p. 1-452.
15. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Ann Intern Med*. 2009;151:W65-94.
16. Jiménez J, Salazar W, Morera M. Interferencia contextual en el desempeño de destrezas motrices: un metaanálisis. *Rev Cienc Ejerc Salud*. 2014;12:1-23.
17. Orwin RG. A fail-safe N for effect size in meta-analysis. *J Educ. Behav. Sta*. 1983;157-9.
18. Jagim A, Oliver J, Sanchez A, Galvan E, Fluckey J, Riechman, S, et al. A buffered form of creatine does not promote greater changes in muscle creatine content, body composition, or training adaptations than creatine monohydrate. *J Int Soc Sports Nutr*. 2012;9:1-18.
19. O'Connor DM, Crowe MJ. Effects of six weeks of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) and HMB/creatine supplementation on strength, power, and anthropometry of highly trained athletes. *J Strength Cond Res*. 2007;21:419-23.
20. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG y PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*. (revista electrónica) 2009 Enero (consultado 0211/2015). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2707599/pdf/pmed.1000097.pdf>
21. Hamilton K, Meyers MC, Skelly WA, Marley RJ. Oral Creatine Supplementation and Upper Extremity Anaerobic Response in Females. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2000;10:277-89.
22. Nelson AG, Day R, Glickman-Weiss EL, Hegsted M, Kokkonen J, Sampson B. Creatine supplementation alters the response to a graded cycle ergometer test. *Eur J Appl Physiol*. 2000;83:89-94.
23. Syrotuik DG, Game AB, Gillies EM, Bell GJ. Effects of Creatine Monohydrate Supplementation During Combined Strength and High Intensity Rowing Training on Performance. *Can J Appl Physiol*. 2001;26:527-42.
24. Wiroth JB, Bermon S, Andrei S, Dalloz E, Hebuterne X, Dolisi C. Effects of oral creatine supplementation on maximal pedalling performance in older adults. / Effets de la prise de creatine sur la performance maximale de pedage chez l'adulte. *Eur J Appl Physiol*. 2001;84:533-9.
25. Chwalbinska-Moneta, J. Effect of Creatine Supplementation on Aerobic Performance and Anaerobic Capacity in Elite Rowers in the Course of Endurance Training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2003;13:173-83.
26. Van Loon LJC, Oosterlaar AM, Hartgens F, Hesselink MKC, Snow RJ, Wagenmakers AJM. Effects of creatine loading and prolonged creatine supplementation on body composition, fuel selection, sprint and endurance performance in humans. *Clin Sci*. 2003;104:153-62.
27. Eckerson JM, Stout JR, Moore GA, Stone NJ, Nishimura K, Tamura K. Effect of two and five days of creatine loading on anaerobic working capacity in women. *J Strength Cond Res*. 2004;18:168-73.
28. Ahmun, RP, Tong RJ, Grimshaw PN. The effects of acute creatine supplementation on multiple sprint cycling and running performance in rugby players. *J Strength Cond Res*. 2005;19:92-7.
29. Eckerson JM, Stout JR, Moore GA, Stone NJ, Iwan KA, Gebauer AN, et al. Effect of creatine phosphate supplementation on anaerobic working capacity and body weight after two and six days of loading in men and women. *J Strength Cond Res*. 2005;19:756-63.
30. Hoffman JR, Stout JR, Falvo MJ, Jie K, Ratamess NA. Effect of low-dose, short-duration creatine supplementation on anaerobic exercise performance. *J Strength Cond Res*. 2005;19:260-4.
31. Hoffman J, Ratamess N, Kang J, Mangine G, Faigenbaum A, Stout J. Effect of creatine and beta-alanine supplementation on performance and endocrine responses in strength/power athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2006;16:430-46.
32. Reardon TF, Ruell PA, Singh MAF, Thompson CH, Rooney KB. Creatine supplementation does not enhance submaximal aerobic training adaptations in healthy young men and women. *Eur J Appl Physiol*. 2006;98:234-41.
33. Azizi M. The effect of a short-term creatine supplementation on some of the anaerobic performance and sprint swimming records of female competitive swimmers. *Procedia Soc Behav Sci*. 2011;15:1626-9.
34. Sterkowicz S, Tyka AK, Chwastowski M, Sterkowicz-Przybycień K, Tyka A, Klys A. The effects of training and creatine malate supplementation during preparation period on physical capacity and special fitness in judo contestants. *J Int Soc Sports Nutr* 2012;9:41-8.
35. Deminice R, Rosa FT, Franco GS, Jordao AA, De Freitas EC. Effects of creatine supplementation on oxidative stress and inflammatory markers after repeated-sprint exercise in humans. *Nutrition*. 2013;29:1127-32.
36. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York. Academic Press; 1988. p. 82.
37. Ledford A, Branch J. Creatine Supplementation Does Not Increase Peak Power Production and Work Capacity During Repetitive Wingate Testing in Women. *The J Strength Cond Res*. 1999;13:394-9.
38. Stout J, Eckerson J, Noonan D, Moore G, Cullen D. Effects of 8 weeks of creatine supplementation on exercise performance and fat-free weight in football players during training. *Nutr Res*. 1999;19:217-25.

Disfunción reproductiva por entrenamiento físico: el “hipogonadismo masculino producto del ejercicio”

Amy R. Lane¹, Carlos A. Magallanes², Anthony C. Hackney¹

¹Department of Exercise and Sport Science, University of North Carolina, Chapel Hill, NC, USA. ²Departamento de Educación Física y Salud, Instituto Superior de Educación Física, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Recibido: 13/02/19
Aceptado: 30/08/19

Resumen

El objetivo de esta breve revisión es describir cómo el entrenamiento físico en hombres puede provocar cambios en el sistema reproductivo similares a los observados en mujeres que desarrollan amenorrea atlética o manifiestan la *tríada de la mujer atleta*. Hombres expuestos sistemáticamente a entrenamientos para deportes de resistencia exhiben concentraciones de testosterona libre y basal reducidas, pero sin manifestar un aumento simultáneo de hormona luteinizante. Esta condición se denomina “hipogonadismo masculino producto del ejercicio” (EHMC, por su siglas en inglés). Ambos estados están asociados a una disfunción en el eje hipotalámico-hipofisario-gonadal. En las mujeres, la alteración del eje está vinculada a un estado de baja disponibilidad energética (BDE); en los hombres, la investigación relacionada con la BDE está en curso. El mecanismo fisiológico exacto que induce la reducción de testosterona en estos hombres aún no está claro, pero se postula que es una disfunción dentro del eje regulador hipotalámico-hipofisario-gonadal. Existe la posibilidad de que las bajas concentraciones de testosterona de los hombres con EHMC sean disruptivas y perjudiciales para algunos procesos fisiológicos anabólico-androgénicos dependientes de testosterona. Los hallazgos, aunque limitados, sugieren que en algunos casos pueden existir problemas de espermatogénesis; por lo tanto, el riesgo de infertilidad en tales hombres es una preocupación crucial. La evidencia actual sugiere que el EHMC se limita a hombres que han estado involucrados en entrenamiento de resistencia de manera persistente y durante tiempo prolongado, por lo que el EHMC no es una condición prevalente. De todos modos, es fundamental que médicos endocrinólogos y especialistas en fertilidad estén atentos a la existencia del EHMC como potencial problema – y diagnóstico – que pueden padecer sus pacientes deportistas varones.

Palabras clave:

Hipogonadismo masculino producto del ejercicio. Disfunción del sistema reproductivo. Entrenamiento de resistencia. Fertilidad. Salud ósea.

Key words:

Exercise-Hypogonadal male condition. Reproductive system dysfunction. Endurance training. fertility. Bone Health.

Reproductive Dysfunction from Exercise Training: The “Exercise-Hypogonadal Male Condition”

Summary

The objective of this short review is to discuss how exercise training in men can result in changes in the reproductive system similar to those observed in women who develop athletic amenorrhea or suffer the Female Athlete Triad. Men chronically exposed to training for endurance sports exhibit persistently reduced basal free and total testosterone concentrations without concurrent luteinizing hormone elevations. These men are deemed to have the “Exercise-Hypogonadal Male Condition” (EHMC). Broadly, dysfunction in the hypothalamic-pituitary-gonadal regulatory axis is associated with either of these states. In women this effect on the axis is linked to the existence of a low energy availability (LEA) state, research in men relative to LEA is ongoing. The exact physiological mechanism inducing the reduction of testosterone in these men is currently unclear but is postulated to be a dysfunction within the hypothalamic-pituitary-gonadal regulatory axis. The potential exists for the reduced testosterone concentrations within EHMC men to be disruptive and detrimental to some anabolic-androgenic testosterone-dependent physiological processes. Findings, while limited, suggest spermatogenesis problems may exist in some cases; thus, infertility risk in such men is a critical concern. Present evidence suggests the EHMC condition is limited to men who have been persistently involved in chronic endurance exercise training for an extended period of time, and thus is not a highly prevalent occurrence. Nevertheless, it is critical that endocrinologist and fertility clinicians become more aware of the existence of EHMC as a potential problem-diagnosis in their male patients who exercise.

Correspondencia: Carlos Magallanes
E-mail: camagallanes@gmail.com

Introducción

Desde hace casi 40 años se sabe que las mujeres expuestas a grandes volúmenes de entrenamiento físico, particularmente si manifiestan una nutrición deficitaria, poseen mayor riesgo de desarrollar disfunciones reproductivas¹⁻³; concretamente, oligomenorrea o amenorrea secundaria (amenorrea atlética)^{1,2}. Estas condiciones están asociadas con grados diversos de anomalías hormonales reproductivas (hipoestrogenismo), riesgo de infertilidad, desmineralización ósea y desórdenes alimentarios, lo que típicamente se conoce como la tríada de la mujer atleta (TMA)^{1,2}. Hasta tiempos recientes se pensaba que estas disfunciones reproductivas relacionadas con el ejercicio resultaban específicas del sexo femenino. Sin embargo, en las últimas dos décadas se ha venido acumulando evidencias que indican que los hombres también pueden padecer disfunciones reproductivas semejantes; es decir, que son susceptibles de desarrollar lo que se denomina "hipogonadismo masculino producto del ejercicio" (EHMC, del inglés *Exercise-Hypogonadal Male Condition*)⁴⁻⁶.

El objetivo de esta breve reseña es proporcionar una descripción general del EHMC y de sus probables mecanismos fisiopatogénicos, haciendo un paralelo con lo que ya se conoce sobre la TMA.

Antecedentes de investigación

Estudios retrospectivos y transversales muestran que los niveles basales de testosterona son más bajos en los deportistas varones que entrenan sistemáticamente, específicamente en aquellos que practican deportes de resistencia de larga duración como maratón, triatlones de grandes distancias y marcha atlética olímpica⁵⁻⁹. Los sujetos de estos estudios típicamente son deportistas que han entrenado consistentemente durante varios años ($\geq 5-15$)¹⁰⁻¹⁵. Tales estudios reportan que los niveles de testosterona (concentración libre y total) de estos deportistas son apenas el 50-85% de los niveles que poseen controles varones de la misma edad que no practican ejercicio¹⁰⁻¹⁷.

Estudios prospectivos en los que se recogieron muestras de sangre en reposo durante días, semanas o meses, mientras se exponía a los participantes a regímenes de entrenamiento de resistencia extenuantes, también encontraron que los niveles de testosterona se reducen. Sin embargo, los hallazgos de estos estudios prospectivos son menos convincentes que los reportados por los estudios retrospectivos^{7,18-21}. Las diferencias en el estado de entrenamiento inicial de los participantes, o las particularidades de los programas de entrenamiento administrado en los diferentes estudios prospectivos, podrían ser las causas de esas discrepancias^{6,16}. Para obtener una explicación definitiva del origen de tales inconsistencias se necesitarían estudios prospectivos más extensos y de mayor duración; sin embargo, dichos estudios suelen ser difíciles de implementar.

Los deportistas de resistencia varones que poseen bajos niveles de testosterona, usualmente exhiben otras anomalías hormonales reproductivas. Las más frecuentes son alteraciones en las concentraciones basales de prolactina y en las concentraciones basales de hormona luteinizante (LH) y/o de sus características pulsátiles^{13,22,23}. Las alteraciones en la LH sugieren la existencia de una disrupción en la secreción

hipotalámica de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH)¹³; como es el caso de muchas mujeres con disfunciones reproductivas relacionadas con el ejercicio^{1,2}. Estas alteraciones en la LH y GnRH son indicativas de una disfunción en el eje hipotalámico-pituitario-gonadal (HPG; testicular en el hombre, ovárico en la mujer) que controla el sistema reproductivo^{8,24}. Si se tiene en consideración los aspectos específicos del sistema endocrino reproductivo según el sexo, la disminución de los niveles de testosterona en reposo en estos deportistas varones es análoga a la disminución de los niveles de estrógeno-progesterona encontrados en deportistas mujeres con disfunciones reproductivas relacionadas con el ejercicio²⁵⁻³⁰.

Mecanismos de la disfunción del eje hipotalámico-pituitario-gonadal que conducen al EHMC

Los estudios orientados a dilucidar el mecanismo fisiológico subyacente a la disfunción del eje HPG en hombres con EHMC, se han focalizado en determinar si el origen de la disfunción es central (hipotalámico-pituitaria) o periférica (testicular). Los primeros han examinado la secreción glandular de LH y/o prolactina (PRL), mientras que los segundos han examinado la secreción de testosterona. Dado que las alteraciones en la liberación de LH-PRL se habían estudiado previamente en deportistas mujeres con disfunciones reproductivas^{1,13,31,32}, los estudios con deportistas varones han tomado como modelo aquellos realizados con mujeres.

Con respecto a los mecanismos centrales, los estudios constatan que los hombres con EHMC manifiestan una exagerada liberación de PRL desde la hipófisis en respuesta a estímulos endógenos o exógenos³³⁻³⁵. También se verifica una liberación atenuada de LH en respuesta a análogos estímulos endógenos o exógenos³³. Este mismo tipo de hallazgos se reportaron previamente en deportistas mujeres con disfunciones reproductivas (oligomenorrea o amenorrea atlética)^{31,32}. Importa destacar que debido a aspectos del eje HPG que son específicos del sexo, no todas las modificaciones en las hormonas reproductivas observadas en hombres y mujeres deportistas están en completo acuerdo. Además, el tipo y la naturaleza de los protocolos de investigación, así como las diferencias demográficas de los deportistas varones y mujeres estudiados, han dado lugar a cierta variabilidad en los hallazgos.

Con respecto a los mecanismos periféricos, los estudios han mostrado que los hombres con EHMC manifiestan una menor secreción de testosterona desde los testículos en respuesta a un estímulo exógeno [33,36]. Cuando se compara con controles sedentarios, existe una reducción del 15-40% en la secreción testicular de testosterona en respuesta a una misma dosis de estímulo. Aún no está claro si esta secreción atenuada es debido a una disminución en la sensibilidad del receptor glandular, o a alteraciones en algún evento posterior del proceso esteroideogénico para la síntesis de testosterona⁶.

El trabajo de Loucks muestra claramente que un estado de baja disponibilidad energética (BDE) es un disparador clave para que mujeres deportistas desarrollen la TMA y disfunciones reproductivas relacionadas¹. La BDE ocurre cuando la energía ingerida es insuficiente para mantener las funciones necesarias del organismo y las que implica

el entrenamiento físico; esto usualmente sucede cuando la ingesta calórica es $<30 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ de masa corporal magra¹. La evidencia que existe en hombres de que la BDE sea un factor causal en el desarrollo del EHMC es menos definitiva. No obstante, recientemente Hooper *et al.* publicaron hallazgos convincentes en apoyo de dicha posibilidad; pero hay que tener en cuenta que el número de sujetos del estudio fue relativamente pequeño³⁷. Por lo tanto, hasta el momento no está claro si la BDE sea la causa principal en el desarrollo tanto de la TMA como del EHMC; es decir, se necesitan más estudios, particularmente en varones.

Impacto fisiológico de una baja testosterona en hombres

El bajo nivel basal de testosterona que manifiestan los hombres con EHMC podría afectar procesos fisiológicos del organismo que dependen de la testosterona. Por ejemplo, hay evidencias de una disminución en la espermatogénesis o condiciones de oligozoospermia en deportistas con EHMC^{16,38,39}. También hay estudios que reportan una reducción del deseo sexual en deportistas de resistencia^{6,40,41}. Es probable que un disturbio en la producción de espermatozoides aumente el riesgo de infertilidad en estos hombres con EHMC^{6,8,41}; en el caso de mujeres, varias investigaciones han mostrado una fuerte relación entre amenorrea atlética y problemas de fertilidad^{1,2}.

El estudio de los efectos que las bajas concentraciones de testosterona de los hombres con EHMC producen en otros procesos anabólicos androgénicos – como la síntesis de proteínas y el desarrollo de la masa muscular – resulta limitado. De todos modos, levantamos la hipótesis de que la menor concentración de testosterona que manifiestan estos deportistas podría aportarle como beneficio el conseguir una masa muscular total más baja; aspecto que podría ser ventajoso en deportes de resistencia (una menor masa corporal resultaría en un menor requerimiento de oxígeno y, por lo tanto, menor gasto de energía)^{7,42}.

Un asunto que necesita mayor investigación es la relación que existe entre baja testosterona, desmineralización ósea y osteopenia en deportistas con EHMC. En el campo clínico, existe evidencia indicando que hombres con hipogonadismo e hipotestosteronemia pueden manifestar una pérdida mineral severa de sus huesos⁴³⁻⁴⁶. Hasta el momento, los datos sobre los cambios en el contenido mineral óseo de los deportistas con EHMC son algo contradictorios, aunque se han publicado estudios de caso convincentes^{47,48}.

Es importante mencionar que la prevalencia del EHMC parece ser baja, en relación a la población de deportistas de resistencia varones (15-25% según las estimativas existentes)⁴⁹. Esto podría deberse al hecho de que apenas un pequeño porcentaje de tales deportistas se mantiene entrenando de manera intensa y consistente el tiempo suficiente para manifestar la sintomatología.

Conclusión

El entrenamiento físico persistente, específicamente el asociado con deportes de resistencia, afecta negativamente la principal hormona masculina (testosterona) y otras hormonas reproductivas (LH y PRL). Este estado endocrino reproductivo se ha denominado "hipogonadismo

masculino producto del ejercicio"⁴⁴⁻⁶. El mecanismo de esta disminución hormonal aún no está claro, pero parece estar relacionado con una disfunción del eje HPG provocada por años de exposición ininterrumpida a un entrenamiento físico de gran magnitud, y también podría estar asociado con una BDE. Los estudios realizados en hombres con EHMC sugieren que un entrenamiento de esa naturaleza causa disturbios en procesos anabólicos o androgénicos dependientes de la testosterona.

Si bien la prevalencia del EHMC es relativamente baja, se recomienda que los médicos del deporte y particularmente los endocrinólogos y especialistas en fertilidad estén atentos a la existencia del EHMC. La evidencia señala que los médicos pueden necesitar incorporar estrategias dentro de sus procedimientos para evaluar y quizás tratar la ocurrencia del EHMC; especialmente teniendo en cuenta las preocupaciones en torno al potencial problema de infertilidad.

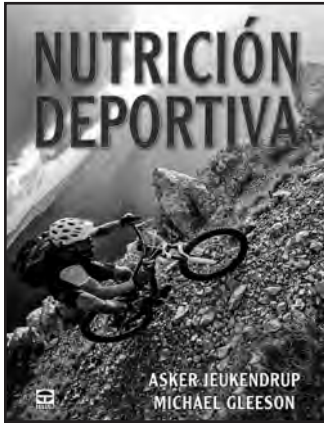
Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

- Loucks AB. Exercise training in the normal female: effects of low energy availability on reproductive function. En: Constantini N & Hackney AC. *Endocrinology of Physical Activity and Sport*, 2nd. (Eds.). Springer Science+Business Media, New York; 2013. p. 185-205.
- Dusek T. Influence of high intensity training on menstrual cycle disorders in athletes. *Croat Med J*. 2001;42(1):79-82.
- Galbo H. *Hormonal and metabolic adaptations to exercise*. New York. Thieme-Stratton Inc; 1983. p. 47-53:110-6.
- Hackney AC, Hackney ZC. The exercise-hypogonadal male condition and endurance exercise training. *Curr Trends Endocrinol*. 2005;1:101-06.
- Hackney AC, Moore AW, Brownlee KK. Testosterone and endurance exercise: development of the "exercise-hypogonadal male condition". *Acta Physiol Hung*. 2005;92(2):121-37.
- Hackney AC. Effects of endurance exercise on the reproductive system of men: the "exercise-hypogonadal male condition". *J Endocrinol Invest*. 2008;31(10):932-8.
- Hackney AC. Testosterone the hypothalamo-pituitary-testicular axis and endurance exercise training: a review. *Biol Sport*. 1996;13(2):85-98.
- Hackney AC. Endurance training and testosterone levels. *Sports Med*. 1989;8(2):117-27.
- Hackney AC. The male reproductive system and endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28(2):180-9.
- Hackney AC, Dolny DG, Ness RJ. Comparison of resting reproductive hormonal profiles in select athletic groups. *Biol Sport*. 1988;4(5):297-304.
- Gulledge TP, Hackney AC. Reproducibility of low testosterone concentrations in endurance trained men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1996;73(6):582-3.
- Hackney AC, Sinning WE, Bruot BC. Reproductive hormonal profiles of endurance-trained and untrained males. *Med Sci Sports Exerc*. 1988;20(1):60-5.
- MacConnie SE, Barkan A, Lampman RM, Schork MA, Beitins IZ. Decreased hypothalamic gonadotrophin-releasing hormone secretion in male marathon runners. *N Engl J Med*. 1986;315(7):411-7.
- Hackney AC, Fahrner CL, Gulledge TP. Basal reproductive hormonal profiles are altered in endurance trained men. *J Sports Med Phys Fitness*. 1998;38(2):138-41.
- Ayers JWT, Komesu V, Romani T, Ansbacher R. Anthropomorphic, hormonal, and psychologic correlates of semen quality in endurance-trained male athletes. *Fertil Steril*. 1985;43(6):917-21.
- Arce JC, De Souza MJ. Exercise and male factor infertility. *Sports Med*. 1993;15(3):146-69.
- Wheeler GD, Wall SR, Belcastro AN, Cumming DC. Reduced serum testosterone and prolactin levels in male distance runners. *JAMA*. 1984;252(4):514-6.
- Hackney AC, Sharp RL, Runyan WS, Ness RJ. Relationship of resting prolactin and testosterone in males during intensive training. *Br J Sports Med*. 1989;23(3):194.
- Urhausen A, Kullmer T, Kindermann W. A 7-week follow-up study of the behaviour of testosterone and cortisol during the competition period in rowers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1987;56(5):528-33.

20. Lane AR, Duke JW, Hackney AC. Influence of dietary carbohydrate intake on the free testosterone: cortisol ratio responses to short-term intensive exercise training. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108(6):1125-31.
21. Vervoorn C, Quist AM, Vermulst LJ, Erich WB, de Vries WR, Thijssen JH. The behaviour of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. *Int J Sports Med*. 1991;12(3):257-63.
22. McColl EM, Wheeler GD, Gomes P, Bhambhani Y, Cumming DC. The effects of acute exercise on pulsatile LH release in high-mileage male runners. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 1989;31(5):617-21.
23. Wheeler GD, Singh M, Pierce WD, Epling WF, Cumming DC. Endurance training decreases serum testosterone levels in men without change in luteinizing hormone pulsatile release. *J Clin Endocrinol Metab*. 1991;72(2):422-5.
24. Cumming DC, Wheeler GD, McColl EM. The effects of exercise on reproductive function in men. *Sports Med*. 1989;7(1):1-17.
25. Bunt JC, Bahr JM, Bemben DA. Comparison of estradiol and testosterone levels during and immediately following prolonged exercise in moderately active and trained males and females. *Endocr Res*. 1987;13(2):157-72.
26. Berga SL, Mortola JF, Girton L, Suh B, Laughlin G, Pham P, et al. Neuroendocrine aberrations in women with functional hypothalamic amenorrhea. *J Clin Endocrinol Metab*. 1989;68(2):301-8.
27. Elliott-Sale KJ, Tenforde AS, Parziale AL, Holtzman B, Ackerman KE. Endocrine Effects of Relative Energy Deficiency in Sport. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018;28(4):335-49.
28. De Souza MJ, van Heest J, Demers LM, Lasley BL. Luteal phase deficiency in recreational runners: evidence for hypometabolic state. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003;88(1):337-46.
29. De Souza MJ, Miller BE, Loucks AB, Luciano AA, Pescatello LS. High frequency of luteal phase deficiency and anovulation in recreational women runners: blunted elevation in follicle-stimulating hormone observed during luteal-follicular transition. *J Clin Endocrinol Metab*. 1998;83(12):4220-32.
30. Cumming DC, Vickovic MM, Wall SR, Fluker MR. Defects in pulsatile LH release in normally menstruating runners. *J Clin Endocrinol Metab*. 1985;60(4):810-2.
31. Boyden TW, Pamentier RW, Grosso D, Stanforth P, Rotkis T, Wilmore JH. Prolactin responses, menstrual cycles, and body composition of women runners. *J Clin Endocrinol Metab*. 1982;54(4):711-4.
32. Boyden TW, Pamentier RW, Stanforth PR, Rotkis TC, Wilmore JH. Impaired gonadotropin responses to gonadotropin-releasing hormone stimulation in endurance-trained women. *Fertil Steril*. 1984;41(3):359-63.
33. Hackney AC, Sinning WE, Bruot BC. Hypothalamic-pituitary-testicular axis function of endurance-trained males. *Int J Sports Med*. 1990;11(4):298-303.
34. Hackney AC, Fahrner CL, Stupnicki R. Reproductive hormonal responses to maximal exercise in endurance-trained men with low resting testosterone levels. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 1997;105(5):291-5.
35. Daly W, Seegers CA, Rubin DA, Dobridge JD, Hackney AC. Relationship between stress hormones and testosterone with prolonged endurance exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2005;93(4):375-80.
36. Hackney AC, Szczepanowska E, Viru AM. Basal testicular testosterone production in endurance-trained men is suppressed. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89(2):198-201.
37. Hooper DR, Kraemer WJ, Saenz C, Schill KE, Focht BC, Volek JS, et al. The presence of symptoms of testosterone deficiency in the exercise-hypogonadal male condition and the role of nutrition. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(7):1349-57.
38. Brant WO, Myers JB, Carrell DT, Smith JF. Male athletic activities and their effects on semen and hormonal parameters. *Phys Sportsmed*. 2010;38(3):114-20.
39. Wise LA, Cramer DW, Hornstein MD, Ashby RK, Missmer SA. Physical activity and semen quality among men attending an infertility clinic. *Fertil Steril*. 2011;95(3):1025-30.
40. Skarda ST, Burge MR. Prospective evaluation of risk factors for exercise-induced hypogonadism in male runners. *West J Med*. 1998;169(1):9-12.
41. Di Luigi L, Romanelli F, Sgro P, Lenzi A. Andrological aspects of physical exercise and sport medicine. *Endocrine*. 2012;42(2):278-84.
42. Bribiescas RG. Testosterone levels among Aché hunter-gatherer men. *Hum Nat*. 1996;7(2):163-88.
43. Behre HM, Kliesch S, Leifke E, Link TM, Nieschlag E. Long-term effect of testosterone therapy on bone mineral density in hypogonadal men. *J Clin Endocrinol Metab*. 1997;82(8):2386-90.
44. Riggs BL, Eastell R. Exercise, hypogonadism, and osteopenia. *JAMA*. 1986;256(3):392-3.
45. Rigotti NA, Neer RM, Jameson L. Osteopenia and bone fractures in a man with anorexia nervosa and hypogonadism. *JAMA*. 1986;256(3):385-8.
46. Hetland ML, Haarbo J, Christiansen C. Low bone mass and high bone turnover in male long distance runners. *J Clin Endocrinol Metab*. 1993;77(3):770-5.
47. MacDougall JD, Webber CE, Martin J, Ormerod S, Chesley A, Younglai EV, et al. Relationship among running mileage, bone density, and serum testosterone in male runners. *J Appl Physiol*. 1992;73(3):1165-70.
48. Maimoun L, Lumbroso S, Manetta J, Paris F, Leroux JL. Testosterone is significantly reduced in endurance athletes without impact on bone mineral density. *Horm Res*. 2003;59(6):285-92.
49. Hackney AC, Lane AR. Increased prevalence of androgen deficiency in endurance-trained male runners across the life span. *Aging Male*. 2018;20:1. doi: 10.1080/13685538.2018.1523888.



NUTRICIÓN DEPORTIVA

Por: A. Jeukendrup y M. Gleeson

Edita: Tutor S.A.

Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.

Tel: 915 599 832 - Fax: 915 410 235

E-mail: edicionestutor.com Web: www.editorestutor.com

Madrid 2019. 640 páginas. P.V.P.: 95 euros

Nutrición deportiva expone los principios, antecedentes y fundamentos de las pautas actuales de alimentación para deportistas. Proporciona los conocimientos básicos de la nutrición y expone los procesos fisiológicos que ocurren en las células y los tejidos, y la forma en que estos procesos se integran en todo el organismo. Además, a través de la utilización de una base fisiológica, ofrece una visión en profundidad de

la ciencia que respalda la nutrición deportiva.

Este libro cuenta con más de 320 gráficos, figuras y tablas de apoyo al texto principal, recuadros explicativos de los temas seleccionados y un extenso glosario con la definición de términos de nutrición, fisiología y metabolismo. Sus capítulos están organizados secuencialmente, lo que facilita una mayor comprensión a medida que se introducen en él

temas más avanzados. A las materias imprescindibles que trata (fuentes de combustible para el músculo y el metabolismo del ejercicio, micronutrientes: vitaminas y minerales, suplementos nutricionales, composición corporal, control de peso, trastornos de la alimentación en los deportistas, etc.) se suman las actualizaciones de esta edición, que mantendrán al día a los lectores sobre los últimos hallazgos en nutrición deportiva.



EL CALENTAMIENTO, ES AL MISMO TIEMPO MOTIVADOR Y EDUCATIVO

Por: Des Ryan

Edita: Tutor S.A.

Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.

Tel: 915 599 832 - Fax: 915 410 235

E-mail: edicionestutor.com Web: www.editorestutor.com

Madrid 2019. 224 páginas. P.V.P.: 19,95 euros

Este es el primer libro que describe la ciencia del calentamiento y proporciona directrices para maximizar su eficacia deportiva. Con el uso del sistema RAMP-Raise (aumentar), Activar, Movilizar y Potenciar – verás por qué el calentamiento es más que una simple preparación para la sesión de trabajo posterior; es un factor clave en el desarrollo deportivo y puede mejorar las destrezas técnicas y

capacidades de movimiento necesarias para destacar en el deporte. Este es el sistema recomendado por la United Kingdom Strength and Conditioning Association (UKSCA) y se incluye entre los recursos profesionales desarrollados por la National Strength and Conditioning Association (NSCA).

El calentamiento proporciona una serie completa de actividades para

crear calentamientos RAMP eficaces incluyendo, entre otros, cinco programas modelo de calentamiento RAMP adecuados para diversos deportes y niveles de entrenamiento, más de 160 diagramas y fotografías para ilustrar 113 rutinas y ejercicios, y buscadores de rutinas y ejercicios para encontrar sin esfuerzo los ejercicios mejor adaptados a determinadas necesidades.



MANUAL DE CINEANTROPOMETRÍA

Por: Carlos Moreno Pascual, Pedro Manonelles Marqueta

Edita: Nexus Médica Editores.

Barcelona, 2011. 436 páginas.

La Cineantropometría ha alcanzado un gran desarrollo y aplicación. Esta obra viene a sustituir la primera edición y su posterior re-impresión porque el avance de este apartado de la Ciencia ha venido a superar con creces lo expuesto en ellos. Elaborado por destacados profesionales, recoge en su índice general los temas: Pasado, presente y futuro de la Cineantropo-

metría (por M^a Dolores Cabañas y Jordi Porta); Bases anatómicas y puntos de referencia (por Miguel del Valle); Material antropométrico (por Angel Herrero de Lucas); Protocolo de medición (Por Alicia Canda); Error de medición (por José Ramón Alvero); Composición corporal (por Francisco José Berral); Somatotipo (por M^a Teresa Aragónés); Proporcionalidad corporal: historia y

presente (por Jordi Porta y M^a Dolores Cabañas); Cuerpo y función: alometría y deporte (por Delfín Galiano, M^a Carmen Vargas y Jordi Porta); Aplicaciones de la Cineantropometría (por Carlos Moreno); La Cineantropometría en la edad infantil (por Begoña Manuz y Pedro Manonelles). Al final en un anexo aparecen los Valores de referencia (por José Ramón Alvero).

2019		
1º Congreso Mundial de Educación Física (FIEP)	30 Septiembre - 4 Octubre Santiago del Estero (Argentina)	web: http://www.fiepargentinaoficial.com/
IX Congreso de la Sociedad Cubana de Medicina Física y Rehabilitación	1-4 Octubre La Habana (Cuba)	web: http://www.rehabilitacioncuba.com
11th European Congress on Sports Medicine	3-5 Octubre Portorose (Eslovenia)	web: http://www.efsm.eu
I Congreso de Reeducción Funcional Deportiva CERS-INEFC	4-5 Octubre Barcelona	web: http://inefc.gencat.cat/ca/inefc/jornades_congressos/congres-cers-2019/informacio
6th Annual Congress on Medicine & Science in Ultra-Endurance Sports	11-13 Octubre Cape Town (Sudáfrica)	web: https://ultrasportsscience.us/congress/
13th European Nutrition Conference On Malnutrition In An Obese World	15-18 Octubre Dublín (Irlanda)	web: www.fens2019.org
Jornadas SAMEDE: deporte y deportistas en situaciones especiales	18-19 Octubre Almería	web: https://www.jornadassamede.es/
50 Congreso Nacional de Podología y VI Encuentro Iberoamericano	18-19 Octubre Santander	web: https://50congresopodologia.com/
World Congress of Tennis Medicine and Sports Science	18-19 Octubre Estocolmo (Suecia)	web: www.shh.se/stmswc2019
41 Congreso Internacional SEMOYM	24-26 Octubre Elche	https://www.semoym.org
Congreso Internacional de Fisioterapia	25-26 Octubre Toledo	web: congreso@coficam.org
10th International Physical Education and Sports Teaching Congress	31 Octubre-3 Noviembre Antalya (Turquía)	web: https://2019.tubed.org.tr/en/
5th World Conference on Doping in Sport	5-7 Noviembre Katowice (Polonia)	web: http://www.wada-ama.org
Jornadas Andaluzas de Podología	8-9 Noviembre Sevilla	web: www.colegiopodologosandalucia.org
15º Congreso Internacional de Ciencias del Deporte y la Salud	8-9 Noviembre Pontevedra	web: www.victorarufe.com
Jornadas Andaluzas de Podología	8-9 Noviembre Sevilla	web: www.colegiopodologosandalucia.org
26th Word Congress TAFISA	13-17 Noviembre Tokyo (Japón)	web: www.tafisa.org
XVII Simposio Internacional Clínica Centro: Nuevos horizontes sobre cirugía mínimamente invasiva en cirugía ortopédica y traumatología" "Medicina Regenerativa en el Aparato Locomotor"	14-16 Noviembre Madrid	web: https://www.clinicacentro.com/
2019 FIP World Congress of Podiatry Conference	14-16 Noviembre Miami (EEUU)	web: www.podiatry2019.org
International Sport Forum on Strength, Conditioning and Nutrition	15-16 Noviembre Madrid	web: https://congress.esns.academy/

VIII Jornadas Nacionales de Medicina del Deporte: "Medicina del Baloncesto"	22-23 Noviembre Reus (Tarragona)	E-mail: femede@femede.es web: www.femede.es
2019 Southeast Asian Games Scientific Conference	22-24 Noviembre Angeles (Filipinas)	web: https://www.2019seag-apcess.com
10th Annual International Conference: Physical Education Sport & Health	23-24 Noviembre Pitesti (Rumania)	web: http://sportconference.ro/
7th World Congress on Physiotherapy and Rehabilitation	26-27 Noviembre Abu Dhabi (Emiratos Árabes)	web: https://physiotherapy.conferenceseries.com/middleeast/
56 Congreso Argentino de COT	28 Noviembre-1 Diciembre Buenos Aires (Argentina)	web: www.congresoaaot.org.ar
X Congreso Peruano de Medicina del Deporte	29-30 Noviembre Lima (Perú)	web: www.facebook.com
2020		
V Congreso Internacional de Readaptación y Prevención de Lesiones en la Actividad Física y el Deporte	Enero Valencia	web: https://congresoiam.com/
I Congreso actividad física, deporte y nutrición	28 Febrero-1 Marzo Valencia	Web: http://congresodeporte.es/
14th ISPRM World Congress – ISPRM 2020	4-9 Marzo Orlando (EE.UU.)	web: http://www.isprm.org/congress/14th-isprm-world-congress
Congreso FESNAD	11-13 Marzo Zaragoza	web: http://www.fesnad.org/
IOC World Conference Prevention of Injury & Illness in Sport	12-14 Marzo Mónaco (Principado de Mónaco)	web: http://ioc-preventionconference.org/
I Congreso actividad física, deporte y nutrición	27-29 Marzo Sevilla	web: http://congresodeporte.es/
37º Congress International Society for Snowsports Medicine-SITEMSH	1-3 Abril Andorra la Vella (Principat d'Andorra)	E-mail: andorra2020@sitemsh.org
9º Congrés Societat Catalana de Medicina de l'Esport-SCME	3-4 Abril Andorra la Vella (Principat d'Andorra)	E-mail: andorra2020@sitemsh.org
25th Annual Congress of the European College of Sport Science	1-4 Julio Sevilla	E-mail: office@sport-science.org
32nd FIEP World Congress / 12th International Seminar for Physical Education Teachers /15th FIEP European Congress	2-8 Agosto Jyväskylä (Finlandia)	Información: Branislav Antala E-mail: antala@fsport.uniba.sk
2020 Yokohama Sport Conference	8-12 Septiembre Yokohama (Japón)	web http://yokohama2020.jp/overview.html
International Congress of Dietetics	15-18 Septiembre Cape Town (Sudáfrica)	web: http://www.icda2020.com/
XXXVI Congreso Mundial de Medicina del Deporte	24-27 Septiembre Atenas (Grecia)	https://www.fims2020.com/

Agenda

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

Cursos on-line SEMED-FEMEDE

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

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

Curso "ELECTROCARDIOGRAFÍA PARA MEDICINA DEL DEPORTE"

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

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

Curso "FISIOLOGÍA Y VALORACIÓN FUNCIONAL EN EL CICLISMO"

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

Curso "AYUDAS ERGOGÉNICAS"

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

Curso "CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE"

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

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

Curso "ALIMENTACIÓN, NUTRICIÓN E HIDRATACIÓN EN EL DEPORTE"

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

Curso "ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTE"

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

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

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

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

Curso "CINEANTROPOMETRÍA PARA SANITARIOS"

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

Curso "CINEANTROPOMETRÍA"

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

Más información:
www.femede.es

Normas de publicación de Archivos de Medicina del Deporte

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

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

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

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

Envío de manuscritos

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

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

Después se escribirá el texto del trabajo y la bibliografía.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Las citas bibliográficas se expondrán del modo siguiente:

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

Ética

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

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

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

Hoja de inscripción a SEMED-FEMEDE 2019

Nombre Apellidos DNI

Calle Nº 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
- Andalucía (AMEFDA) Canarias Cataluña EKIME (P. Vasco)
- Andalucía (SAMEDE) Cantabria Galicia Rioja
- Aragón Castilla La Mancha Murcia Valencia
- Baleares Castilla León Navarra
- 30€**
 Estudiantes de Ciencias de la Salud (a justificar)
 MIR en Medicina del Deporte (a justificar)

Orden de pago por domiciliación bancaria

Nombre y apellidos DNI

Sr. Director del Banco o Caja

Oficina Sucursal Calle Nº

Población Provincia C.P.

El ruego cargue anualmente en mi cuenta Nº

Entidad Oficina D.C. Nº Cuenta o Libreta

Firma titular	
Fecha	

RECORTE POR LA LÍNEA DE PUNTOS Y ENVÍE EL BOLETÍN A LA SIGUIENTE DIRECCIÓN
 Sociedad Española de Medicina del Deporte C/ Cánovas nº 7, bajo. 50004 Zaragoza Teléfono: 976 02 45 09

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 Nº Piso C.P.

Población Provincia País

Tel. Fax E-mail Especialidad.....

Forma de pago

- Adjunto cheque nº a nombre de Esmon Publicidad por euros.
- Transferencia bancaria Domiciliación bancaria

Titular DNI

Firma titular	
Fecha	

Entidad Oficina D.C. Nº 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 2ª. 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



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA