

Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

ISSN: 0212-8799

177

Volumen 34(1)
Enero - Febrero 2017



ORIGINALES

The effect of weekly low frequency exercise on body composition and blood pressure of elderly women

Cardiac autonomic responses of trained cyclists at different training amplitudes

Los ejercicios preventivos tras el calentamiento ayudan a reducir lesiones en fútbol

Análisis de la fuerza y movilidad de la cadera como factores de riesgo de lesión en fútbol femenino amateur: un estudio piloto

REVISIONES

Implicaciones funcionales del entrenamiento de la fuerza en el adulto mayor: una revisión de literatura

Criterios para el retorno al deporte después de una lesión



NUEVO



**Lactate
Scout+**

ANALIZADOR DE LACTATO

Nueva versión del analizador de "Lactate Scout+" **con bluetooth incorporado**. Para supervisiones médicas y diagnóstico en medicina del deporte. Alternativa flexible y económica al análisis de laboratorio. Acreditación CE como aparato de diagnóstico médico.

- :: Volumen de muestra necesario: 0,5 microlitros
- :: Tiempo de análisis: 10 segundos
- :: Peso total: 85 gramos
- :: Memoria: 250 resultados con fecha y hora

Pero además, el nuevo Lactate Scout+ incorpora entre otras las siguientes características diferenciadoras:

- :: **Chip interno que permite la transmisión de datos vía Bluetooth**
- :: **Nueva pantalla LCD con mejor visibilidad**
- :: **Nuevo Menú con fácil acceso**
- :: **Estanqueidad total de la estructura del analizador**





Sociedad Española de Medicina del Deporte

Sociedad Española de Medicina del Deporte

Junta de Gobierno

Presidente:

Pedro Manonelles Marqueta

Vicepresidente:

Miguel E. Del Valle Soto

Secretario General:

Luis Franco Bonafonte

Tesorero:

Javier Pérez Ansón

Vocales:

Carlos de Teresa Galván

José Fernando Jiménez Díaz

Juan N. García-Nieto Portabellana

Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea

José Naranjo Orellana

Edita

Sociedad Española de Medicina del Deporte

Iturrama, 43 bis.

31007 Pamplona. (España)

Tel. 948 267 706 - Fax: 948 171 431

femede@femede.es

www.femede.es

Correspondencia:

Ap. de correos 1207

31080 Pamplona (España)

Publicidad

ESMON PUBLICIDAD

Tel. 93 2159034

Publicación bimestral

Un volumen por año

Depósito Legal

Pamplona. NA 123. 1984

ISSN

0212-8799

Soporte válido

Ref. SVR 389

Indexada en: EMBASE/Excerpta Medica, Índice Médico Español, Sport Information Resource Centre (SIRC), Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud (IBECS), y Índice SJR (SCImago Journal Rank).



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.

Diríjase 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

M^º Ángeles Artázcoz Bárcena

Comité Editorial

Norbert Bachl. Centre for Sports Science and University Sports of the University of Vienna. Austria. **Ramón Balias Matas.** Consell Catalá de l'Esport. Generalitat de Catalunya. España. **Araceli Boraita.** Servicio de Cardiología. Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de deportes. España. **Josep Brugada Terradellas.** Hospital Clinic. Universidad de Barcelona. España. **Nicolas Christodoulou.** President of the UEMS MJC on Sports Medicine. Chipre. **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. **Peter Jenoure.** ARS Ortopedica, 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 Católica San Antonio. Murcia. 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. **Per Renström.** Stockholm Center for Sports Trauma Research, Karolinska Institutet. Suecia. **Juan Ribas Serna.** Universidad de Sevilla. España. **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.

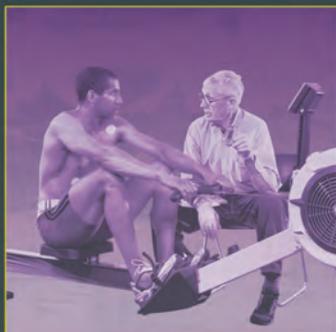


UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA



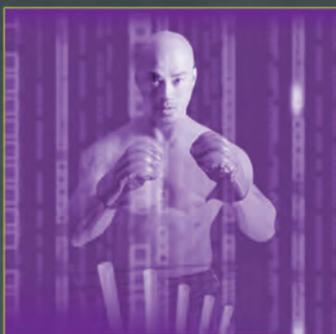
LACTATE PLUS

El analizador de Lactato* de los Atletas de Élite



El equipo olímpico de Remo de EE.UU. usa el Lactate Plus

Dr. Fritz Hagerman, Ph. D.
Profesor Emérito de Fisiología
Departamento de Ciencias Biomédicas
Universidad de Ohio
Consultor de Fisiología del Remo



Utilizado por los profesionales del Programa Fight Science

del National Geographic



Ciclistas de Clase Mundial entrenan usando el Lactate Plus



*El lactato es el indicador líder del acondicionamiento aeróbico para los deportistas, y un elemento clave para predecir la fatiga muscular y el rendimiento deportivo

nova
biomedical

Distribuido por:

Laktate

www.laktate.com

619 284 022



Archivos

de medicina del deporte

Volumen 34(1) - Núm 177. Enero - Febrero 2017 / January - February 2017

Sumario / Summary

Editorial

¿Han cambiado realmente las recomendaciones dietéticas en el siglo XXI? ¿Tenemos nuevos retos?
Have dietary recommendations really changed in the 21st century? Are there any new challenges?

Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea..... 6

Originales / Original articles

The effect of weekly low frequency exercise on body composition and blood pressure of elderly women

El efecto de baja frecuencia semanal del ejercicio sobre la composición corporal y la presión arterial de las mujeres ancianas

Claudio Rosa, José Vilaça-Alves, Eduardo Borba Neves, Francisco José Félix Saavedra, Miriam Beatriz Reckziegel,

Hildegard Hedwig Pohl, Daniela Zanini, Victor Machado Reis 9

Cardiac autonomic responses of trained cyclists at different training amplitudes

Respuesta del sistema cardiaco autónomo en ciclistas entrenados con diferentes amplitudes de entrenamiento

Luan M. Picanço, Gilberto Cavalheiro, Marcelo S. Vaz, Fabriño B. Del Vecchio 15

Los ejercicios preventivos tras el calentamiento ayudan a reducir lesiones en fútbol

Preventive exercises after warming help to reduce injuries in soccer

Jorge Carlos-Vivas, Juan P. Martin-Martinez, Manuel Chavarrias, Jorge Pérez-Gómez 21

Análisis de la fuerza y movilidad de la cadera como factores de riesgo de lesión en fútbol femenino amateur: un estudio piloto

Analysis of hip strength and mobility as injury risk factors in amateur women's soccer: a pilot study

Antonio Maestro, Joaquín Lago, Gonzalo Revuelta, Pablo del Fueyo, Lorenzo del Pozo, Carlos Ayán, Vicente Martín 25

Revisiones / Reviews

Implicaciones funcionales del entrenamiento de la fuerza en el adulto mayor: una revisión de literatura

Functional implications of the strength training on older adult: a literature review

Roberto Rebolledo-Cobos, Cleiton Silva Correa, Jesse Juliao-Castillo, Raúl Polo Gallardo, Olga Suarez Landazabal 31

Criterios para el retorno al deporte después de una lesión

Criteria to return to play sports after an injury

Tomás F. Fernández Jaén, Pedro Guillén García 40

Libros / Books 47

Agenda / Agenda 48

Normas de publicación / Guidelines for authors 53

¿Han cambiado realmente las recomendaciones dietéticas en el siglo XXI? ¿Tenemos nuevos retos?

Have dietary recommendations really changed in the 21st century? Are there any new challenges?

Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea

Médico Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Postgrado en Nutrición por las Universidades de Nancy (Francia) y Granada (España). Servicio de Medicina del Deporte. Unidad de Dietética y Nutrición. Hospital de día QUIRON SALUD Donostia. San Sebastián.

La evolución de los patrones estandarizados en alimentación, se manifiesta desde el concepto clásico de prevención de síntomas clínicos, en su inicio (1802 Smith, 1919 Royal Society London, 1933 *British Medical Association*, 1941 *National Research Council United States*, 1945 FAO)¹ hasta la actualidad en su concepto de prevención y reducción de riesgo de enfermedades crónicas, mejora y mantenimiento de un estado óptimo de salud.

Las primeras ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la población española datan de 1994, a propuesta del Departamento de Nutrición de la Universidad Complutense de Madrid (Varela G). Ese mismo año se editan las recomendaciones unificadas en Europa² y en EEUU, la primera publicación, es de 1989 (*Recommended Dietary Allowances - RDA*)³.

Desde principios de los años dos mil, los cambios en el estilo de vida con mayor sedentarismo, incremento de las enfermedades crónicas y la esperanza de vida, junto a las tendencias en el consumo de alimentos enriquecidos o fortificados, funcionales y dietéticos, que pueden influir en la ingesta diaria de nutrientes positiva o negativamente y el rápido avance de los conocimientos científicos en los campos de la nutrición y la salud, obligan a cada país a revisar y actualizar periódicamente los estándares para su población, siendo en Europa, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria - *European Food Safety Authority* (EFSA), quien edita las recomendaciones unificadas mediante comunicaciones puntuales^{4,7}.

Así, actualmente se ha consolidado la terminología a nivel internacional para distinguir los distintos conceptos utilizados. Las necesidades o el requerimiento medio estimado (*Estimated Average Requirement - EAR*), el umbral mínimo (*Low Threshold Intake - LTI*), el límite de seguridad o nivel máximo tolerable (*Tolerable Upper Intake Levels-UL*)⁸⁻¹⁰ y las ingestas dietéticas de referencia (*Dietary Reference Intakes - DRIs*) en EEUU o valores dietéticos de referencia (*Dietary Reference Values - DRVs*) en Europa^{4,5}.

Los valores dietéticos de referencia, son recomendaciones de la ingesta diaria con la relación de la energía y los nutrientes, más importantes, para la población sana por edad, sexo y situación fisiológica, que cubren los requisitos para el 97%-98% de la población. Se elaboran a partir de datos clínicos, epidemiológicos y experimentales, con la finalidad de responder a las necesidades fisiológicas y reducir el riesgo de enfermedades crónicas y/o degenerativas (enfermedades cardiovasculares, diabetes, osteoporosis, cáncer, otras). Están adaptadas a ambos sexos por rangos de edad desde los primeros meses de vida hasta más de 60 años, a las situaciones de embarazo, lactancia y esfuerzos físicos regulares de ligera y alta intensidad. Sirven como referencia también en ajustes individuales VN.

Se pretende que la media de la población se encuentre cubriendo los valores de las ingestas de referencia establecidos, DRIs-DVRs, con el menor número de personas por debajo de las necesidades nutricionales y sin caer en ninguno de los dos extremos, umbral mínimo (LTI) y límite de seguridad (UL).

Las ingestas recomendadas en energía y nutrientes para la población española, constan de: energía (ligera -10%, alta + 20%), proteínas, minerales (calcio, hierro, yodo, zinc, potasio, selenio), vitaminas (grupo B, C, A, D, K). También se incluyen valores de referencia para los hidratos de carbono, lípidos (ácido linoleico, ácido linolénico), fibra y agua, al igual que lo hacen la EFSA y EEUU^{4-7,11}.

La interpretación y utilización de las DRIs - DVRs necesitan de profesionales cualificados del ámbito de la salud para intervenir tanto a nivel individual como colectivo (preventivo, clínico, investigación), educación (programas de formación y divulgación), autoridades en salud y sobre todo en salud pública (guías dietéticas y de alimentación), industria agroalimentaria y restauración (etiquetado e información nutricional)^{3,8}. Desde el punto de vista de los profesionales de la salud, sirven de referencia no sólo para planificar dietas para grupos o colectivos determinados (diabéticos, deportistas, ...) e identificar

Correspondencia: Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea
E-mail: ekeztg@gmail.com

poblaciones a riesgo si no, para elaborar dietas individuales tras una valoración nutricional.

La forma práctica de transmitir las recomendaciones científicas en hábitos de alimentación saludable a la población en general, incluyendo los deportistas, son las guías de alimentación y/o dietética editadas por entidades nacionales, sociedades científicas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)¹¹⁻¹⁹.

Por lo que podemos percibir hasta aquí, es que en el siglo XXI tenemos establecidas las directrices para mantener activamente actualizados de forma más ágil y rápida, los valores de las ingestas de referencia, con conocimientos científicos, datos clínicos, epidemiológicos y experimentales, difundir los hábitos de una dieta saludable y llegar a obtener un nivel estable de mantenimiento de un estado óptimo de salud en la población.

Y, ¿no tenemos nuevos retos? Si los tenemos, evidentemente, orientados a obtener más datos de valoraciones de las necesidades individuales para ajustar los valores dietéticos de referencia, llegar hasta el ciudadano medio y fidelizar los hábitos apropiados en alimentación para repercutir positivamente en el estado de salud:

- Obtener un mayor número de datos epidemiológicos derivados de las necesidades individuales, logrados mediante evaluaciones nutricionales teniendo en cuenta la adaptación metabólica y fisiológica, la disponibilidad alimentaria y el ajuste dietético individualizado que debe de servir para corregir errores e introducir hábitos saludables y prevención del dopaje^{3,20}.
- Promover por parte de los responsables de políticas de salud, el estudio de los patrones de consumo alimentario, diseñar campañas y guías de alimentación y dietética, además, de su evaluación y seguimiento⁵.
- Fidelizar a la ciudadanía en el mantenimiento de buenos hábitos alimentarios, facilitando la investigación y la armonización entre los distintos profesionales del campo de la nutrición, dietética y alimentación.

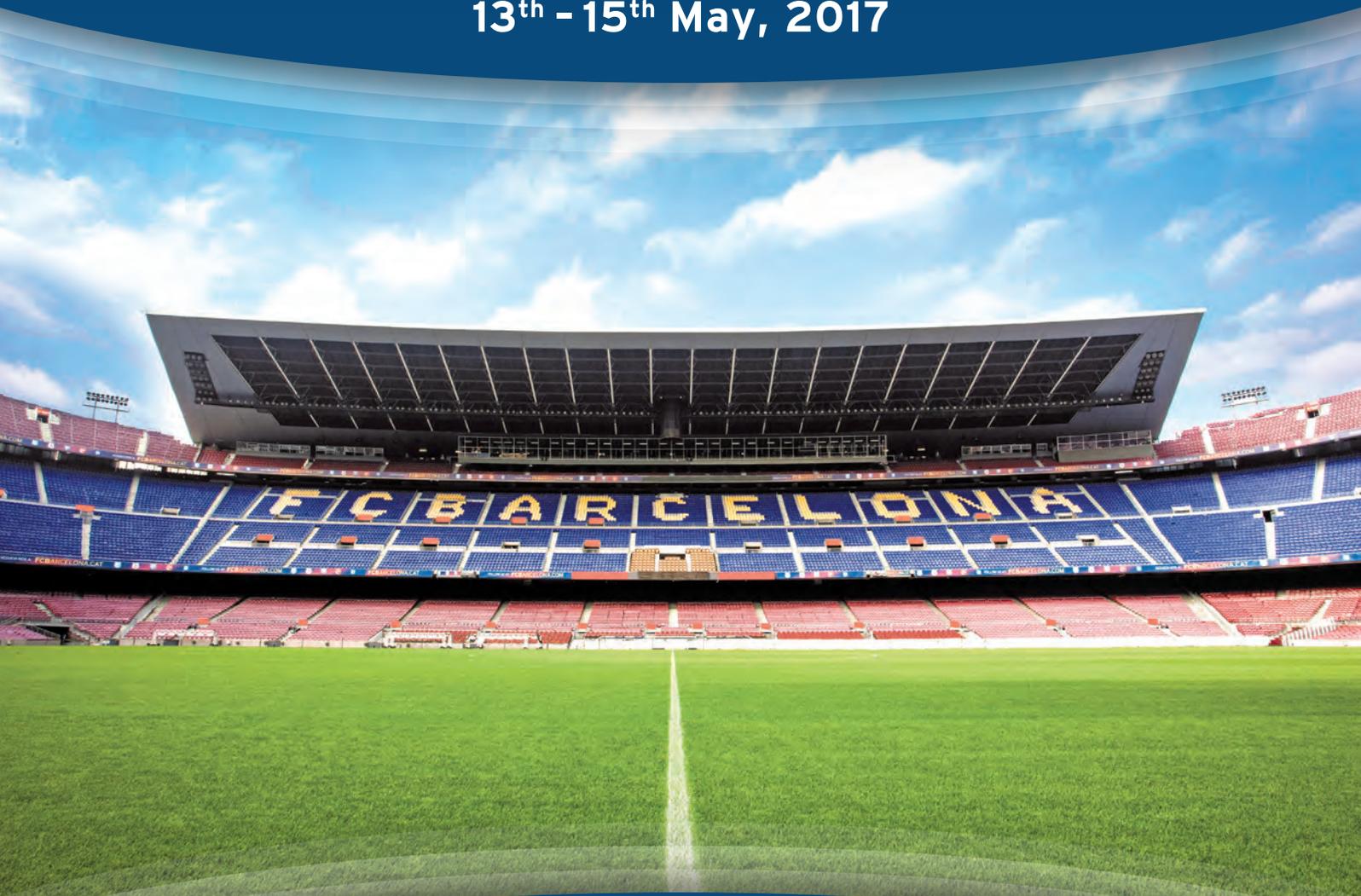
Bibliografía

1. Vivanco F, Palacios JM, García Almansa A. Necesidades calóricas o energéticas. Alimentación y nutrición. Ministerio de Sanidad y Consumo. Bilbao 1982;128-9.
2. Comité scientifique pour l'alimentation humaine (CSAH). Substances nutritives et consommation énergétique (avis émis le 11 décembre 1992). Commission européenne. Direction générale de l'industrie. Luxembourg: Office des publications officielles des communautés européennes, 1994.
3. Martin, G. Potier de Courcy. Besoins nutritionnels et apports conseillés pour la satisfaction de ces besoins. *EMC - Endocrinologie-Nutrition* 2012;1-26 [Article 10-308-A-10].
4. Moreiras Tuni O, Carbajal A, Cabrera Forneiro L, Cuadrado Vives C. *Ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la población española (revisadas y ampliadas 2016)* Departamento de Nutrición Universidad Complutense Madrid. Tablas de composición de alimentos. Guía de prácticas, 18ª ed. Madrid: Pirámide. 2015;257-9.
5. EFSA sets European dietary reference values for nutrient intakes (2010-03-26). Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/nda100326>
6. United States Department of Agriculture (USDA). National Agricultural Library <https://www.nal.usda.gov/fnic/dietary-reference-intakes>
7. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies Washington DC: National Academy Press. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorous, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride (1997); Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline (1998); Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids (2000); Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc (2001); Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate (2005); and Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D (2011). These reports may be accessed via www.nap.edu.
8. Scientific Opinion on principles for deriving and applying Dietary Reference Values. *EFSA Journal* 2010; 8(3):1458 [30 pp.]. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1458. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/print/efsajournal/pub/1458>
9. Dietary Reference Intakes: Tolerable Upper Intake Level Values for Vitamins and Elements NAS. IOM. Food and Nutrition Board. Comprehensive DRI tables for vitamins, minerals and macronutrients; organized by age and gender. Includes the 2011 updated recommendations for calcium and vitamin D. These reports may be accessed via www.nap.edu.
10. European Food Safety Authority (EFSA). Tolerable Upper Intake Levels for Vitamins and Minerals by the Scientific Panel on Dietetic products, nutrition and allergies (NDA) and Scientific Committee on Food (SCF). European Food Safety Authority 2006. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/ndatolerableuil.pdf>
11. Moreiras Tuni O, Carbajal A, Cabrera Forneiro L, Cuadrado Vives C. *Calidad de la dieta y objetivos nutricionales para la población española*. Departamento de Nutrición Universidad Complutense Madrid. Tablas de composición de alimentos. Guía de prácticas, 18ª ed. Madrid: Pirámide. 2015; 274-81.
12. Ministerio de Agricultura Alimentación y medio Ambiente. Disponible en: <http://www.alimentacion.es/es/campanas/>
13. Ministerio De Sanidad Asuntos Sociales e Igualdad. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). Disponible en: http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/web/home/aecosan_inicio.htm
14. Organización Mundial de la Salud (OMS) - World Health Organization (WHO) Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs394/es/>
15. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - Food and Agriculture Organization (FAO). Disponible en: <http://www.fao.org/nutrition/educacion-nutricional/food-dietary-guidelines/home>
16. Dietary guidelines for americans. Disponible en: <https://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/>
17. Academy of Nutrition and Dietetic. Disponible en: <http://www.eatright.org/>
18. Health Canada. Disponible en: <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/food-guide-aliment/index-eng.php>
19. Dietitians of Canad. Disponible en: <http://www.dietitians.ca/>
20. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet*. 2016 Mar;116(3):501-28. doi: 10.1016/j.jand.2015.12.006.

XXVI International Conference on Sports Rehabilitation and Traumatology

The Future of Football Medicine

Camp Nou, Barcelona
13th - 15th May, 2017



**ISOKINETIC
MEDICAL
GROUP**



FCBUNIVERSITATIS
SPORT INNOVATION HUB

Hosted by:

BOOKINGS & INFORMATION
conference@isokinetic.com

www.FootballMedicineStrategies.com



The effect of weekly low frequency exercise on body composition and blood pressure of elderly women

Claudio Rosa¹, José Vilaça-Alves^{1,2}, Eduardo Borba Neves^{1,3,4}, Francisco José Félix Saavedra^{1,2}, Miriam Beatris Reckziegel⁵, Hildegard Hedwig Pohl⁵, Daniela Zanini⁶, Victor Machado Reis^{1,2}

¹Sports Science Department, University of Trás-os-Montes and Alto Douro, Vila Real, Portugal. ²Research Center in Sports Sciences, Health Sciences and Human Development, Vila Real, Portugal. ³Brazilian Army Research Institute of Physical Fitness, Rio de Janeiro, Brazil. ⁴Federal Technological University, Paraná, Brazil. ⁵University of Santa Cruz of Sul, Brazil. ⁶University of the West, Santa Catarina, Chapecó, Brazil.

Recibido: 21.07.2015

Aceptado: 20.04.2016

Summary

Introduction: Regular physical activity can provide several benefits for human health, including improvements in cardiovascular, muscular and endocrine systems as well as in body composition. The aim of this pilot study was to analyze the effect of low frequency exercise (once vs. twice per week) on the body composition and blood pressure of elderly women who participated in a public exercise program.

Methods: Fifty-five sedentary elderly women, aged between 60 and 80 years, were evaluated by weight, stature, anthropometric measures (waist, abdomen, and hip) and systolic and diastolic blood pressure. The participants were divided into two groups: G1 performed exercise once a week and G2 performed exercise twice a week. Over six months the participants performed a combined program of aerobic exercise (walking and gymnastic aerobics) and strength exercise (using elastic bands, balls and bats). All exercise sessions lasted 60 minutes.

Results: The results showed body composition improvements for both groups in waist (G1: $p = 0.002$; G2: $p < 0.001$) and abdomen (G1: $p = 0.014$; G2: $p = 0.001$) measurements, percentage body fat (G1: $p = 0.010$; G2: $p = 0.007$) and waist-hip ratio (G1: $p = 0.037$; G2: $p < 0.001$) as well as in systolic (G1: $p < 0.001$; G2: $p < 0.001$) and diastolic blood pressure (G1: $p = 0.001$; G2: $p = 0.014$), except in fat free mass which was found only in G1 ($p = 0.001$). However, there were no significant differences between the groups in any variables.

Conclusion: It was concluded that this exercise, independent of the frequency (once or twice a week), resulted in improvements in body composition variables and blood pressure; however, no differences were found in the percentage of variation between both groups.

Key words:

Blood pressure.
Body composition.
Elderly women.
Weekly frequency.

El efecto de baja frecuencia semanal del ejercicio sobre la composición corporal y la presión arterial de las mujeres ancianas

Resumen

Introducción: La actividad física regular puede proporcionar varios beneficios para la salud humana, incluyendo mejoras en el sistema cardiovascular, muscular y endocrino, y en la composición corporal. El objetivo de este estudio piloto fue analizar el efecto de la frecuencia semanal del ejercicio (una vez vs. dos veces) sobre la composición corporal y la presión arterial de las mujeres ancianas que participaron en un programa público del ejercicio.

Métodos: Se evaluaron 55 mujeres ancianas sedentarias, con edades comprendidas entre 60 y 80 años, por la masa corporal, estatura, medidas antropométricas (de la cintura, el abdomen y cadera) y la presión arterial sistólica y diastólica. Las participantes fueron divididas de acuerdo con sus posibilidades en dos grupos: G1 (realizada una vez a la semana de ejercicio) y G2 (realizado dos veces a la semana de ejercicio) y durante 6 meses las participantes realizaron un entrenamiento combinado compuesto de ejercicio aeróbico (caminar y gimnasia) y ejercicio de fuerza usando bandas elásticas, pelotas y canes de un programa de ejercicios. Todas las sesiones de ejercicio tuvieron una duración de 60 minutos.

Resultados: Los resultados mostraron que ambos grupos tuvieron mejoras en la composición corporal de la cintura (G1: $p = 0,002$; G2: $p < 0,001$), el abdomen (G1: $p = 0,014$; G2: $p = 0,001$), porcentaje de grasa corporal (G1: $p = 0,010$; G2: $p = 0,007$) y la relación cintura cadera (G1: $p = 0,037$; G2: $p < 0,001$) la presión arterial sistólica (G1: $p < 0,001$; G2: $p < 0,001$) y en la sangre diastólica presión (G1: $p = 0,001$; G2: $p = 0,014$), excepto en la masa libre de grasa que se encuentra sólo en el grupo uno ($p = 0,001$). Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre los grupos en todas las variables.

Conclusión: Se concluye que independientemente de la frecuencia de ejercicio (una o dos veces a la semana), se observaron mejoras en las variables de composición corporal y la presión arterial. Y, sin embargo, no encontramos diferencias en la variación porcentual entre ambos grupos.

Palabras clave:

Tensión arterial.
Composición corporal.
Mujeres ancianas.
Frecuencia semanal.

Correspondencia: Claudio Rosa
E-mail: claudiorosa23@yahoo.com

Introduction

The aging process can lead to impairment in women's health, particularly when they are sedentary. A decrease in cardiorespiratory capacity can be observed, increasing risk factors associated with coronary heart disease^{1,2}, increased fat mass and weight^{3,4}, decreased strength and muscle mass^{5,6}, decreased bone mineral density⁷, decreased dynamic stability^{8,9} and decreased functional capacity^{10,11}. Thus, the sum of all these cited factors leads to a worsening of the quality of life^{12,13}.

The number of sedentary people in the world is high, mainly among the elderly¹⁴. This condition, associated with a diet rich in carbohydrates and saturated fats, leads to increased fat mass, weight and body mass index, causing several health problems^{15,16}. Normally, this population takes medication for several diseases, such as diabetes, hypertension, high cholesterol and other pathologies; however the inclusion of exercise in daily routines could modify this situation.

There is some evidence that exercise and lifestyle change (moderation of alcohol consumption, dietary changes, weight reduction, smoking cessation) is a sufficient nonpharmacological way to reduce the risk of morbidity, mainly in hypertensive subjects, even at an advanced age¹⁷. Exercise can produce significant hemodynamic changes and increase muscle blood flow, nitric oxide production and alpha 1 and 2 adrenergic receptor density in skeletal muscles¹⁸. Mota *et al.*¹⁹ found a significant decrease in the blood pressure of elderly sedentary women who took part in a resistance training protocol three times per week over 16 weeks. In relation to the other variable, Aragão *et al.*⁷ found significant differences in the total body fat, muscle mass and lean mass of elderly women who performed a multicomponent exercise training program three times per week for 12 months. These improvements in blood pressure and body composition may decrease the risk of morbidity.

To enable an increase in muscle strength and cardiorespiratory capacity in adults, ACSM²⁰ guidelines recommend 30 minutes or more of physical activity, preferably every day of the week or, if that frequency is not possible, at least 20 minutes of vigorous intensity exercise three times per week. However, with this population it is difficult to carry out physical activity programs with a frequency of three times per week or more, because of the lack of adherence. Studies have shown low adherence when an exercise program greatly increases in volume or intensity^{21,22}.

It is known that exercise of an appropriate volume can cause changes to body composition and some haemodynamic variables; however can this also be observed with weekly training of a low frequency?

Thus, this pilot study aimed to analyze the effect of weekly exercise frequency (once vs. twice) on the body composition and blood pressure of elderly women who participated in a public exercise program for six months.

Material and method

Study design

This was an experimental pilot study involving six months of intervention within the public program "Live Well". This program was introduced in the state of Rio Grande do Sul (southern region of Brazil).

Participants

Before the start of the program, different advertising methods (visits within the community, newspapers, internet, posters, radio, etc.) were used to invite the elderly to participate. The inclusion criteria were as follows: elderly sedentary women; aged 60–80; not suffering from chronic diseases or musculoskeletal disorders; no uncontrolled hypertension (systolic arterial pressure >200 mmHg and diastolic arterial pressure >105 mmHg); no use of β -blockers or antiarrhythmic medication; and no positive responses to the seven questions of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) which relate to their health status. However, as some participants were over 69 years old, they were advised to check with their doctor, even if they had negative responses. If the participants answered "yes" to any of the questions, they were excluded from the program^{23,24}.

One hundred and fourteen participants enrolled in the program; however due to the exclusion criteria (uncontrolled hypertension and diabetes = 17; positive responses to questions of the PAR-Q = 5), 22 of the women could not participate in the program and were advised to seek medical attention. After screening, all of the 92 selected participants were informed by telephone about their random allocation in one of the two exercise protocol groups (once or twice a week). The first group (G1) was composed of 41 participants who performed one session of exercise per week. The second group (G2) was composed of 51 participants who performed two sessions per week. They agreed to maintain their baseline level of physical activity for the duration of the study.

Before starting the exercise program, some participants were already taking diuretics, statins and insulin sensitizers; all medicaments were unchanged until the end of the program. The research design was developed according to the Declaration of Helsinki. All volunteers signed a form consenting to participate in the study.

All participants completed a three day food intake questionnaire before intervention. These three days included two nonconsecutive weekdays and one weekend and were overseen by a nutritionist. They were instructed to maintain their usual diet for the duration of the program²⁵.

After participant recruitment and admission, data were collected in the initial stage of the program and six months after. Only 55 of the 92 volunteers who began the program finished the six months of training because of health problems or low frequency (attending less than 80% of the total classes). Therefore, only the data of these 55 participants were used for analysis, comprising 25 subjects in G1 (once a week) and 30 subjects in G2 (twice a week); the average age and education level (years of schooling) in the two groups were 67.32 ± 6.27 , 8.14 ± 1.0 and 65.57 ± 5.21 , 9.96 ± 2.85 for G1 and G2, respectively.

Data collection

In the first two weeks all participants were evaluated. On arrival, they remained seated in a quiet room for 30 minutes, to assess blood pressure. Blood pressure was evaluated with an ambulatory blood pressure device (Micromed, model ABPM-04, Porto Alegre, Brazil) placed on the subjects' non-dominant arm. The cuff was completely wrapped, covering at least two thirds of the upper arm. The participants

were instructed to avoid caffeine on the day of their visit and not to perform physical activities for at least 24 hours prior to the evaluation²⁶. This procedure was in accordance with the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure (JNC7)²⁷.

After blood pressure evaluation, the participants were moved to another room for anthropometric measurements (body mass, height and circumference of waist, abdomen and hip) to be taken. Body mass was measured in kilograms (kg) using a Plena scale (model MEA-07420) with an accuracy of 100 g and a range of 150 kg. Using the Frankfurt plane as a reference, height was measured in centimeters (cm) using a stadiometer (Sanny Medical) with a precision of millimeters (mm). From these measurements were obtained body mass index values (weight/height²). Waist, abdomen and hip circumferences were determined using a flexible steel tape (Cescorf) graduated in (mm). Waist circumference was taken at the mid-point between the lower costal (12th rib) border and the iliac crest. Abdominal circumference was measured on the umbilicus, and hip circumference was taken at the level of the greatest posterior protuberance of the buttocks, which usually corresponds anteriorly to about the level of the symphysis pubis.

Anthropometric measures (circumferences) were used to estimate fat percentage (% fat) because this allows for less technical error from evaluators than assessment by skinfolds²⁸ and because elderly people have morphological changes such as body fat distribution, elasticity and thickness of the skin^{29,30}. All measurements were performed twice by an experienced evaluator trained by the International Society of Advancement of Kinanthropometry (ISAK)³¹. These same procedures and protocols were used in the initial and final evaluations.

Exercise program

The exercise program was performed over six months according to the weekly frequencies assigned to the two groups. In the initial three weeks of training, participants were familiarized with and adapted to the multicomponent exercise training program (combined aerobic and resistance exercise training) and also to the OMNI Res scale. For the duration of the training program there was incremental progress in the duration of the training sessions, beginning with 20–30 minutes initially and 60 minutes at the end of the program. All the sessions had the same structure: (i) warming-up 5–10 minutes, (ii) main part 40–45

minutes, involving walking different routes, exercises for lower (squats, lunges, calf rises) and upper limbs (shoulder abductions, biceps curls, triceps and abdominal extension), using elastic bands, balls and bats and (iii) return to calm, with stretching and/or relaxation activities. The main characteristics of the load and structure of the training program and the progression of the exercises during the six months are presented in Table 1. To equalize the exercise intensity for each participant, the Resistance Exercise Scale (OMNI Res)³² was used for the active muscles. All activities were supervised by two trained instructors and all sessions, for both groups, were conducted by the same instructors.

Statistical analysis

The data distribution was verified by the Kolmogorov-Smirnov test with reference to the Gaussian curve. Average and standard deviation were used to characterize the sample. Student’s t-test for paired samples was used to compare the two points of evaluation for each variable, and Student’s t-test for independent samples was used to compare the percentage of all variables between groups. All analyses were performed using SPSS (Statistical Package for Social Sciences) version 21.0. The significance level was set at 5% (p <0.05).

Results

Table 2 shows all body composition measurements, as well as blood pressure values for the two groups. Significant differences within G1 were found in waist and abdominal measurements, percentage body fat, fat free mass, waist–hip ratio and systolic and diastolic blood pressure, wherein these same variables were also significantly different within G2, except for fat free mass which was found only in G1. In Table 2, it can be observed that no significant differences between the groups were found for any of the variables; this was also the case when the percentage variations of each variable for both groups were compared (Table 3).

Discussion

It is well known that several changes in body composition, including the reduction of fat free mass and the increase of fat mass occur within the aging process, particularly in sedentary people. The purpose of this

Table 1. Exercise training program.

Variables	1° Mesocicle		2° Mesocicle		3° Mesocicle	
	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-25
Aim	Familiarization of Scale OMNI Res	Muscular endurance	Muscular Hypertrophy	Maximal strength	Power	Loss weight
Type	Aerobic and resistance exercise, flexibility					
Mode	Walking, weight training, recreational games					
Duration	20-30 minutes	30-50 minutes	40-50 minutes	50-60 minutes	60 minutes	60 minutes
Intensity (Scale OMNI Res)	2-Easy 4-Somewhat easy	4-Somewhat easy/ 6-Somewhat hard	4-Somewhat easy/ 6-Somewhat hard	6-Somewhat hard/ 8-hard	6-Somewhat hard/ 8-hard	8-9 Hard
Frequency	1 or 2 days/week (non-consecutive)					

Table 2. General anthropometric characteristics of the participants in the once week exercise (G1) and twice week exercise (G2). Data are given as mean ± standard deviation.

Variables	Once a week (n=25)			Twice a week (n=30)		
	Before	After	P value	Before	After	P value
Body weight (kg)	73.40 ± 10.33	73.72 ± 10.65	0.473	68.10 ± 9.59	67.33 ± 9.20	0.227
Body mass index (kg/m ²)	29.36 ± 4.11	29.54 ± 4.32	0.333	26.60 ± 4.08	26.49 ± 4.33	0.693
Fat mass (%)	44.23 ± 4.48	43.43 ± 4.81*	0.010	39.96 ± 5.68	39.06 ± 6.13*	0.007
Fat mass (kg)	32.80 ± 7.38	32.37 ± 7.58	0.245	27.58 ± 7.27	26.67 ± 6.97*	0.040
Fat-free mass (kg)	40.60 ± 3.94	41.35 ± 4.28*	0.001	40.52 ± 4.26	40.67 ± 4.38	0.630
Circumference abdomen (cm)	97.16 ± 8.98	95.48 ± 8.59*	0.014	91.06 ± 8.29	89.13 ± 8.68*	0.001
Circumference waist (cm)	93.40 ± 8.77	91.24 ± 8.82*	0.002	87.03 ± 8.58	84.73 ± 8.91*	<0.001
Circumference hip (cm)	105.80 ± 7.96	104.92 ± 7.92	0.080	100.60 ± 7.46	100.13 ± 7.44	0.363
Waist-hip ratio (cm)	0.884 ± 0.073	0.870 ± 0.072*	0.037	0.865 ± 0.058	0.845 ± 0.059*	<0.001
Blood pressure systolic (mmHg)	132.80 ± 10.90	128.40 ± 11.87*	<0.001	129.00 ± 12.06	124.33 ± 12.50*	<0.001
Blood pressure diastolic (mmHg)	85.00 ± 6.45	82.00 ± 7.77*	0.001	80.00 ± 6.43	77.66 ± 8.06*	0.014

Significant difference from before to after intervention: * (p <0.05).

Table 3. Comparison of percentage variation (Δ) of variables in study between groups.

Variables (%)	Group 1 n (25) Mean ± SD	Group 2 n (30) Mean ± SD	P value
Body weight (kg)	0,42 ± 3.00	-0,99 ± 4.87	0.195
Body mass index	0,58 ± 3.15	-0,41 ± 4.89	0.390
% fat	-1,85 ± 3.48	-2,40 ± 4.52	0.622
Fat mass	-1,37 ± 5.88	-3,26 ± 8.06	0.335
Fat free mass	1,80 ± 2.21	0,40 ± 4.02	0.110
Circumference abdomen	-1,66 ± 3.27	-2,15 ± 3.10	0.574
Circumference waist	-2,28 ± 3.48	-2,65 ± 3.53	0.697
Circumference rip	-0,81 ± 2.27	-0,44 ± 2.71	0.586
Waist-rip ratio	-1,46 ± 3.50	-2,21 ± 3.14	0.409
Blood pressure systolic	-3,32 ± 3.86	-3,55 ± 5.00	0.851
Blodd pressure diastolic	-3,57 ± 5.00	-2,93 ± 6.12	0.676

study was to determine body composition changes in sedentary elderly people who performed a multicomponent exercise training program once or twice a week for six months. The primary findings of the study show that a periodic exercise program, even performed with low weekly frequency, can provide significant improvements in waist and abdominal measurements, percentage body fat, fat free mass, waist-hip ratio and systolic and diastolic blood pressure; however there were no significant differences for these variables between groups. These differences may have occurred due to different volumes and intensities within the exercise periodization, as well as due to alterations in training goals and aims (muscular endurance, hypertrophy, maximum strength or power).

When the effects of the two weekly frequencies (once or twice a week) on body composition were compared, a significant change in variables of waist and abdomen measurements, percentage body fat

and waist-hip ratio were observed in both, except fat free mass which was observed only in G1. Our results corroborate partially with Izquierdo *et al.*²¹ who also reported that once per week combined strength and aerobic exercise can induce a similar increase in fat free mass of elderly people, when compared with training alone (twice per week strength or endurance exercise). However, the aims of the two studies were different because the present study compares once and twice weekly combined training, while Izquierdo *et al.*²¹ compared combined training with strength or endurance per se. In addition, Sillanpää *et al.*³³ found improvements in body composition of elderly men who performed low frequency (twice a week) combined training. These studies show that low weekly frequency (once or twice per week) training can provide improvements in body composition and allow for an easier adherence to exercise, since it involves less time each week²¹.

On the other hand Mynarski *et al.*³⁴ analyzed the effect of different physical exercise programs (strength training, functional and gymnastic) on anthropometric measures and the functional autonomy of elderly people at risk of fracture in the southern region of Brazil. The participants performed 35 training sessions with a duration of 60 minutes per session, twice a week. The study showed that these sessions, independent of training type, were not sufficient to provide significant changes in body mass index and body composition. One fact that may explain the absence of change in anthropometric measures in this study is the lack of load in strength training.

We did not find statistical differences when the percentage variation of all variables was compared between the two frequency groups (once or twice per week). These results are in accordance with the results of Fisher *et al.*³⁵ study which evaluated 63 women between 60 and 77 years of age who participated in 16 weeks of combined aerobic and strength training. The elderly women were divided into three physical training groups: the first performed strength and aerobic training once per week, the second performed two sessions per week and the third performed three sessions per week. Anthropometric and body composition results showed that body fat percentage, body fat, fat free mass and body mass index were not significantly different between groups.

A study developed by Nakamura *et al.*³⁶ evaluated elderly women using a different training methodology (exclusively aerobic) and more training groups (three groups plus a control group); significant differences were not found between the three exercise groups. In others words, elderly women that exercised once, twice or three times per week did not have significantly different changes in body composition.

Relative to blood pressure, there was a significant decrease in the level of systolic and diastolic blood pressure in both groups after six months of intervention. These results were also found in a study by Liu *et al.*³⁷ that evaluated 17 sedentary 45–60-year-old subjects during an eight week exercise program. However, the methods used differ from the present study, because this study used aerobic and strength exercises with a once or twice per week frequency, while Liu *et al.*³⁷ used exclusively aerobic exercises, with a frequency of four times per week. The significant decrease in blood pressure may be associated with central and peripheral adaptations for improving oxygen consumption (VO₂), although these variables were not evaluated.

Limitations of this study are the lack of control group, the impossibility of monitoring and controlling the other daily activities of the study sample and of not monitoring biochemical variables such as cholesterol, triglycerides and glucose.

Conclusion

It can be concluded that even low weekly frequency (once or twice per week) exercise over a sustained period of time can substantially modify or maintain the body composition of elderly women, as well as decreasing their systolic and diastolic blood pressure.

These results can also provide important information for this population, showing that it is not necessary to engage in high weekly frequency exercise to have satisfactory outcomes.

Acknowledgments

Claudio Rosa would like to thank the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for their support of this research.

Bibliography

- Blair SN, Kampert JB, Kohl HW, Barlow CE, Macera CA, Paffenbarger RS, Gibbons LW. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *Jama*. 1996;276:205-10.
- Rantanen T. Muscle strength, disability and mortality. *Scand J Med Sci Sports*. 2003;13:3-8.
- Van Pelt R, Evans E, Schechtman K, Ehsani A, Kohrt W. Contributions of total and regional fat mass to risk for cardiovascular disease in older women. *Amer J Physiol Endocr Metabol*. 2002;282:E1023-E8.
- Kraemer WJ, Nindl BC, Ratamess NA, Gotshalk LA, Volek JS, Fleck SJ, Newton RU, Hakkinen K. Changes in muscle hypertrophy in women with periodized resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:697-708.
- Wilhelm EN, Rech A, Minozzo F, Radaelli R, Botton CE, Pinto RS. Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men. *Age*. 2014;36:1113-22.
- Sirota J, Rikkonen T. Muscle performance after the menopause. *Brit Menop Soc J*. 2005;11:45-50.
- Aragão F, Abrantes C, Gabriel R, Sousa M, Castelo-Branco C, Moreira M. Effects of a 12-month multi-component exercise program on the body composition of postmenopausal women. *Climacteric*. 2014;17:155-63.
- Bento PCB, Pereira G, Ugrinowitsch C, Rodacki ALF. Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. *Clin Biomech*. 2010;25:450-4.
- Rogers ME, Fernandez JE, Bohlken RM. Training to reduce postural sway and increase functional reach in the elderly. *J Occup Rehabil*. 2001;11:291-8.
- Suzuki T, Bean JF, Fielding RA. Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. *J Amer Ger Soc*. 2001;49:1161-7.
- Kobayashi H, Koyama Y, Enoka R, Suzuki S. A unique form of light-load training improves steadiness and performance on some functional tasks in older adults. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24:98-110.
- Chodzko-Zajko WJ. Exercise and physical activity for older adults. *Kinesiol Rev*. 2014;3:101-6.
- Katula JA, Sipe M, Rejeski WJ, Focht BC. Strength training in older adults: an empowering intervention. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:106-11.
- Organization WH. World health statistics 2010: World Health Organization; 2010.p.59.
- Clark BC, Manini TM. What is dynapenia? *Nutr*. 2012;28:495-503.
- Bann D, Hire D, Manini T, Cooper R, Botosaneanu A, McDermott MM, Pahor M, Glynn NW, Fielding R, King AC. Light intensity physical activity and sedentary behavior in relation to body mass index and grip strength in older adults: Cross-sectional findings from the lifestyle interventions and independence for elders (LIFE) study. *PLoS One*. 2015;e0116058:1-13.
- Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, Macera CA, Castaneda-Sceppa C. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116:1094-105.
- Stamler JS, Meissner G. Physiology of nitric oxide in skeletal muscle. *Physiol Rev*. 2001;81:209-37.
- Mota MR, Oliveira RJ, Terra DF, Pardo E, Dutra MT, de Almeida JA, Silva FM. Acute and chronic effects of resistance exercise on blood pressure in elderly women and the possible influence of ACE I/D polymorphism. *Inter J Gen Med*. 2013;6:6:581-7.
- ACSM (American College of Sports Medicine). *Guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.p.162.
- Izquierdo M, Ibanez J, Hakkinen K, Kraemer WJ, Larrion JL, Gorostiaga EM. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:435-43.
- Singh MAF. Exercise comes of age rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *J Gerontol Ser A: Biol Sci Med Sci*. 2002;57:M262-M82.
- Chisholm D, Collis M, Kulak L, Davenport W, Gruber N, Stewart G. *PAR-Q Validation Report: The evaluation of a self-administered pre-exercise screening questionnaire for adults*. Victoria: Canada: BC Ministry of Health and Health and Welfare; 1978.
- Shephard RJ, Thomas S, Weiler I. The Canadian home fitness test. *Sports Med*. 1991;11:358-66.

25. Lopes C, Aro A, Azevedo A, Ramos E, Barros H. Intake and adipose tissue composition of fatty acids and risk of myocardial infarction in a male Portuguese community sample. *J Amer Diet Assoc.* 2007;107:276-86.
26. Neves EB. Prevalence of overweight and obesity among members of the Brazilian army: association with arterial hypertension. *Ciê Saúde Col.* 2008;13:1661-8.
27. Chobanian A. Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. National Heart, Lung, and Blood Institute; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee: Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertens.* 2003;42:1206-52.
28. Tran ZV, Weltman A. Predicting body composition of men from girth measurements. *Hum Biol.* 1988;167-75.
29. Heyward V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *J Exerc Physiol.* 2001;4:1-12.
30. Dey DK, Bosaeus I. Comparison of bioelectrical impedance prediction equations for fat-free mass in a population-based sample of 75 y olds: the NORA study. *Nutr.* 2003;19:858-64.
31. Marfell-Jones MJ, Stewart A, de Ridder J. International standards for anthropometric assessment; 2012. p. 25-32.
32. Colado JC, Triplett NT. Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1441-8.
33. Sillanpää E, Häkkinen A, Nyman K, Mattila M, Cheng S, Karavirta L, Laaksonen DE, Huuhka N, Kraemer WJ, Häkkinen K. Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Med Scie Sports Exerc.* 2008;40:950-8.
34. Mynarski J, dos Santos L, Verffel A, de Mello D, Berticelli M, Olkoski MM. Efeitos de diferentes programas de exercícios físicos sobre a composição corporal e a autonomia funcional de idosas com risco de fratura. *Rev Ed Fis/UEM.* 2014;25:609-18.
35. Fisher G, McCarthy JP, Zuckerman PA, Bryan DR, Bickel CS, Hunter GR. Frequency of combined resistance and aerobic training in older women. *J Strength Cond Res.* 2013;27:1868-76.
36. Nakamura Y, Tanaka K, Yabushita N, Sakai T, Shigematsu R. Effects of exercise frequency on functional fitness in older adult women. *Arch Gerontol Geriatr.* 2007;44:163-73.
37. Liu S, Goodman J, Nolan R, Lacombe S, Thomas SG. Blood pressure responses to acute and chronic exercise are related in prehypertension. *Med Scie Sports Exerc.* 2012;44:1644-52.

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:

francisco j. bermell
ELECTROMEDICINA
www.bermellelectromedicina.com

EQUIPOS PARA EL DEPORTE Y LA MEDICINA DEL DEPORTE

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

Cardiac autonomic responses of trained cyclists at different training amplitudes

Luan M. Picanço, Gilberto Cavalheiro, Marcelo S. Vaz, Fabrício B. Del Vecchio

Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

Recibido: 30.10.2015

Aceptado: 26.04.2016

Summary

Purpose: The aim of this study was to evaluate the effect of different training amplitudes on the autonomic nervous system (ANS) responses and recovery through heart rate (HR), heart rate variability (HRV) and rate of perceived effort (RPE).

Methods: In a counterbalanced design, male trained cyclists (24.8 ± 6.9 years old) performed three training sessions matched by total duration (20 min) and by mean power (55% of maximal power output), but with different effort:pause ratio and different amplitudes. Continuous training (CT) was composed by efforts of 55% of maximal power (Pmax). The low amplitude training (LAT) was composed by efforts with 80% of Pmax and pauses of 30% of Pmax, and high amplitude training (HAT) with efforts of 110% of Pmax and passive pauses (0% of Pmax). Data were analyzed using a two-way ANOVA with repeated measures or non parametric correspondent.

Results: HAT promoted superior RPE (9.0 ± 1.0 au) in comparison to the LAT (3.8 ± 2.8 au), and CT (2.8 ± 1.5 au) with $p < .01$, and higher increments in the maximal HR (172.8 ± 11.8 bpm) in comparison to the CT (140.8 ± 14.2 bpm, $p = .001$). Regarding HRV, the three protocols had similar results, except by the CT, which did not return to baseline levels after 24h of rest.

Conclusions: The HAT showed higher impact on the RPE and in maximum HR at the end of the session and the HRV variables showed similar responses despite the difference in the training protocols.

Key words:

Heart rate. Cycling.
Physical effort. Recovery.
Autonomous nervous system.

Respuesta del sistema cardiaco autónomo en ciclistas entrenados con diferentes amplitudes de entrenamiento

Resumen

Objetivo: El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes amplitudes de entrenamiento sobre las respuestas y recuperación del sistema nervioso autónomo (SNA) por medio de la frecuencia cardíaca (FC), variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y tasa de esfuerzo percibido (RPE).

Métodos: En diseño contrabalanceado, ciclistas masculinos entrenados (24.8 ± 6.9 años de edad) realizaron tres sesiones de entrenamiento emparejados con duración total (20 min) y promedio de potencia (55% de la potencia máxima), pero con diferentes tasas de esfuerzo-pausa y diferentes amplitudes. El entrenamiento continuo (EC) fue compuesto por esfuerzos de 55% de la máxima potencia (Pmax). El ejercicio con baja amplitud de entrenamiento (EBA) fue compuesto por esfuerzos de 80% de la Pmax con pausas de 30% de la Pmax, y en entrenamiento en alta amplitud (EAA) con esfuerzos de 110% de la Pmax y pausas pasivas (0% de la Pmax). Los datos fueron analizados mediante ANOVA de dos vías con medidas repetidas o su correspondiente no paramétrico.

Resultados: EAA promovió RPE superiores (9.0 ± 1.0 u.a) en comparación con EBA (3.8 ± 2.8 au), y EC (2.8 ± 1.5 u.a) con $p < .01$, con elevados incrementos en la FC máxima (172.8 ± 11.8 bpm) en comparación con EC (140.8 ± 14.2 bpm, $p = .001$). Considerándose la VFC, los tres protocolos tuvieron resultados similares, excepto por el EC, pues no volvió a los niveles basales después de 24h de descanso.

Conclusiones: El EAA presentó mayor impacto en la RPE y en la FC máxima al final de la sesión y las variables de VFC mostraron respuestas similares a pesar de la diferencia en los protocolos de entrenamiento.

Palabras clave:

Frecuencia cardíaca. Ciclismo.
Esfuerzo físico. Recuperación.
Sistema nervioso autónomo.

Correspondencia: Marcelo S. Vaz
E-mail: marcelo.dsvaz@gmail.com

Introduction

Cycling is characterized as an endurance cyclical modality; in the competition different procedures were used, ranging from time trials, from 4 km to very high durations, lasting days^{1,2}. Because of this, the training usually involves continuous efforts applied with moderate to high intensity and long duration, and as well as in other ways, usually using heart rate (HR) to the intensity prescription and control³.

The HR is a physiological variable intrinsically controlled by the autonomic nervous system (ANS), under the equilibrium between sympathetic and parasympathetic activity⁴. Another parameter observed in the evaluation of cardiac activity and its modulators is the heart rate variability (HRV), which indicates the HR oscillations⁵. In this context, during physical exercise, the sympathovagal balance, and its regulation, are altered as a result of the increased need for blood oxygen distribution⁶. The HRV is also used to control the training load assessment on a daily basis of its parameters after, before, and specifically 24 h hours before training^{4,7,8} because of its relations with the ANS stress and recovery patterns of the HR control⁴. Constant loads with high intensity could induce a delay in the HRV recovery but few studies have reported how ANS responds immediately and after 24 hours of exercise using different training amplitudes of the effort: pause ratio^{6,9}.

With the intention of promoting improvements in these mechanisms, the high intensity interval exercise (HIIE) is a temporally efficient strategy in the development of autonomic regulation and performance determinants in cycling^{9,10}, which is organized with different protocols^{11,12}. In the HIIE, beyond the volume and intensity, one of its variable to training prescription, which have not been common focus of study, is called amplitude between efforts and recoveries^{13,14}. Although the intensity seems to be the most important variable that determines, almost alone, the adaptations and their type with training¹⁵, the amplitude that this intensity is involved is guided by the individuality principle, which proposes that the load should be applied considering the functional capacity of each individual, and this response to the training⁹. Trainings with lower or average amplitude can promote similar adaptations on HR, HRV, and performance variables^{12,13}, different from training sessions with wide amplitude, which promotes higher impact on HR and HRV parameters⁸. In this sense, coaches and trainers can choose trainings with the same mean intensity but different in the amplitude of the effort: recovery ratio, considering the use of wider amplitudes to promote higher impact in their athletes organism⁸. HIIE protocols could be used with high effort intensities, but with same mean intensity of the low continuous trainings, helping the coaches to recognize and to control the training load over the season⁸. The aim of this study was to evaluate the responses and recovery of the ANS through HR and HRV, and the rate of perceived effort (RPE) in trained cyclists after three sessions with different training amplitudes.

Material and method

In this study five highly trained cyclists (between 18 and 33 years old), with weekly training of 4 ± 1 days and weekly total time of training about 11.4 ± 4.4 hours were involved in the study period. They showed,

at least, one year of practice in the road cycling, and self-related competitive level of 5.4 ± 0.914 years and were injury free. They were part of a local cycling team selected by a nonprobability sample, considering training status and competitive level, and signed an informed consent (the project has obtained approval from the local ethics committee, protocol 005/2012).

This is an experimental counterbalanced study, with repeated measures. Training amplitude was considered an independent variable and, general and local lower limbs RPE, HR, and HRV parameters as dependent variables.

The study had four separate sessions intercepted by 48 hours. At first, each cyclist filled a questionnaire with medical history and individual habits and realized incremental test to estimate maximal power output (Pmax). In the next three visits, they were submitted to three different training sessions with different amplitudes each, with the execution order determined randomly. All sessions occurred at the same time of day, between 4 and 8 pm, and were previously scheduled with the subjects involvement.

To estimate Pmax in watts (W), the maximal progressive test was applied in lower limb cycle-ergometer (Ergo Cycle 167, Ergo-Fit, Germany), compound by 5-min warm-up with fixed load of 50 W and free cadence. In the sixth minute the power was maintained, but, the cadence was increased to 85 rpm and was controlled until the end of the test, with a possible deviation of ± 10 rpm. At each minute 50 W was added until overload of 200 W. Afterwards were the adopted increments of 15 W per minute until the cyclist could not complete the stage due to reported or observed fatigue by the evaluators¹⁶. In the latter case, the athlete does not support the minimum cadence of 75 rpm for more than five seconds¹⁷.

The athletes were instructed not to perform vigorous exercise in the 24 hours preceding the Pmax test, in addition to not ingesting caffeine to prevent stimulatory effect and HRV modification¹². These guidelines also were used in training sessions. In addition, they were asked to keep their routines without food, hydration and sleep changes during the data collection period.

The cyclists performed three training sessions with the same total duration (20 minutes), mean power (55% of Pmax) and the same cycle-ergometer used in the Pmax test to avoid ergonomic differences. The characteristic of differentiation in the protocols was the amplitude of the effort: pause relationship, shown in the equation: $\text{amplitude} = \frac{\text{exercise intensity} - \text{average intensity}}{\text{average intensity}} \times 100\%$ ^{8,13}.

The training sessions involved a continuous training (CT) and two interval protocols, with low (LAT) and high (HAT) amplitude. All sessions had the same warm-up procedure from Pmax test day. Table 1 describes and summarizes the training session protocols.

Height and body mass were measured in test session after the anamnesis in a digital scale accurate to 100 g (Filizola™, model ID-1500) with an anthropometer attached, with 0,1 cm precision.

For each subject, heart rate monitoring and recording were performed for five minutes before starting the training sessions, five minutes after the end of the sessions and 24 hours after each one. Previously, it was showed that five minutes of recording is considered valid and sufficient to obtain the desired information about HRV parameters¹⁸. All the samples were collected with athletes at rest, sitting on the cycle

Table 1. General characteristics of continuous and intermittent training sessions.

	CT	LAT	HAT
Stimulus total duration (min)	20	20	20
Effort: pause relationship	NA	1:1	1:1
Effort intensity (% Pmax)	55	80	110
Recovery intensity (% Pmax)	NA	30	0
Mean training intensity (% Pmax)	55	55	55
Training amplitude (%)	0	45.45	100

CT: Continuous training; LAT: Low amplitude interval training; HAT: High amplitude interval training; %Pmax: Percent value from maximal incremental test; NA: Do not apply.

ergometer and in pedaling position, because it faithfully represents the effort position taken during the cycling competitions¹⁹.

The HRV parameters were registered with portable equipment (Polar™ RS800CX, Polar Electro, Finland) and filtering data procedures²⁰. This equipment have its validity tested and approved against ECG signal, as a gold standard, and other portable devices for HRV parameters^{21,22}. Also, its HRV data reproducibility was proved to be reliable²³. The HRV parameters were organized in two domains: time and frequency⁴. As to the time domain variables, the following were collected and analyzed: i) the mean of RR intervals (MeanRR); ii) standard deviation normal RR interval (SDNN); iii) root mean square of successive differences squared (RMSSD); and iv) percentage of successive RR intervals with a difference greater than 50 ms (pNN50). In the frequency domain variables, the following was considered of the spectral components: i) very low frequency component (VLF); ii) low frequency component (LF); iii) high frequency component (HF); and iv) LF/HF ratio⁴.

The HR and HRV data were collected with heart rate monitor, transferred to Polar ProTrainer 5™ software and analyzed in Kubios HRV 2.0 software (University of Kuopio, Finland). To the HRV frequency domain, the limits were fixed in 0.15 – 0.40 Hz intervals to the HF, 0.05 – 0.14 Hz to the LF and 0.03 – 0.04 Hz to VLF. To the HR, mean and maximum values were considered, in beats per minute (bpm), obtained in each collected moment. To the frequency domain, data from pre- and 24h-post efforts were considered because conventional spectral analysis could not be used during the initial phase of recovery, because the RR intervals are not stationary¹¹.

With concern to RPE, identified by 0-10 Borg scale²⁴, in arbitrary units (au), information about general and local lower limb effort perception, 30 min after the training session was collected.

Data analysis was conducted with OriginPro 8.5. For descriptive statistics, mean ± standard deviation (sd) were used. The Mauchly test was employed to check the data sphericity, and the Greenhouse-Geisser correction was used when necessary²⁵. Two-way analysis of variance (training protocol and moment), was conducted with repeated measure. When identified significance, Bonferroni post-hoc test was used to identify differences²⁶. For the RPE, Kruskal-Wallis non parametric analysis of variance was applied and, when identified differences between moments or conditions a Dunn's post-hoc was conducted to identify differences. Significance level was set in $p \leq .05$.

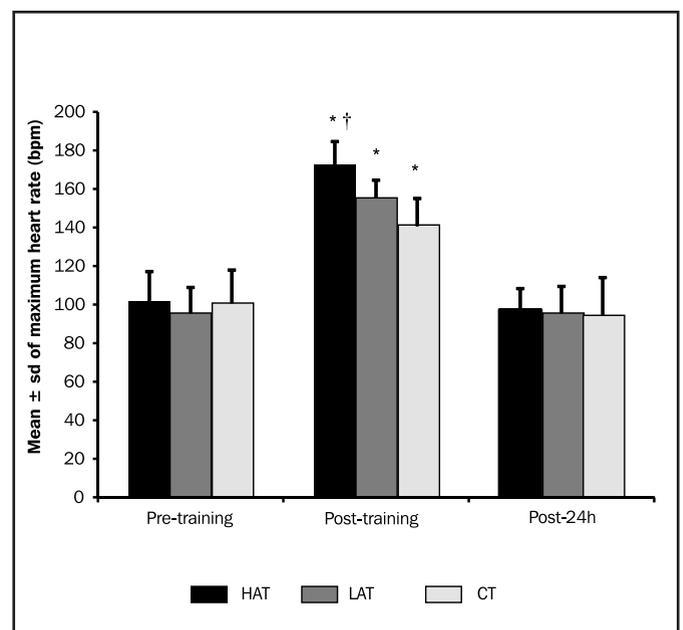
Results

Concerning the descriptive characteristics, the athletes were shown to be 24.8 ± 6.9 years old, with a height of 1.8 ± 0.1 meters, 71.9 ± 5.9 kg of body mass and body mass index of 23 ± 1.4 . In the Pmax test, they showed a performance of 350 ± 26 W. So, the loads to the training sessions were: i) 192.5 ± 14.3 W in the CT; ii) $280 \pm 20.8 : 105 \pm 7.8$ W in the LAT; and iii) $385 \pm 28.6 : 0$ W in the HAT.

Regarding the acute changes in cardiac level promoted by training, the mean HR reached higher values with statistical difference in the post-training (HAT: 123.2 ± 15.1 bpm; LAT: 111.2 ± 14.9 bpm; CT: 106.0 ± 15.9 bpm) compared to the pre-training moment (HAT: 81.2 ± 15.8 bpm; LAT: 78.2 ± 14.3 bpm; CT: 79.8 ± 10.8 bpm) and after 24h (HAT: 81.0 ± 12.8 bpm; LAT: 75.8 ± 12.6 bpm; CT: 77.6 ± 17.1 bpm), all $p < .001$. However, no significant differences were observed between training types.

For maximum HR, the three training protocols promoted similar response, with pre-training values (HAT: 102.0 ± 15.1 bpm; LAT: 95.6 ± 13.3 bpm; CT: 100.8 ± 17.1 bpm) significantly lower than the post-training values (HAT: 172.8 ± 11.8 bpm; LAT: 155.4 ± 9.1 bpm; CT: 140.8 ± 14.2 bpm, all $p < .001$) and return to resting levels after 24h (HAT: 96.6 ± 11.7 bpm; LAT: 95.6 ± 13.8 bpm; CT: 94.8 ± 19.2 bpm, all $p < .001$). However, we found a difference between HAT and CT in post-training moment, respectively 172.8 ± 11.8 bpm and 140.8 ± 14.2 bpm, with $p = .001$ (Figure 1).

The HRV results in the time and frequency domains are shown in Table 2. Among all comparisons, just the significant difference is highlighted between moments in LF, with the post-24h values being inferior to pre-training ($F = 6.94$; $p = .02$).

Figure 1. Descriptive measures of maximum HR to the three training types.

*: Statistically different from the pre-training and post 24h, in the same training protocol, with $p < .001$. †: Statistically different from CT in the same moment, with $p < .001$. CT: Continuous training. LAT e HAT: Low and high amplitude interval training protocols, respectively.

Table 2. Descriptive values (mean ± sd) of HRV in time and frequency domains, according training protocol.

	HAT	LAT	CT
MeanRR (ms)			
Pretraining	763.9 ± 155.7*	787.58 ± 135.58*	762.4 ± 103.3*
Posttraining	492.5 ± 59.3	546.32 ± 67.83	490.8 ± 256.8
Post-24h	757.1 ± 119.9*	807.50 ± 133.26*	801.3 ± 166.7 [†]
SDNN (ms)			
Pretraining	66.4 ± 16.5	70.86 ± 23.30	76.4 ± 20.9
Posttraining	65.2 ± 23.8	78.84 ± 21.52	54.9 ± 14.1
Post-24h	54.2 ± 12.8	68.66 ± 29.83	60.1 ± 18
RMSSD (ms)			
Pretraining	38.1 ± 16*	44.74 ± 18.96*	50 ± 10.3 [†]
Posttraining	7.2 ± 5.4	12.68 ± 6.49	13 ± 7.3
Post-24h	37.6 ± 15.4*	43.54 ± 24.09*	35.5 ± 16.2
pNN50 (%)			
Pretraining	18.1 ± 15.4 [†]	21.82 ± 17.15 [†]	26 ± 10.3 [†]
Posttraining	0.6 ± 1.2	1.70 ± 1.34	1.4 ± 1.9
Post-24h	18.7 ± 12 [†]	21.12 ± 19.50 [†]	15.3 ± 14.5 [†]
VLF (ms²)			
Pretraining	1577.2 ± 713	1800.80 ± 808.04	2098.6 ± 886
Post-24h	1353.2 ± 846.2	1830 ± 1470.39	2090.2 ± 2099.9
LF (ms²)			
Pretraining	1638.6 ± 811.5	2714.4 ± 2038.6	3693.2 ± 3875.8
Post-24h	1055 ± 608.4	1596 ± 1242.2	1270.4 ± 753.5
HF (ms²)			
Pretraining	554.6 ± 268.2	696 ± 677.7	666.6 ± 305.9
Post-24h	621 ± 420.6	756.2 ± 849.2	431.4 ± 342.5
LF/HF (%)			
Pretraining	3.4 ± 1.7	5 ± 3.3	5.3 ± 4.5
Post-24h	3.2 ± 3.4	3.4 ± 2.6	3.8 ± 1.9

* and †: Statistically different from the post-training moment, in the same protocol, respectively $p < .05$, $p < .01$. CT: Continuous training. LAT e HAT: Low and high amplitude interval training protocols, respectively.

The general RPE values presented in HAT (9.0 ± 1.0 au) were statistically superior to LAT (3.8 ± 2.8 au; $p = .002$). Considering the local RPE, the results resemble those general RPE. In the HAT, differences were observed between moments ($H = 9.47$; $p = .008$), with the post-training moment (8.8 ± 1.3 au) being higher than pre- and post-24h (respectively 1.4 ± 1.3 and 1.2 ± 1.6 au; $p < .05$). Differences between moments were also observed in LAT ($H = 8.82$; $p = .01$), with the post-training (4.2 ± 2.2 au) higher than post-24h (1.0 ± 0.2 au; $p < .05$), but not than pre-training (RPE = 0.8 ± 1.1 au). The continuous training not provided were

RPE post-training values (2.8 ± 1.5 points; $H = 2.31$; $p = .31$) different from the pre-training (2.4 ± 2.6 au) and post-24h (1.2 ± 1.1 au). Between trainings, the only difference observed was in RPE post-training, with values of the HIIT with higher amplitude greater than the continuous training ($H = 9.64$; $p = .008$).

Controlled by type of training and time, significant correlations were between general RPE (local an general) and HR and HRV variables (Table 3).

The comparative between subjects for the variables with statistical significance in HR and HRV parameters are presented in Table 4. Values from variables with no statistical significance are presented in supplementary document.

Discussion

In the present study, which aimed to evaluate the effects of different training programs in HRV, HR and RPE, the amplitude between effort and recovery loads was the variable adopted to differentiate the protocols. The main finding of the study was that the HAT provided greater local and general RPE than the CT protocol, and that this training has generated greater HR at the end of the stimuli when compared to CT. Furthermore, to the knowledge of the authors, this is the first time that three different training protocols, with different training amplitude, but with same mean intensity, were tested and modified the HRV relative to resting levels, and showed similar returns to resting values after 24h.

In another investigation with running, involving three training types with the same distance, but different effort intensity and duration, the authors observed that the protocols with wide variation between effort and pause loads (higher amplitude) produced the greatest impact on ANS, obtaining statistically significant correlations between RPE and HR with studied HRV parameters¹¹. These data corroborate with the present study results, since for RPE and maximum HR, the values found at the time of the post-training HAT have greater impact on ANS in relation to the other two protocols.

In concerning to RPE, the training load appears to be a determinant factor of the values obtained immediately after training¹¹. Indeed, the increased values after training were confirmed by observing the maximum HR at the same moment; this is information that ensures the relationship between the physiological and psychological impacts of training sessions²⁷. Regarding cardiac responses to exercises, it was observed that, although the mean HR have remained similar between the types of training, the maximum HR reached higher values, and with

Table 3. Significant correlations between RPE (local and general), HR, and HRV variables.

	maxHR	meanHR	MeanRR	RMSSD	pNN50
General RPE	$r = .47$ $p = .002$	$r = .44$ $p = .003$	$r = -.44$ $p = .003$	$r = -.45$ $p = .003$	$r = -.35$ $p = .02$
Local RPE	$r = .48$ $p = .001$	$r = .45$ $p = .002$	$r = -.46$ $p = .002$	$r = -.46$ $p = .002$	$r = -.36$ $p = .02$

maxHR: maximum heart rate; meanHR: mean heart rate; MeanRR: the mean of RR intervals; RMSSD: root mean square of successive differences squared; pNN50: percentage of successive RR intervals with a difference greater than 50 ms.

Table 4. Individual values between moments, for variables with statistical significance in the three training protocols.

Subjects	maxHR		meanHR		HAT MeanRR		RMSSD		pNN50	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
Subject 1	86	169	69	104	874.9	576.2	51.3	10.6	29.7	0.2
Subject 2	120	192	99	146	608.4	410	25.7	2.6	6.1	0
Subject 3	112	173	92	125	653.5	479.6	30.4	4.4	8.3	0
Subject 4	87	170	61	121	976.2	495.5	59	3.5	39.4	0
Subject 5	105	160	85	120	706.7	501.2	24	15.1	7	2.8
Subjects	maxHR		meanHR		LAT MeanRR		RMSSD		pNN50	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
Subject 1	88	153	66	96	905	624.6	48.3	16.9	24.6	2.5
Subject 2	113	169	99	135	608.6	445.1	22.5	3	3.6	0
Subject 3	105	153	84	107	714.9	560.4	46.5	19.5	19.3	2.6
Subject 4	80	158	64	115	936.6	520.8	73	9.8	49.1	0.5
Subject 5	92	144	78	103	772.8	580.7	33.4	14.2	12.5	2.9
Subjects	maxHR		meanHR		CT MeanRR		RMSSD		pNN50	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
Subject 1	84	131	68	89	881.4	673.3	48.2	22.3	23.5	4.7
Subject 2	112	158	91	125	659.5	48.9	34	3.3	12.9	0
Subject 3	125	147	91	111	657	540.6	50.2	11.7	25.1	1.1
Subject 4	93	146	71	115	844.5	522.5	57.6	10.1	27	0.5
Subject 5	90	122	78	90	769.7	668.9	60.2	17.6	41.6	0.9

maxHR: maximum heart rate; meanHR: mean heart rate; MeanRR: the mean of RR intervals; RMSSD: root mean square of successive differences squared; pNN50: percentage of successive RR intervals with a difference greater than 50 ms.

statistical differences, in the HAT. This fact demonstrates the increased demand for blood supply in short duration and with intensity activities²⁸, like that applied in HAT.

For HRV, three variables representing the parasympathetic way showed similar patterns of change (MeanRR, RMSSD and pNN50), with a significant decrease in the post-training compared to the two rest moments. This represents predominant influence of the sympathetic component during exercise, characterized by the lower values found in the resting moments in all training protocols for these three variables⁴. A recent study showed that only intense continuous running (95% versus 75% of $\dot{V}O_{2\max}$) change HRV variables in post-exercise assessment, and that 24h can be sufficient to HRV recovery²⁹. The present study showed that the same behavior is observed in HIIE protocols with different amplitudes. Here, the three training protocols similarly stimulate the ANS activation, and the HRV responding so close between them, showing that 24 hours of rest can be sufficient to organic recovery, at least, from the autonomic control (HRV) viewpoint. However, additional studies need to be conducted to analyze its impact on cardiovascular and neuromuscular variables^{28,30,31}.

As a study limitation, the authors pointed to the cycle ergometer used, because it has different dimensions than cyclists' equipment, allowing a few adjustments in order to find the better position of the athlete on it. Additionally, there was no record of the total distance fulfilled in each training session. It is indicated then that further studies

consider these two points and, when possible, to test higher number of competitive cyclists with different fitness level.

From the results of this case series, it can be concluded that in the HAT, the training session with large amplitude, the impact promoted in RPE, and maximum HR was superior to continuous training protocol. Regarding the time-domain variables of HRV, a statistically significant difference of immediately post-training in relation to at least one of the rest values (pre-training and post-24h) in all protocols was found, but no observed differences were found in all HRV variables between the rest values. Therefore, it is considered that these training protocols have similar impact on the cardiac control by ANS and recovery pattern for the present study group and with these training conditions applied.

Bibliography

- Lucia A, Hoyos J, Perez M, Santalla A, Chicharro JL. Inverse relationship between $\dot{V}O_{2\max}$ and economy/efficiency in world-class cyclists. *Med Sci in Sports and Exerc.* 2002;34(12):2079-84.
- Diefenthaler F, Vaz MA. Aspects related with fatigue during cycling: a biomechanical approach. *Rev Bras Med Esporte.* 2008;5:472-7.
- Bezerra MA. Heart rate and exercise: an evidence based interpretation. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2007;9(2):196-202.
- Fronchetti L, Aguiar C, Aguiar A, Nakamura FY, Oliveira F. Modificações da variabilidade da frequência cardíaca frente ao exercício e treinamento físico. *Rev Min Educ Fis.* 2007;15(2):101-29.

5. Rumenig E, Bertuzzi RCM, Nakamura FY, et al. Cinética e variabilidade da frequência cardíaca mediante exercício físico predominantemente aeróbio: influência da intensidade e do tempo de análise. *Rev Bras Educ Fis Esp.* 2007;21(3):205-18.
6. Polito M, Farinatti P. Heart-rate, blood pressure, and rate pressure product during resistive exercises: a review of the literature. *Port J of Sport Sci.* 2003;3(1):79-91.
7. Perini R, Veicsteinas A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. *Eur J of Appl Physiol.* 2003;3:317-25.
8. Vaz MS, Picanço LM, Del Vecchio FB. Effects of different training amplitudes on heart rate and heart rate variability in young rowers. *J Strength Cond Res.* 2014;28(10):2967-72.
9. Seiler S, Haugen F, Kuffel E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. *Scand J Med and Sci in Sports.* 2007;8:1366-73.
10. Stepto NK, Martin D, Fallon K, Hawley JA. Metabolic demands of intense aerobic interval training in competitive cyclists. *Med Sci in Sports and Exerc.* 2001;33(2):303-10.
11. Kaikkonen P, Hynynen E, Mann T, Rusko H, Nummela A. Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. *Int J of Sports Med.* 2012;112(3):829-38.
12. Karapetian GK, Engels HJ, Gretebeck KA, Gretebeck RJ. Effect of caffeine on LT, VT and HRVT. *Int J of Sports Med.* 2012;33(7):507-13.
13. Billat LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Med.* 2001;31(1):13-31.
14. Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, Meyer P, Juneau M, Bosquet L. High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Med.* 2012;42(7):587-605.
15. Ortiz MJ, Denadai SB, Stella S, Mello MT. Efeitos do treinamento aeróbio de alta intensidade sobre a economia de corrida em atletas de endurance. *Rev Bras Cien Mov.* 2003;11(3):53-6.
16. Cottin F, Lepretre PM, Lopes P, Papelier Y, Medigue C, Billat V. Assessment of ventilatory thresholds from heart rate variability in well-trained subjects during cycling. *Int J of Sports Med.* 2006;27(12):959-67.
17. Manning JT, Taylor RP. Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans. *Evol and Hum Behav.* 2001;22(1):61-9.
18. Task Force. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J.* 1996;17(3):354-81.
19. Alonso DO, Forjaz CLM, Rezende LO, et al. Heart rate response and its variability during different phases of maximal graded exercise. *Arq Bras Cardiol.* 1998;71(6):787-92.
20. Quintana DF, Heathers JAJ, Kemp AH. On the validity of using the Polar RS800 heart rate monitor for heart rate variability research. *Eur J of Appl Physiol.* 2012;112(12):4179-80.
21. Barbosa MPCR, et al. Comparison of Polar® RS800G3TM heart rate monitor with Polar S810i and electrocardiogram to obtain the series of RR intervals and analysis of heart rate variability at rest. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2016; ahead of print.
22. Montaña A, et al. Telemetry-derived heart rate variability responses to a physical stressor. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2016; ahead of print.
23. Williams DP, et al. Two week test-retest reliability of the Polar® RS800CXTM to record heart rate variability. *Clin Physiol Funct Imaging;* ahead of print.
24. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci in Sports and Exerc.* 1982;14(5):337-81.
25. Maia J, Garganta R, Seabra A, Lopes V, Prista A, Freitas D. A didactical note on the use of statistical procedures for longitudinal data. A guide for researchers in Sport Sciences. *Rev Port Cien Desp.* 2004;4(3):115-33.
26. Field A. *Discovering Statistics Using SPSS.* Vol 2. Porto Alegre: Artmed; 2009. p. 28.
27. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001;15(1):109-15.
28. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Med.* 2013;43(10):927-54.
29. James DV, Munson SC, Maldonado-Martin S, De Ste Croix MB. Heart rate variability: effect of exercise intensity on postexercise response. *Res Quart Exerc Sport.* 2012;83(4):533-39.
30. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med.* 2013;43(5):313-38.
31. Plews DJ, Laursen PB, Stanley J, Kilding AE, Buchheit M. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. *Sports Med.* 2013;43(9):773-81.



VII JORNADAS NACIONALES DE MEDICINA DEL DEPORTE

La Medicina del Deporte y el mantenimiento de la salud

24-25 de noviembre de 2017
Aula Luis Giménez - Pedro Asirón

Asociación Aragonesa de Medicina del Deporte (ARAMEDE)
Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED)

Los ejercicios preventivos tras el calentamiento ayudan a reducir lesiones en fútbol

Jorge Carlos-Vivas, Juan P. Martín-Martínez, Manuel Chavarrías, Jorge Pérez-Gómez

Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura. Cáceres.

Recibido: 03.05.2016

Aceptado: 09.05.2016

Resumen

Las lesiones suponen un gran problema en el fútbol profesional y amateur. La mayoría se localizan en las extremidades inferiores (89,6%), concretamente en: muslo (31,4%), tobillo (12,5%), ingle (10,9%), y en menor medida rodilla y gemelos. Son varios los estudios sobre la eficacia de los métodos para prevenir lesiones; sin embargo, la prevalencia de éstas, sobre todo musculares, sigue siendo alarmante. La Federación Internacional de Fútbol creó el FIFA 11+, que ha demostrado ser eficaz en la prevención de lesiones de rodilla, pero no para lesiones en muslo, ingle... Por ello, el objetivo de este estudio fue comprobar la eficacia de un programa de prevención para reducir lesiones en las extremidades inferiores en el fútbol amateur. Se realizó un seguimiento de un total de 84 futbolistas amateur (GE = 40 jugadores [edad: 23,1 ± 3,8 años] y GC = 44 jugadores [edad: 24,7 ± 4,1 años]). Se registró el número y tipo de las lesiones que se produjeron durante la primera vuelta de la temporada 2015/16. El grupo experimental llevó a cabo un plan preventivo tras el calentamiento, mientras que el grupo control no realizaba ningún trabajo de este tipo. Se registraron un total de 42 lesiones, el 83,4% en las extremidades inferiores, concretamente: muslo (35,7%), tobillo (23,8%), aductores (14,3%), rodilla (4,8%) y gemelos (4,8%). El número de lesiones en las extremidades inferiores fue mayor en el grupo que no realizaba trabajo preventivo (82,9%) que en el grupo que sí lo realizaba (17,1%). Por tanto, incluir un programa preventivo tras el calentamiento ayuda a reducir el riesgo de sufrir lesiones en las extremidades inferiores en futbolistas amateur.

Palabras clave:

Lesiones. Fútbol. Fuerza. Propiocepción.

Preventive exercises after warming help to reduce injuries in soccer

Summary

Injuries are a major problem in professional and amateur soccer. Most of them occur in the lower limbs (89.6%), specifically in thigh (31.4%), ankle (12.5%), groin (10.9%), and, to a lesser extent, knee and calves. There are several studies focusing on the effectiveness of preventive methods but, nevertheless, the prevalence of injuries, mainly muscular, remains alarming. The International Football Federation designed the program FIFA 11+, which has proven to be effective in preventing knee injuries, but not thigh or groin injuries. Therefore, the aim of this study was to assess the effectiveness of a prevention program to reduce lower extremity injuries in amateur soccer. A total of 84 amateur footballers volunteered to participate (experimental group (GE) = 40 players (age: 23.1 ± 3.8 years) and control (GC) = 44 players (age: 24.7 ± 4.1 years)). The number and type of injuries that occurred during the first phase of the 2015/16 season was recorded. The GE completed a preventive protocol after the warm up, while the GC did not perform any specific work. A total of 42 injuries was recorded, 83.4% of which in lower extremities, specifically: thigh (35.7%), ankle (23.8%), adductors (14.3%), knee (4.8%) and calves (4.8%). The number of injuries in lower limbs was higher in the group that did not perform the preventive work (82.9%) than in the group that performed it (17.1%). Therefore, including a preventive program after warm up helps reduce the risk of injury in the lower limbs in amateur soccer players.

Key words:

Injuries. Soccer. Strength. Proprioception.

Este trabajo obtuvo el Premio otorgado por SEMED-FEMEDE a la Mejor Comunicación Oral en el III Congreso Internacional de prevención de lesiones deportivas, de la UCAM, celebrado los días 10-12 marzo 2016, en Guadalupe (Murcia)

Correspondencia: Jorge Carlos Vivas

E-mail: jorge.carlosvivas@gmail.com

Introducción

Las lesiones constituyen un factor limitante para el rendimiento, cuya presencia es muy frecuente en el mundo del deporte, especialmente en el fútbol, donde suponen un gran problema tanto para el fútbol profesional como amateur¹.

La mayoría de las lesiones se localizan en las extremidades inferiores (89,6%), concretamente en: muslo (31,4%), tobillo (12,5%), ingle (10,9%), y en menor medida rodilla y gemelos². Por ello, no sorprende que existan varios estudios relacionados con la eficacia de diferentes métodos para prevenir lesiones³; sin embargo, la prevalencia de éstas, sigue siendo alarmante⁴. Concretamente, las lesiones de tipo muscular se constituyen como uno de los principales problemas que afectan a los jugadores de fútbol y que más preocupación causa en los equipos, representando entre el 20-37% de las lesiones que obligan a los jugadores a apartarse de los terrenos de juego durante un tiempo cuando nos referimos al fútbol profesional y entre el 18-23% cuando hablamos de nivel amateur^{5,6}. De hecho, los estudios epidemiológicos más recientes muestran que las lesiones musculares suponen más del 30% de todas las lesiones, lo que representa una media de 12 lesiones musculares por temporada en un equipo profesional de fútbol que equivalen a más de 300 días de ausencia del jugador en la práctica⁷⁻¹⁰. Un estudio realizado en el fútbol profesional español afirma que se producen del orden de 6-9 lesiones por cada 1.000 horas de juego en el fútbol¹¹.

Además, estas lesiones que se producen en el fútbol suponen unos costes económicos bastante elevados. En Holanda, por ejemplo, ocasiona pérdidas de hasta 4,5 millones de euros al año¹²; pero más alarmante aún resultan estos datos en Inglaterra, donde ha llegado a provocar pérdidas de hasta 118 millones de euros anuales¹³.

Por todo esto, no sorprende que una de las principales preocupaciones en el mundo del fútbol sea encontrar estrategias para prevenir la aparición de las lesiones y disminuir su incidencia. Concretamente, la Federación Internacional de Fútbol (FIFA) diseñó un programa de prevención de lesiones, denominado FIFA 11+, para intentar solventar esta problemática. Aunque este programa ha demostrado ser eficaz para la prevención de lesiones de rodilla en el fútbol femenino, no ocurre lo mismo cuando hablamos de lesiones musculares en muslo, ingle...¹⁴.

Otro de los aspectos propuestos para contribuir a avanzar en la búsqueda de soluciones para esta problemática, es evaluar la epidemiología de las lesiones, estableciendo el riesgo de sufrir éstas y las circunstancias en que se producen¹⁵. Estos datos pueden resultar muy útiles porque pueden definir bastante bien cuáles son las principales lesiones que se dan en el fútbol y, por tanto, cuál sería el camino hacia el que se deben orientar las estrategias de prevención planificadas. Y es que, a pesar de la frecuencia con que se producen, la comprensión de los factores que predisponen a los jugadores a sufrir una lesión muscular es limitado¹⁶ y existe poca evidencia científica en relación a la prevención y tratamiento de estas lesiones.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el objetivo de este estudio fue comprobar la eficacia de un programa de ejercicios de prevención para reducir las lesiones en los grupos musculares y articulaciones de las extremidades inferiores en el fútbol amateur.

Material y método

Un total de 84 futbolistas amateur conformaron la muestra de este estudio. 40 jugadores componían el grupo experimental (GE) (edad: 23,1 ± 3,8 años) y 44 jugadores el grupo control (GC) (edad: 24,7 ± 4,1 años). Se registró el número y tipo de lesiones que sufrían los jugadores, durante la primera vuelta de la temporada 2015/16, así como, los minutos de entrenamiento y juego en cada sesión y partido, además del rol de titular y suplente del jugador en cada jornada. Se consideró como lesión alteración o daño producido en alguna parte del cuerpo a causa de un golpe, enfermedad... que impedía la participación del jugador en la competición o alguna de las sesiones de entrenamiento¹⁷.

Además, se realizó una intervención en el GE, que consistió en incluir un plan de ejercicios preventivos tras el calentamiento, dos veces por semana, que incluía ejercicios de fuerza y propiocepción de los principales grupos musculares de las piernas. Para llevar a cabo el seguimiento individual de cada futbolista se diseñó una Hoja Excel.

Los ejercicios que incluyó el programa fueron los siguientes:

- Plancha en decúbito prono sobre codos. 2 repeticiones de 30 segundos con 10 segundos de recuperación entre ellas.
- Plancha en decúbito lateral sobre antebrazo levantando una pierna. 2 repeticiones de 30 segundos con 10 segundos de recuperación entre ellas.
- Extensión de puente en decúbito supino. 2 repeticiones de 20 segundos con 10 segundos de recuperación entre ellas.
- Plancha en decúbito prono sobre manos con rotación de tronco y mantenimiento de 3 segundos en posición lateral. 1 serie de 10 repeticiones por cada lado, manteniendo 2 segundos el cuerpo extendido en posición lateral. 10 segundos de recuperación al cambiar de lado.
- Sentadilla isométrica a 90° con espalda apoyada sobre la pared. En caso de no disponer de pared, realizar entre dos compañeros espalda con espalda manteniéndola recta. 2 repeticiones de 30 segundos con 10 segundos de recuperación entre ellas.
- Isquiotibiales Nórdico. 2 series de 8 repeticiones con 30 segundos de descanso entre series.
- Elevación de la pierna flexionada en cuadrupedia con espalda recta y abdomen contraído. 1 serie de 10 repeticiones por cada lado.
- Abducción de pierna en cuadrupedia. 1 serie de 10 repeticiones con cada pierna (dinámico).
- Aducción de pierna en decúbito lateral. 1 serie de 10 repeticiones con cada pierna (dinámico).
- Propiocepción estática dibujando asterisco con pierna libre sobre apoyo monopodal. 1 repetición de 20 segundos con cada pierna (dinámico).
- Circuito de Propiocepción en todas direcciones sobre apoyo monopodal manteniendo dos segundos en equilibrio tras cada apoyo. 1 repetición de 30 segundos con cada pierna. 10 segundos de recuperación entre la repetición con cada pierna.

Resultados

Se registraron un total de 42 lesiones, el 83,4% de ellas, en las extremidades inferiores, concretamente en: muslo (35,7%), tobillo (23,8%),

aductores (14,3%), rodilla (4,8%) y gemelos (4,8%). El número de lesiones en las extremidades inferiores fue mayor en el GC suponiendo el 82,9% frente al 17,1% que se dieron en el GE. Además, al comparar las lesiones en ambos grupos en función del grupo muscular o la articulación ocurre lo mismo: muslo (GC = 12 y GE = 3), tobillo (GC = 7 y GE = 3), aductor (GC = 6 y GE = 0), rodilla (GC = 2 y GE = 0) y gemelo (GC = 2 y GE = 0) (Tablas 1-3).

Además, al estimar el número de lesiones cada 1.000 horas de juego en ambos grupos, el GE también presenta un número de lesiones mucho menor que el GC, siendo su valor de 8 frente a 41 lesiones cada 1.000 horas de juego, respectivamente (Tabla 4).

Tabla 1. Lesiones registradas y localización de las mismas.

Lesiones - N = 42 (83,4% en MI)					
Localización	Muslo	Tobillo	Aductor	Rodilla	Gemelo
Porcentaje	35,70%	23,70%	14,30%	4,80%	4,80%

Tabla 2. Diferencias entre grupos en miembro inferior.

Porcentaje lesiones MI	
Grupo control	82,9%
Grupo experimental	17,1%

Tabla 3. Diferencias en número de lesiones según localización entre grupos.

	Muslo	Tobillo	Aductor	Rodilla	Gemelo
Grupo control	12	7	6	2	2
Grupo experimental	3	3	0	0	0

Tabla 4. Comparación nº lesiones cada 1.000 horas de juego entre grupos.

Nº Lesiones/1.000 horas	
Grupo control	41,2
Grupo experimental	8,5

Discusión

La finalidad del estudio fue comprobar si incluir un programa de ejercicios preventivos después del calentamiento, podría ayudar a reducir el número y riesgo de sufrir lesiones en el fútbol amateur. Los resultados obtenidos muestran que el programa descrito anteriormente puede contribuir a conseguir reducir el riesgo de aparición y el número de lesiones en futbolistas de nivel amateur. Estos resultados

se encuentran en concordancia con otros estudios, que muestran que realizar un programa preventivo tras el calentamiento reduce el riesgo de sufrir lesiones⁴. Sin embargo, en contraposición con el programa propuesto por la Federación Internacional de Fútbol, denominado FIFA 11+, los resultados obtenidos en este estudio muestran que el programa propuesto ayuda a reducir el riesgo de sufrir lesiones y el número de éstas en todas las articulaciones y grupos musculares de las piernas y no sólo en la rodilla como se observó en investigaciones anteriores con el planteamiento propuesto por la FIFA¹⁴.

Además, teniendo en cuenta la preocupación existente en torno a las lesiones de tipo muscular, los resultados obtenidos en el presente estudio dejan entrever la posibilidad de que la inclusión del programa diseñado tras el calentamiento pueda contribuir a reducir el número de lesiones musculares que se producen, puesto que, el número de lesiones por cada grupo muscular es bastante menor en el grupo que realiza trabajo preventivo que en el grupo que no incluye ningún trabajo de este tipo.

Por otra parte, los resultados obtenidos, en relación al número de lesiones que se dan cada 1.000 horas de juego coinciden con otras investigaciones realizadas en el fútbol profesional, concretamente en la Primera División Española, donde se muestra que se producen del orden de 6-9 lesiones cada 1.000 horas de juego¹¹ coincidiendo con los resultados para el GE de 8-9 lesiones por cada 1.000 horas de juego en este estudio. Sin embargo, los valores obtenidos en este apartado para el GC en esta investigación difieren mucho de los que se presentan el estudio antes citado¹¹, siendo muy superiores presentando un valor de 40-41 lesiones por cada 1.000 horas de juego para el GC. Esto puede deberse, entre otros múltiples factores, a la no inclusión de ejercicios preventivos en las sesiones desarrolladas a lo largo de la temporada, puesto que, tanto el GE de este estudio como los equipos profesionales en general, incluyen trabajo preventivo en varias sesiones de entrenamiento a lo largo de la temporada, mientras que el GC presente en esta investigación no realiza ningún trabajo de este tipo.

Para concluir, podemos afirmar que incluir un programa de ejercicios preventivos de fuerza y propiocepción tras el calentamiento dos veces por semana puede ayudar a reducir el número y riesgo de sufrir lesiones en las extremidades inferiores en futbolistas amateur.

En investigaciones futuras, sería interesante controlar los aspectos nutricionales de los diferentes participantes, así como seleccionar una muestra más homogénea dentro de un mismo grupo para ver si realmente el programa es igual de efectivo cuando los participantes realizan el mismo tipo y volúmenes de entrenamiento y competición. También sería interesante, realizar un seguimiento de varias temporadas, así como, crear un historial de cada jugador para tener en cuenta los antecedentes lesionales de cada uno de ellos, en posibles recaídas. De esta forma, se podría ir evolucionando en la búsqueda de conseguir el mayor control posible sobre los factores que influyen en la incidencia lesional, ya que, las lesiones son de carácter multifactorial¹⁸.

Bibliografía

- Ekstrand J, Haglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2009;45(7):553-8.
- Noya J, Gómez-Carmona P, Gracia-Marco L, Moliner-Urdiales D, Sillero-Quintana M. Epidemiology of injuries in First Division Spanish football. *J Sport Sci.* 2014;32(13):1263-70.

- Verrall G. The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional Australian Rules football players. *Br J Sports Med.* 2005;39(6):363-8.
- Ekstrand J, Healy J, Walden M, Lee J, English B, Hagglund M. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med.* 2011;46(2):112-7.
- Ekstrand J, Gillquist J. Soccer injuries and their mechanisms: a prospective study. *Med Sci Sports Exerc.* 1983;15:267-70.
- Inklaar H. Soccer injuries, I: incidence and severity. *Sports Med.* 1994;18:55-73.
- Junge A, Dvorak J, Graf-Baumann T. Football injuries during the World Cup 2002. *Sports Med.* 2004;32(suppl 1):235-75.
- Waldén M, Hägglund M, Ekstrand J. UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001-2002 season. *Br J Sports Med.* 2005;39:542-6.
- Dvorak J, Junge A. F-MARC: Manual de Medicina del Fútbol. Zurich: Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA); 2006. p.176.
- Junge A, Langevoort G, Pipe A, Peytavin A, Wong F, Mountjoy M, et al. Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *Sports Med.* 2006;34:565-76.
- Noya J, Sillero M. Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: días de baja por lesión. *Apunts Med Esport.* 2012;47(176):115-23.
- van Beijsterveldt A, Krist M, Schmikli S, Stubbe J, de Wit G, Inklaar H, et al. Effectiveness and cost-effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: design of a cluster-randomised controlled trial. *Inj Prev.* 2010;17(1):e2.
- Woods C. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36(6):436-41.
- Steffen K, Myklebust G, Olsen O, Holme I, Bahr R. Preventing injuries in female youth football - a cluster-randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2008;18(5):605-14.
- van Mechelen W, Hlobil H, Kemper H. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports Med.* 1992;14:82-99.
- Servicios Médicos del Fútbol Club Barcelona. Guía de Práctica Clínica de las lesiones musculares: Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. *Apunts Med Esport.* 2009;44(164):179-203.
- Chomiak J, Junge A, Peterson L, Dvorak J. Severe injuries in football players influencing factors. *Sports Med.* 2000;28(suppl 5):S-58.
- Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *Br J Sports Med.* 2012;46(2):81-5.

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.

Análisis de la fuerza y movilidad de la cadera como factores de riesgo de lesión en fútbol femenino amateur: un estudio piloto

Antonio Maestro¹, Joaquín Lago², Gonzalo Revuelta³, Pablo del Fueyo⁴, Lorenzo del Pozo⁵, Carlos Ayán⁶, Vicente Martín⁷

¹Servicios Médicos del Real Sporting de Gijón S.A.D. ²Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo. ³Real Sporting de Gijón S.A.D. ⁴Real Sporting de Gijón S.A.D. ⁵Real Sporting de Gijón S.A.D. ⁶Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo. ⁷Departamento de Ciencias Biomédicas. Universidad de León.

Recibido: 26.02.2016
Aceptado: 11.05.2016

Resumen

Objetivos: Los objetivos del presente estudio consisten en analizar la incidencia de lesiones no traumáticas de las extremidades inferiores en un equipo amateur femenino de fútbol y valorar su relación con la fuerza de la musculatura abductora y la movilidad en rotación externa de la cadera.

Material y método: La presente investigación consiste en un estudio epidemiológico, observacional, analítico, longitudinal prospectivo. La muestra se seleccionó mediante un muestreo por conveniencia quedando compuesta por las 23 jugadoras que compusieron la plantilla del E.F. Mareo en la temporada 2013-2014, equipo ubicado en la Segunda División Nacional Española. El rango de edad de las participantes fue de los 14 a los 33 años ($\bar{x}=22,5$; $s=5,7$). Las jugadoras fueron evaluadas en pretemporada y posteriormente se las siguió hasta el final del período competitivo para registrar las lesiones aparecidas.

Resultados: Se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre la extremidad inferior dominante y la no dominante tanto en la fuerza de la musculatura abductora como en los rangos de movilidad en rotación externa de la cadera ($p < 0,01$). A lo largo de la temporada, el 52,2% de las participantes se vio afectado por alguna lesión no traumática en las extremidades inferiores. En cuanto a la tipología, el 53,8% fueron ligamentosas y afectaron principalmente al tobillo, con sólo una de ellas afectando a la rodilla (rotura de LCA), mientras que el 15,4% fueron lesiones tendinosas que afectaron a la rodilla y el 30,8% restante fueron lesiones tendinosas en la cadera. No se apreció relación de la fuerza de la musculatura abductora o de la movilidad en rotación externa de la cadera con la producción de lesiones.

Conclusiones: Resultan necesarias más investigaciones para alcanzar resultados concluyentes.

Palabras clave:

Abductores de la cadera.
Rotación externa de la cadera.
Riesgo lesional. Lesión articular.
Lesión no traumática.
Mujer futbolista.

Analysis of hip strength and mobility as injury risk factors in amateur women's soccer: a pilot study

Summary

Objectives: The aims of the present study were to analyze the incidence of overuse injuries of the lower limbs in an amateur women's soccer club throughout a competitive season and to assess its relationship with hip abductors strength and hip external rotation mobility.

Material and methods: This research is an epidemiological, observational, analytical, prospective longitudinal study. The sample was selected by a non-random convenience sampling and it was composed of the 23 football players who made up the team of the E. F. Mareo in 2013-2014 season. Participant ages ranged between 14 and 33 years ($\bar{x}=22.5$; $s=5.7$). The players were subjected to an evaluation of their hip abductors strength and hip external rotation mobility in preseason and, then, they were followed until the end of the competitive period recording the injuries that were appearing.

Results: Statistically significant differences were observed between the dominant and non dominant limbs in hip abductors strength and hip external rotation mobility ($p < 0.01$). Along the season, 52.2% of the participants experienced some kind of overuse injury affecting the lower extremities. Regarding the type of injury, 53.8% were ligamentous injuries mainly affecting the ankle, only one of them involved the knee (ACL tear), 15.4% were tendinous injuries affecting the knee and the remaining 30.8% were tendinous injuries affecting the hip. No significant relationship was observed between overuse injury incidence and player's hip abductors strength or hip external rotation mobility.

Conclusions: More research is needed to achieve concluding evidence about the influence of hip abductor strength and hip external rotation mobility on overuse injuries of the lower extremities in women's soccer.

Key words:

Hip abductors.
Hip external rotation. Injury risk.
Joint injury. Overuse injury.
Women soccer player.

Correspondencia: Joaquín Lago-Ballesteros
E-mail: jlagob@uvigo.es

Introducción

La importancia del fútbol femenino en el escenario deportivo mundial ha experimentado un marcado incremento en las últimas dos décadas¹. Durante este período, se han elevado tanto el número de practicantes como el nivel de profesionalización² y, en consecuencia, se han producido cambios en el perfil de rendimiento de la modalidad con posibles repercusiones sobre la incidencia y los patrones de producción de lesiones¹.

A partir de la literatura científica existente, puede concluirse que el fútbol femenino presenta una elevada incidencia lesional³⁻⁹, que afecta predominantemente a las articulaciones y músculos de las extremidades inferiores^{3,4,7,10-13} y que, si bien un gran cantidad de las lesiones son debidas a algún tipo de traumatismo^{6,13,14}, otra buena parte aparece sin mediar contacto alguno^{6,15}, lo que acentúa la relevancia del trabajo preventivo.

Algunas investigaciones han buscado objetivar factores predisponentes a sufrir una lesión que puedan constituir variables clave a las que atender en el proceso de prevención¹⁵, pero la evidencia es todavía escasa y atiende especialmente al ámbito profesional del fútbol femenino. De esta forma, se ha establecido un vínculo entre la laxitud articular y un mayor riesgo de lesión en las extremidades inferiores^{12,16}. Asimismo, los desequilibrios artromusculares entre hemicuerpos pueden constituir un factor predisponente a lesiones no traumáticas¹⁷. También se ha sugerido que las lesiones sufridas en las extremidades inferiores podrían ser causadas no sólo por problemas existentes a nivel local en la zona lesionada sino por otras alteraciones en regiones proximales que transmiten su influencia, a través de la cadena cinética, hasta áreas distales^{18,19}. Finalmente, en estudios que buscan explicar la elevada propensión a sufrir lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) que presentan las mujeres deportistas respecto a los hombres, se ha señalado a factores anatómicos y hormonales, a las alteraciones en la dinámica de distribución de cargas y a las diferencias existentes en los patrones de activación neuromuscular como mecanismos subyacentes^{19,20}, haciendo especial hincapié en el riesgo que entrañan los momentos incrementados en valgo de rodilla (porque el ángulo Q de la rodilla es mayor en la mujer que en el varón) que se producen en los cambios bruscos de dirección o en la recepción del salto^{21,22}. A este respecto, se ha apuntado que los déficits de fuerza en la musculatura abductora de la cadera podrían predisponer a las mujeres futbolistas a valgo dinámico en la recepción del salto y, por tanto, podrían estar vinculados con el riesgo de lesiones en las extremidades inferiores²³.

En consecuencia, el presente estudio tiene por objetivo analizar, a lo largo de una temporada, la incidencia de lesiones no traumáticas de las extremidades inferiores en un equipo amateur femenino de fútbol y valorar la relación que guarda dicha incidencia con la fuerza de la musculatura abductora y la movilidad en rotación externa de la cadera.

Material y método

Diseño del estudio y participantes

La presente investigación consistió en un estudio epidemiológico, observacional, analítico, longitudinal prospectivo. La muestra se seleccionó mediante un muestreo no aleatorio por conveniencia y

quedó compuesta por las 23 jugadoras de fútbol que compusieron la plantilla del E.F. Mareo en la temporada 2013-2014, equipo ubicado en la Segunda División Nacional Española. El estudio fue llevado a cabo siguiendo los principios, estándares y procedimientos estipulados en la Declaración de Helsinki.

Procedimiento

Todas las participantes fueron sometidos a una evaluación al final de la pretemporada en la que se les valoró la fuerza de los músculos abductores y la movilidad en rotación externa de la cadera en ambas extremidades inferiores. En dicha sesión de valoración también se tomaron datos acerca de la edad, talla y peso de las jugadoras. Las valoraciones fueron realizadas en las instalaciones de la Escuela de Fútbol de Mareo, sede de entrenamiento del club. Todas las pruebas de valoración fueron precedidas de 10-15 minutos de calentamiento consistente en carrera continua a baja intensidad y ejercicios de estiramiento de la musculatura de las extremidades inferiores. Asimismo, todas las participantes habían sido adecuadamente familiarizadas con el procedimiento y los instrumentos de valoración de forma previa, proporcionando consentimiento informado por escrito de cara a su participación en el estudio.

Para la valoración de la fuerza isométrica de la musculatura abductora se utilizó un dinamómetro manual (Chatillon CSD 300, Amteck, Inc., Largo, FL)²⁴. Siguiendo las recomendaciones de Hislop *et al.*²⁵, las participantes fueron colocadas en tendido lateral con la extremidad a evaluar hacia arriba y completamente extendida. La extremidad inferior contraria se dispuso con flexión de cadera y rodilla para una mayor estabilidad. Para comenzar la prueba, la extremidad inferior a evaluar fue colocada en abducción, y ligeramente extendida respecto a la línea media, con la pelvis ligeramente rotada hacia delante. Para ello se pidió a la participante que elevase su extremidad en el aire tanto como le fuera posible y la mantuviese en dicha posición, impidiendo que el examinador se la bajase al ejercer presión. El examinador sostuvo el dinamómetro contra la pierna próximo al maléolo lateral y presionó directamente hacia abajo. Las participantes recibieron estímulo verbal para el logro de una contracción máxima. Asimismo, todas las participantes fueron valoradas por el mismo evaluador y se les solicitó que mantuviesen la contracción durante 5 s. Se concedieron tres intentos con 1 minuto de descanso para minimizar el efecto de la fatiga y se registró el mejor de ellos.

En cuanto a la valoración de la movilidad en rotación externa de la cadera, las mediciones fueron realizadas con un goniómetro manual, situando a las participantes en decúbito prono sobre una camilla con las caderas en extensión y utilizando una correa alrededor de la pelvis para estabilizarla, fijando su posición a la camilla. La rodilla de la extremidad inferior evaluada se dispuso en 90° de flexión. El evaluador se ubicó mirando de frente a las rodillas de la participante e hizo coincidir el centro goniométrico con el centro de la rodilla, disponiendo la rama fija del goniómetro en dirección a la rodilla contralateral y la rama móvil en dirección hacia el tobillo siguiendo la cara anterior de la pierna²⁶.

Posteriormente, las participantes fueron seguidas durante toda la temporada competitiva registrando las horas de exposición individual a la competición junto con las lesiones no traumáticas que afectaron a las

articulaciones de las extremidades inferiores. Este registro fue realizado por el médico del equipo.

Análisis de datos

En primera instancia se realizó un análisis descriptivo de caracterización de la muestra en cuanto a edad, talla, peso y exposición a la competición.

A continuación, se realizó un análisis descriptivo de los valores de fuerza en la musculatura abductora y de movilidad en rotación externa de la cadera mostrados por las participantes en cada una de las extremidades inferiores, dominante y no dominante. Asimismo, los registros de ambas extremidades fueron comparados para comprobar la existencia de diferencias entre hemicuerpos. Con este fin, tras comprobar los supuestos de normalidad y homocedasticidad, se utilizó una prueba *t* de Student para muestras dependientes, en el caso de la fuerza de la musculatura abductora, y una prueba de rangos con signo de Wilcoxon, para la movilidad en rotación externa.

En tercer lugar, se procedió a describir, por medio de porcentajes, la incidencia de lesiones no traumáticas de las articulaciones de las extremidades inferiores, atendiendo de forma específica al tipo de lesión, a la localización de la misma y a la lateralidad de la afectación.

Finalmente, se compararon los valores de fuerza en la musculatura abductora y de movilidad en rotación externa de la cadera mostrados por las jugadoras que se lesionaron con los de sus compañeras no lesionadas. Para ello, teniendo en cuenta de nuevo el resultado de las pruebas de normalidad y homocedasticidad, se utilizó una prueba *t* de Student para muestras independientes para comprobar la hipótesis de que la fuerza en la musculatura abductora de ambas extremidades inferiores fue la misma en ambos grupos de jugadoras. En cambio, respecto a la movilidad en rotación externa de la cadera, al no distribuirse la variable de forma normal, se empleó la prueba U de Mann Whitney, alternativa no paramétrica.

Todos los análisis fueron realizados por medio del paquete estadístico SPSS (v22.0; IBM SPSS Statistics para Macintosh, Armonk, NY) y el nivel de significación estadística fue fijado en $p < 0.05$.

Resultados

Las participantes en el estudio presentaron una edad comprendida entre los 14 y los 33 años ($\bar{x} = 22,5$; $s = 5,7$). Su talla osciló entre los 1,54 y los 1,77 m ($\bar{x} = 1,63$; $s = 0,05$) y su peso entre los 48 y los 93 kg ($\bar{x} = 61,5$; $s = 9,3$). El historial de práctica de fútbol de 23 de las jugadoras (92%) superaba los 10 años y el de las 2 jugadoras restantes fue de entre 5 y 10 años. En cuanto a la exposición a la competición, los minutos

Tabla 1. Descripción de las lesiones no traumáticas en las articulaciones de las extremidades inferiores.

n	Tipo	Localización	Lateralidad
3	Ligamentosa	Tobillo	No dominante
3	Ligamentosa	Tobillo	Dominante
1	Ligamentosa	Rodilla	Dominante
2	Tendinosa	Rodilla	Dominante
1	Tendinosa	Cadera	No dominante
3	Tendinosa	Cadera	Dominante

totales disputados por las jugadoras variaron de los 900 a los 2.195 ($\bar{x} = 1.626,1$; $s = 493,5$).

El análisis de las pruebas realizadas en pretemporada muestra que los valores de fuerza en la musculatura abductora de la cadera se distribuyeron entre los 147 y los 253 N ($\bar{x} = 190,8$; $s = 30,1$) en la extremidad inferior dominante, y entre los 157 y los 241 N ($\bar{x} = 169,9$; $s = 39,9$) en la extremidad inferior no dominante, siendo las diferencias entre ambas extremidades inferiores estadísticamente significativas, $t(22) = 3,452$, $p < 0,01$, de forma que 2 jugadoras presentaron valores similares en ambos hemicuerpos, 3 jugadoras denotaron valores superiores en el hemicuerpo no dominante y las 18 jugadoras restantes exhibieron una mayor fuerza en la musculatura del hemicuerpo dominante. Respecto a la movilidad en rotación externa de la cadera, los valores del lado dominante oscilaron entre los 40° y los 45° ($\bar{x} = 43,0$; $s = 2,5$) y los del no dominante entre los 45° y los 50° ($\bar{x} = 47,8$; $s = 2,5$), mostrando la prueba de rangos con signo de Wilcoxon diferencias estadísticamente significativas entre ambos lados ($p < 0,01$), de forma que 4 de las 23 jugadoras obtuvieron valores similares de movilidad en la rotación externa de ambas caderas, mientras que las 19 jugadoras restantes presentaron peores valores en cadera dominante.

A lo largo de la temporada el 52,2% de la plantilla se vio afectado por algún tipo de lesión no traumática en las articulaciones de las extremidades inferiores, ya que se produjeron 13 lesiones que afectaron a 12 de las jugadoras (Tabla 1). En cuanto a la tipología, el 53,8% fueron ligamentosas y afectaron principalmente al tobillo, con sólo una de ellas afectando a la rodilla (rotura de LCA), mientras que el 15,4% fueron lesiones tendinosas que afectaron a la rodilla y el 30,8% restantes fueron lesiones tendinosas en la cadera. En cuanto a la lateralidad, la mayoría de las lesiones, el 69,2%, afectaron al lado dominante pero las diferencias entre ambos lados en la frecuencia de lesiones no fueron estadísticamente significativas ($\chi^2 = 1,923$; $p = 0,166$).

En cuanto a la influencia de la fuerza de la musculatura abductora de la cadera sobre las lesiones no traumáticas de las articulaciones de

Tabla 2. Diferencias en la fuerza de la musculatura abductora de la cadera entre las jugadoras lesionadas y no lesionadas ($\bar{x} \pm s$).

	Lesión (n=12)	No lesión (n=11)	$t_{(21)}$	<i>p</i>	Effect size*
Fuerza de los abductores de cadera del lado dominante	193,64 ± 36,22	188,17 ± 24,55	0,43	0,674	0,18
Fuerza de los abductores de cadera del lado no dominante	178,64 ± 34,95	161,83 ± 43,82	1,01	0,324	0,42

* *d* de Cohen.

Tabla 3. Diferencias en la movilidad en rotación externa de la cadera entre las jugadoras lesionadas y no lesionadas ($\bar{x} \pm s$).

	Lesión (n=12)	No lesión (n=11)	U	p	Effect size*
Movilidad en rotación externa de la cadera dominante	42,73 \pm 2,61	43,33 \pm 2,46	58,0	0,561	0,44
Movilidad en rotación externa de la cadera no dominante	47,73 \pm 2,61	47,92 \pm 2,57	63,5	0,858	0,48

* $\theta = U/m \times n$.

las extremidades inferiores, no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en los valores mostrados por las jugadoras que sufrieron alguna lesión a lo largo de la temporada al compararlas con sus compañeras no lesionadas, ni en el lado dominante, ni en el no dominante (Tabla 2).

Por último, al respecto de la influencia de la movilidad en rotación externa de la cadera sobre las lesiones no traumáticas en las articulaciones de las extremidades inferiores, tampoco se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en los valores mostrados por las jugadoras que sufrieron alguna lesión a lo largo de la temporada en comparación con las jugadoras no lesionadas, ni en el lado dominante, ni en el no dominante (Tabla 3).

Discusión

El presente estudio analizó la incidencia de lesiones no traumáticas en las articulaciones de las extremidades inferiores en un equipo de fútbol femenino teniendo en cuenta a la fuerza de la musculatura abductora de la cadera y a la movilidad en rotación externa de dicha articulación como potenciales factores intrínsecos de riesgo de lesión.

Entre los principales resultados obtenidos se observó una diferencia estadísticamente significativa en la fuerza de la musculatura abductora de la cadera con valores superiores en el lado dominante respecto al no dominante. Este resultado contrasta con la ausencia de diferencias entre hemisferios apreciada en la literatura previa sobre fútbol femenino²⁷. Considerando las posibles implicaciones de las diferencias de fuerza apreciadas, algún otro trabajo ha apuntado que los desequilibrios artromusculares entre hemisferios pueden constituir un factor predisponente a lesiones no traumáticas¹¹ y que los déficits de fuerza en la musculatura abductora de la cadera podrían estar vinculados con el riesgo de lesiones en las extremidades inferiores²³, pero en esta investigación no se han apreciado diferencias entre los valores de fuerza de las jugadoras lesionadas y los de las que no sufrieron lesión. También se ha propuesto que la dominancia lateral podría representar un factor contribuyente a las diferencias intersexuales en el riesgo de lesión no traumática del LCA, ya que los hombres tienden a sufrir este tipo de lesión en su pierna dominante y las mujeres en la no dominante²⁸, sin embargo, en el presente estudio, no se han apreciado diferencias significativas en la frecuencia de lesiones aparecida en cada uno de los lados. Resultan necesarios más estudios para poder concluir acerca de la importancia que presentan la dominancia lateral y los desequilibrios de fuerza entre hemisferios como factores predisponentes a las lesiones no traumáticas en el fútbol femenino.

En cuanto a la movilidad en rotación externa de la cadera, los valores observados son superiores a los reportados en la literatura para jugado-

ras de élite²⁷. Asimismo, siguiendo los criterios de la *American Academy of Orthopaedic Surgeons*²⁹, que señala los 45° como valor normal para la rotación externa de cadera, el promedio de los valores observados en la cadera dominante se halla por debajo del valor normal, al contrario que el de los valores observados en la cadera no dominante, que se halla por encima. Estas diferencias laterales mostraron significación estadística pero no se apreciaron diferencias, en ninguno de los dos lados, entre los valores de movilidad de las jugadoras que sufrieron lesión y los de las que no se lesionaron. En trabajos previos se ha establecido un vínculo entre las jugadoras con laxitud articular y un mayor riesgo de lesión en las extremidades inferiores^{12,16} y, en concordancia, cabría esperar la aparición de un mayor número de lesiones en el lado no dominante pero, como ya se ha mencionado, no se apreciaron diferencias significativas en el número de lesiones según la lateralidad. Debe tenerse en cuenta que las lesiones ligamentosas, además de por laxitud articular, en futbolistas con un historial prolongado de práctica, también pueden ser producidas por desgaste de las articulaciones (*impingement*).

Entre las limitaciones del presente estudio cabe señalar el tamaño reducido de la muestra y que no se han tenido en cuenta la exposición al entrenamiento ni a la competición como factores predisponentes a las lesiones. Tampoco se ha controlado la existencia de lesiones previas que podrían predisponer a la reincidencia. Además, se han tomado únicamente valores de fuerza de un grupo muscular aislado, los abductores de la cadera, imposibilitando la consideración de los desequilibrios agonista-antagonista como factor predisponente a la lesión. En cuanto al momento de valoración, ésta se ha llevado a cabo en un único punto de la temporada, al final del período preparatorio, de forma análoga al procedimiento empleado en estudios prospectivos previos¹². La razón que justifica la elección de este único momento de valoración es que, de acuerdo con la metodología de entrenamiento de los deportes colectivos, durante el período preparatorio (pretemporada), se busca aumentar la condición física hasta lograr los valores óptimos para competir y, a partir de ahí, durante el período competitivo, el objetivo del entrenamiento pasa a ser mantener esos valores, por lo que no se esperan grandes oscilaciones en los mismos durante el resto de la temporada. No obstante, al no realizar valoraciones de control a lo largo del período competitivo, no puede asegurarse que los valores de fuerza y movilidad se hayan mantenido inalterados durante el período de registro de lesiones. Por último, a la hora de registrar las lesiones no traumáticas sólo se han tenido en cuenta aquéllas que afectan a una articulación, excluyendo a las lesiones musculares, lo que podría haber condicionado los resultados obtenidos.

En conclusión, el presente estudio ha permitido explorar de forma preliminar la relación que guardan la movilidad en rotación externa de la cadera y la fuerza de la musculatura abductora con la producción

de lesiones en el fútbol femenino amateur. Resultan necesarias más y mejores investigaciones para alcanzar resultados definitivos.

Bibliografía

- Datson N, Hulton A, Andersson H, Lewis T, Weston M, Drust B, *et al.* Applied physiology of female soccer: an update. *Sports Med.* 2014;44(9):1225-40.
- Fahmy M. Increase participation and competitions. 5th FIFA Women's Football Symposium; 15-17 July; Frankfurt 2011. Disponible en: https://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/women/01/51/51/64/presentation_increasparticipation_e.pdf
- Jacobson I, Tegner Y. Injuries among Swedish female elite football players: a prospective population study. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):84-91.
- Tegnander A, Olsen OE, Moholdt TT, Engebretsen L, Bahr R. Injuries in Norwegian female elite soccer: a prospective one-season cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(2):194-8.
- Le Gall F, Carling C, Reilly T. Injuries in Young Elite Female Soccer Players An 8-Season Prospective Study. *Am J Sports Med.* 2008;36(2):276-84.
- Faude O, Junge A, Kindermann W, Dvorak J. Injuries in female soccer players a prospective study in the German national league. *Am J Sports Med.* 2005;33(11):1694-700.
- Giza E, Mithöfer K, Farrell L, Zarins B, Gill T. Injuries in women's professional soccer. *Br J Sports Med.* 2005;39(4):212-6.
- Fuller CW, Dick RW, Corlette J, Schmalz R. Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on grass and new generation artificial turf by male and female football players. Part 1: match injuries. *Br J Sports Med.* 2007;41(suppl 1):i20-i6.
- Fuller CW, Dick RW, Corlette J, Schmalz R. Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on grass and new generation artificial turf by male and female football players. Part 2: training injuries. *Br J Sports Med.* 2007;41(suppl 1):i27-i32.
- Junge A, Dvorak J. Soccer injuries. *Sports Med.* 2004;34(13):929-38.
- Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. UEFA injury study—an injury audit at European Championships 2006 to 2008. *Br J Sports Med.* 2009;43(7):483-9.
- Östenberg A, Roos H. Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season. *Scand J Med Sci Sports.* 2000;10(5):279-85.
- Junge A, Dvorak J. Injuries in female football players in top-level international tournaments. *Br J Sports Med.* 2007;41(suppl 1):i3-i7.
- Dick R, Putukian M, Agel J, Evans TA, Marshall SW. Descriptive epidemiology of collegiate women's soccer injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988–1989 through 2002–2003. *J Athl Train.* 2007;42(2):278.
- Murphy D, Connolly D, Beynnon B. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med.* 2003;37(1):13-29.
- Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Nick TG, Hewett TE. The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *Am J Sports Med.* 2008;36(6):1073-80.
- Söderman K, Alfredson H, Pietilä T, Werner S. Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001;9(5):313-21.
- Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk a prospective biomechanical-epidemiologic study. *Am J Sports Med.* 2007;35(7):1123-30.
- Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21(1):41-50.
- Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med.* 2006;34(2):299-311.
- Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, *et al.* Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med.* 2005;33(4):492-501.
- Malinzak RA, Colby SM, Kirkendall DT, Yu B, Garrett WE. A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clin Biomech.* 2001;16(5):438-45.
- Wallace BJ, Kernozek TW, Mikat RP, Wright GA, Simons SZ, Wallace KL. A comparison between back squat exercise and vertical jump kinematics: implications for determining anterior cruciate ligament injury risk. *J Strength Cond Res.* 2008;22(4):1249-58.
- Fulcher ML, Hanna CM, Elley CR. Reliability of handheld dynamometry in assessment of hip strength in adult male football players. *J Sci Med Sport.* 2010;13(1):80-4.
- Hislop H, Avers D, Brown M. *Daniels and Worthingham's muscle testing: Techniques of manual examination and performance testing.* 9 ed. St. Louis, MI: Elsevier; 2014. 223.
- Norkin CC, White DJ. *Measurement of joint motion: a guide to goniometry.* 4 ed. Philadelphia, PA: FA Davis; 2009.
- Chiaia TA, Maschi RA, Stuhr RM, Rogers JR, Sheridan MA, Callahan LR, *et al.* A musculoskeletal profile of elite female soccer players. *HSS J.* 2009;5(2):186-95.
- Brophy R, Silvers HJ, Gonzales T, Mandelbaum BR. Gender influences: the role of leg dominance in ACL injury among soccer players. *Br J Sports Med.* 2010;44(10):694-7.
- American Academy of Orthopaedic Surgeons. *Joint motion: method of measuring and recording.* Edinburgh: Churchill Livingstone; 2011. 87.

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

Implicaciones funcionales del entrenamiento de la fuerza en el adulto mayor: una revisión de literatura

Roberto Rebolledo-Cobos¹, Cleiton Silva Correa², Jesse Juliao-Castillo³, Raúl Polo Gallardo⁴, Olga Suarez Landazabal⁵

¹Universidad Metropolitana de Barranquilla, Colombia. ²Instituto Federal Farroupilha, Santo Augusto, Rio Grande do Sul, Brasil. ³Universidad Metropolitana de Barranquilla, Colombia. ⁴Programa Universidad Simón Bolívar de Barranquilla, Colombia. ⁵Universidad Metropolitana de Barranquilla, Colombia.

Recibido: 29.04.2016

Aceptado: 29.07.2016

Resumen

El envejecimiento es un conjunto de procesos, inherente a los seres vivos, los cuales inducen a la pérdida de la capacidad de adaptación al ambiente mediante la disminución de la funcionalidad. Está asociado a un declive de las funciones de los sistemas osteomuscular y neuromuscular, convergiendo en el decrecimiento de todas las expresiones de la fuerza muscular, incluyendo la máxima, la potencia y también el tiempo de reacción. La capacidad funcional hace referencia a una cualidad multidimensional, sin embargo, para el aspecto particular de funcionalidad física, se considera como la capacidad fisiológica para realizar las actividades de la vida diaria de forma segura y autónoma, sin provocar agotamiento. Para batallar los fenómenos que promueven la pérdida continua de la capacidad funcional, se requieren de estrategias que promuevan beneficios en los sistemas osteomuscular y neuromuscular, especialmente si logran disminuir la velocidad de deterioro. Las diferentes modalidades de entrenamiento de la fuerza pueden constituir una estrategia adecuada para combatir estos efectos. El objetivo de presente artículo de revisión fue sistematizar las alteraciones del músculo esquelético durante el envejecimiento y las adaptaciones musculares derivadas de los diferentes sistemas entrenamiento de la fuerza en adultos mayores, con base a la literatura científica más conspicua. La síntesis de resultados justifica la importancia de la aplicación del entrenamiento de la fuerza para evitar la sarcopenia y optimizar la capacidad funcional en adultos mayores. Es de suma importancia el conocimiento sobre las particularidades musculares (morfológicas y neuromusculares) necesarias en la implementación de las diferentes modalidades de entrenamiento. Las adaptaciones proporcionadas por el sistema de entrenamiento reactivo, muestran mayores beneficios funcionales para los adultos mayores, cotejado con las modalidades de entrenamiento tradicional y de potencia.

Palabras clave:

Envejecimiento. Adulto mayor.
Adulto mayor frágil.
Fuerza muscular.
Entrenamiento resistido.
Entrenamiento de la fuerza.

Functional implications of the strength training on older adult: a literature review

Summary

Aging is a set of processes, inherent of living beings, of which induce loss of capacity to adapt into the environment by decreased functionality. It is associated to a declivity of the functions of the musculoskeletal and neuromuscular systems converging in degrowth of all expressions of muscular strength, including maximum, power and the reaction time. The functional capacity makes reference to a multidimensional quality, however, for the particular aspect of physical functioning, it is considered as the physiologic capacity to perform activities of daily living safely and independently, without provoking exhaustion. To fight the phenomena that promote the continued loss of functional capacity, they require strategies that promote benefits in musculoskeletal and neuromuscular systems, especially if you manage to decrease the speed of deterioration, benefit the quality of life, functional independence and influence increased life expectancies. Both older men and women, the different modalities of strength training can constitute a proper strategy to combat these effects. The purpose of this review article was to systematize the alterations of skeletal muscle during aging and the derivatives muscular adaptations of the different strength training in older adults systems, based on the most conspicuous and relevant scientific literature. The synthesis of results justifies the importance of the application of strength training to avoid sarcopenia, dynapenia and optimize the functional capacity in older adults. Is paramount the knowledge on muscle characteristics (morphological and neuromuscular) necessary in the implementation of the different modalities of training. The adaptations provided by the reagent system training, showing greater functional benefits for older adults, collated with traditional training modalities and the power training.

Key words:

Aging. Older adult. Frail elderly.
Muscle strength.
Resistance training.

Para la realización de este estudio bibliográfico se contó con apoyo económico de la Universidad Metropolitana de Barranquilla.

Correspondencia: Roberto Carlos Rebolledo Cobos

E-mail: rrebolledo@unimetro.edu.co- robertocareco@hotmail.com

Introducción

Los cambios en el músculo esquelético durante el proceso de envejecimiento están relacionados con la disminución de las características morfológicas y de la función neuromuscular, induciendo en la decadencia de la fuerza voluntaria máxima, la potencia y el tiempo de reacción muscular¹. Como principal deterioro morfológico, durante el envejecimiento se evidencia la disminución del área de sección transversa y de la espesura del músculo, fenómeno asociado a la disminución en el número total de fibras musculares, primordialmente de tipo IIX, responsables de la producción de fuerza rápida².

El patrón de reclutamiento de unidades motoras, la tasa de disparo y la sincronización de la función neuromuscular se ven gradualmente involucradas en el envejecimiento de los tejidos, alterando la coordinación intramuscular y la mecánica del movimiento, factores que inciden negativamente en la capacidad de generar fuerza³. En conjunto, estos eventos importantes para la funcionalidad del músculo esquelético afectan especialmente a los músculos que accionan las articulaciones de miembro inferior, afectando la independencia física y en el nivel de actividad física, fenómeno conocido como Dinapenia⁴.

Para batallar este fenómeno, se requieren de estrategias que promuevan beneficios en el sistema musculoesquelético, especialmente si logran disminuir la velocidad del deterioro. Se ha evidenciado que el entrenamiento de la fuerza es una estrategia adecuada que impacta positivamente la fuerza, calidad y el volumen muscular, así como la optimización del equilibrio corporal en adultos mayores^{5,6}.

Entre mayor sea la eficiencia del músculo esquelético para generar tensión a los segmentos corporales, mayor será la capacidad funcional del individuo⁷. La capacidad de contractibilidad del músculo esquelético para inducir el movimiento de las articulaciones, depende de factores morfológicos y fisiológicos condicionados por la edad biológica, y a la vez, del estado de integralidad o del nivel de deterioro depende de factores morfológicos y fisiológicos condicionados por la edad biológica, y a la vez, del estado de integralidad o deterioro del sistema musculoesquelético, influyendo de esta manera la salud física general^{8,9}.

Para la realización de las actividades de la vida diaria (AVD), como sentarse y levantarse de una silla, subir escaleras o trasladar un objeto, es importante que el músculo esquelético mantenga la capacidad de producir fuerza reactiva y que los tiempos de reacción muscular sean coherentes con la tarea^{10,11}, para que se puedan mantener tanto la capacidad funcional relacionada con la fuerza como los mecanismos musculares preventivos para disminuir el riesgo de caídas en los adultos mayores¹².

Las adaptaciones generadas a partir del entrenamiento de la fuerza (EF), permiten disminuir la velocidad con que las fibras musculares se deterioran, influir positivamente en el riesgo de caídas y conservar la independencia física. El presente estudio de revisión tiene como objetivo, sistematizar los cambios asociados al envejecimiento en el músculo esquelético y las adaptaciones musculares de los distintos sistemas de entrenamiento de la fuerza en dicha población.

Metodología

Estrategia de búsqueda

En un periodo comprendido entre el mes de octubre del 2015 a febrero del 2016 se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura

científica concerniente a las relaciones existentes entre las repercusiones fisiológicas del envejecimiento musculoesquelético y las diferentes modalidades de entrenamiento de la fuerza en adultos mayores. Para el hallazgo y la obtención de los artículos académicos se emplearon las bases de datos *PubMed*, *Scopus* y *Ovid*. Se utilizaron los siguientes términos de búsqueda: "older adult", "Aging" y "Frail Elderly" asociando con los términos: "skeletal muscle", "resistance training", "resistance exercise" y "strength training".

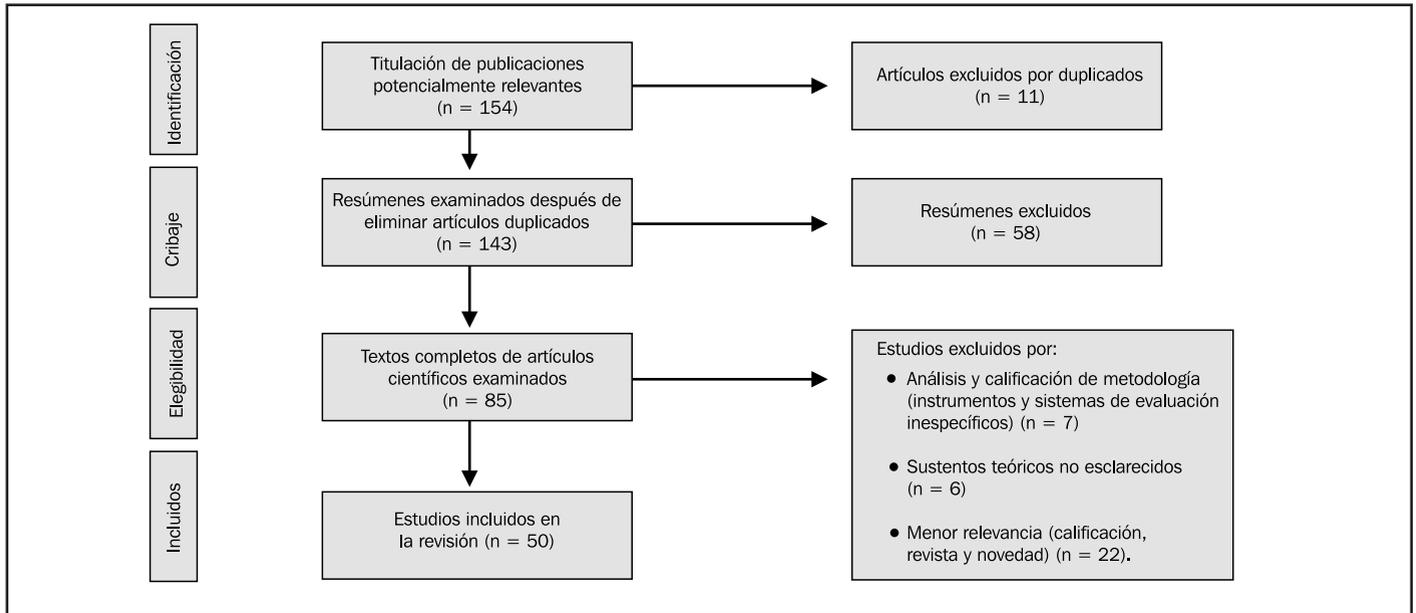
Selección de estudios

Los artículos compilados son de lengua española, inglesa y portuguesa. Para la obtención de los diferentes estudios se excluyeron aquellos que se sustentaban con argumentos teóricos basados en opiniones personales, preferiblemente fueron empleados ensayos clínicos y revisiones de expertos reconocidos a nivel mundial en el tema. La selección se llevó a cabo a través de tres filtros: 1ro) De los artículos arrojados por las bases de datos, inicialmente fueron preseleccionados por su titulación, descartando las publicaciones que evidentemente no se relacionaban con el objetivo del estudio; 2do) Posteriormente se procedió a realizar una lectura del resumen, seleccionando los estudios relacionados directamente con el interés central del presente trabajo, identificando las publicaciones que aparecían en más de una base de datos. Luego fueron recuperados los textos completos de los artículos potenciales para circularlos al filtro final; 3ro) En esta fase se realizó la lectura crítica, análisis y evaluación de cada estudio para constatar su veracidad metodológica y calidad. Se utilizaron instrumentos para la valoración para los artículos, empleando la lista de chequeo CONSORT 2010 para los estudios experimentales con estructura de ensayo clínico y para las revisiones de expertos, se aplicó la lista de chequeo PRISMA. Cada estudio fue evaluado de manera independiente por lo menos 3 de los autores y las calificaciones obtenidas fueron promediadas para priorizar la selección de los estudios con mayor puntaje. Finalmente, para la elaboración de cada componente del presente estudio, fueron incluidas las publicaciones con mayor calificación, relevancia e importancia, aquéllas que para los autores garantizarán la contextualización teórica más pertinente a la idea principal del estudio y argumentaban sus hallazgos con pruebas clínicas válidas internacionalmente (Figura 1).

Resultados

Luego de la revisión exhaustiva de la literatura obtenida durante la búsqueda en las bases de datos consultadas, se encontraron un total de 85 artículos potencialmente conspicuos, de los cuales se tomó una muestra de 50 artículos que para los autores se sustentaban con las mejores bases teóricas, además de poseer eficacia metodológica y mayor relevancia científica. De manera general se encontró una cantidad significativa de trabajos relacionados con los cambios específicos del envejecimiento del músculo esquelético, así como una cantidad moderada de estudios que relacionan mecanismos específicos del EF, con las habilidades funcionales y sus alcances en el envejecimiento del sistema musculoesquelético. La elaboración de la síntesis de apreciaciones y hallazgos científicos que relacionan las características generales

Figura 1. Diagrama de flujo que representa la estrategia de búsqueda y selección de artículos académicos en los que se basa la presente revisión.



del envejecimiento del músculo esquelético, el EF y las habilidades funcionales de adultos mayores se presenta en los siguientes apartados.

El envejecimiento del músculo esquelético

El músculo esquelético luego de alcanzar la madurez física en el ser humano, presenta una reducción significativa de masa libre de grasa, rondando entre el 10% al 16%, obedeciendo a la pérdida de masa a nivel óseo, muscular y en el contenido de agua corporal total, fenómenos relacionados al envejecimiento del organismo humano¹³⁻¹⁵.

La pérdida paulatina de masa en el músculo esquelético es conocida como sarcopenia, se acompaña de la pérdida de la fuerza y del mismo modo, puede influir a la decadencia de la movilidad articular y capacidad funcional que transcurre con el paso de la edad, y así converger en la dinapenia propia del adulto mayor¹⁶. La dinapenia es un término genérico que indica la pérdida de masa, fuerza y calidad muscular, que tiene una influencia significativa dentro del campo de la salud pública, debido a sus bien reconocidas consecuencias funcionales en la marcha y el equilibrio, ampliando el riesgo de caídas y la pérdida de la independencia física, del mismo modo que intervienen en el aumento del riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes, la osteoporosis o enfermedades cardiovasculares¹⁷.

Dentro de las alteraciones morfológicas relacionadas con el músculo esquelético en el envejecimiento se pueden señalar: 1). Disminución en el área de sección transversa de las fibras musculares en las personas mayores de 70 años de edad, así como cambios en la forma de las fibras¹⁸; 2). Disminución del área muscular hasta del 40% entre los 30 a los 80 años¹⁸; 3). Disminución del número total de fibras musculares hasta de un 39%⁷; 4). Disminución selectiva en el tamaño de las fibras musculares tipo IIX o fibras rápidas glucolíticas hasta de 26%¹⁹; 5). Dife-

renciación en la configuración del área muscular, en comparación con el adulto joven, donde 70% de la masa muscular está conformado por fibras musculares, en el adulto mayor desciende este porcentual hasta un 50%²⁰. Efectivamente, a partir de los 25 años de edad, la disminución de la masa muscular es ocasionada tanto por la disminución del número de fibras (especialmente tipo II) como también por la disminución del tamaño de estas²¹.

En los adultos mayores se evidencian cambios neuromusculares que influyen directamente en la producción de fuerza, tales como la disminución del número de unidades motoras asociado a un aumento en el tamaño de las unidades motoras de bajo umbral y una pérdida del número de neuronas motoras alfa de la medula espinal, con la subsecuente decadencia de sus axones². Una evidencia indirecta de este proceso neurodegenerativo es el aumento en los grupos de tipos de fibras encontrados en los músculos de adultos mayores, expresado por los diferentes ciclos de denervación, seguidos por re-inervación, que ocurren en las fibras musculares¹¹. Estas alteraciones en el proceso neurogénico, que por lo general inician aproximadamente alrededor de los 50 años de edad, explican el porqué, cuando la capacidad de re-inervación esta tan reducida, las fibras que quedan totalmente denervadas son suplidas por grasa o tejido fibroso^{17,22}.

Existen varios mecanismos que están ligados a la alteración de la funcionalidad de las motoneuronas en el envejecimiento, como la alteración de la función de la mitocondria, ligado factiblemente a mutaciones del ADN mitocondrial y daños oxidativos, así también como a la disminución de algunos de los factores neurotróficos derivados del cerebro, como la neurotrófina (NT) 3, 4 y 5 y el factor inhibidor de leucemia (LIF), que pueden tener un efecto nocivo en la función de la motoneurona^{14,23,24}.

Trascendiendo a las alteraciones neurológicas y morfológicas del músculo esquelético, en la literatura también han sido descritas las alteraciones del envejecimiento en el metabolismo de la fibra muscular²⁵. El aumento de la edad está relacionado a una reducción aproximadamente del 25% de la capacidad muscular oxidativa y de la perfusión sanguínea durante la actividad contráctil²⁶, en la concentración muscular de glucógeno en reposo, así como una disminución en la actividad de la ATPasa miofibrilar, de las enzimas glucolíticas y oxidativas, de los estoques de ATP, CP y proteína mitocondrial^{27,28}.

La capacidad de regeneración del músculo esquelético igualmente es afectada por el proceso de envejecimiento. Los factores envueltos en la regeneración de la fibra muscular que son alterados con el progreso de la edad son el factor de crecimiento del fibroblasto (FGF), la somatostatina C (IGF-1 o factor de crecimiento insulínico tipo 1 y el factor de crecimiento nervioso (NGF)²⁸. Estos factores son importantes reguladores del crecimiento celular precursoras del músculo esquelético, así como de la mantención o establecimiento del contacto neuromuscular²⁷.

De forma paralela a estos fenómenos, asociado a las disfunciones musculares en el envejecimiento, también se encuentra la disminución en la actividad fagocitaria, fenómeno que influye de manera directa en el decrecimiento de la eficacia durante la reparación del tejido lesionado

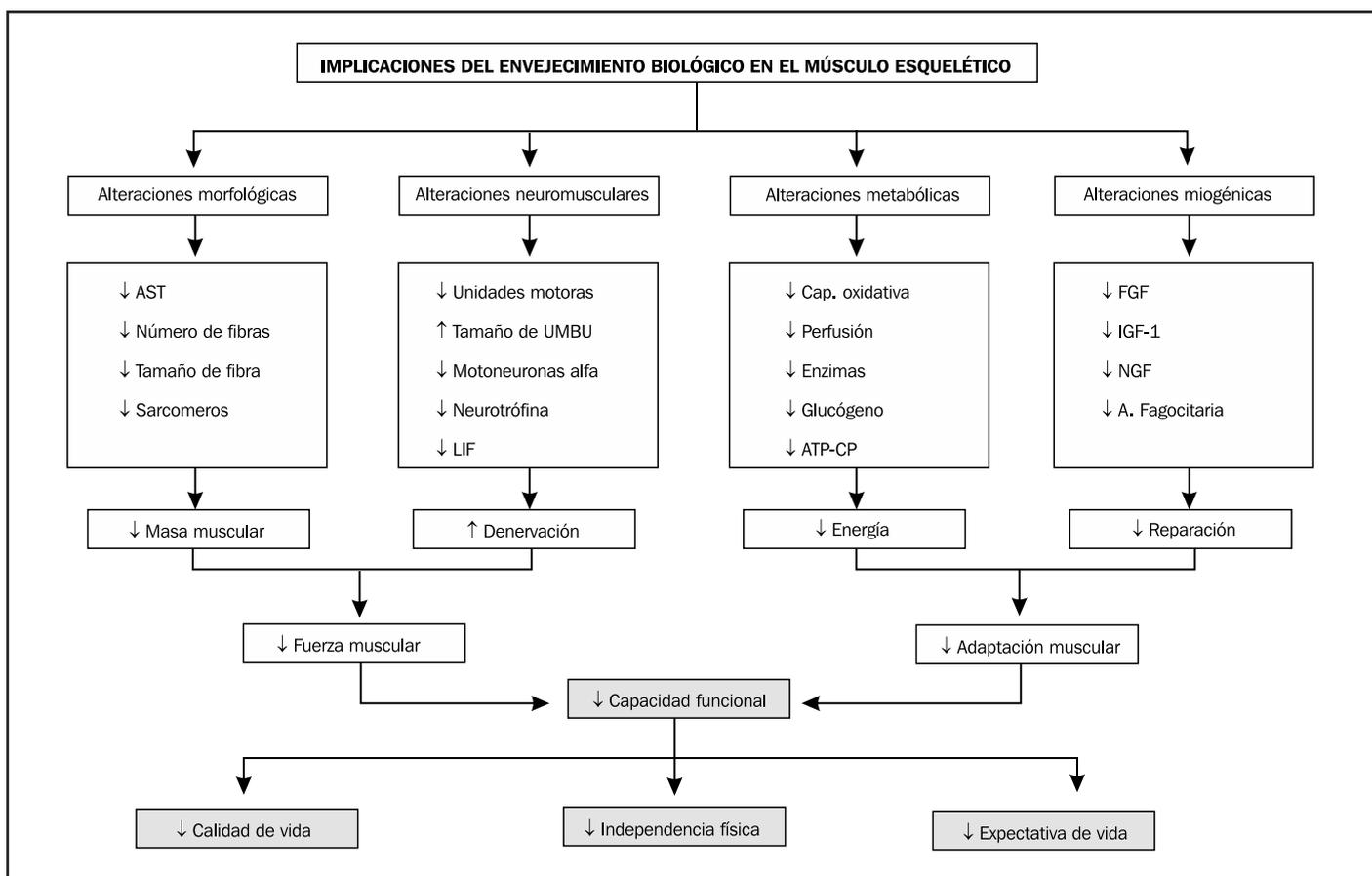
o con alteraciones funcionales²⁹. Considerando este aspecto específico, en particular, al efecto originado por los ejercicios excéntricos, en los cuales se puede incitar a una ruptura de la estructura miofibrilar, fundamentalmente de las bandas Z de los sarcómeros, y además en daño de la membrana celular, el músculo del adulto mayor es menos eficiente en la formación de un nuevo tejido muscular, aunque conserve una buena capacidad de proliferación y fusión de mioblastos²⁹. Más allá de los factores extrínsecos que participan en el proceso, los factores intrínsecos del músculo esquelético, como las variaciones de la matriz extracelular, vascularización, expresión de los factores de crecimiento y en especial, de los receptores de las células satélites, pueden favorecer también para la regeneración menos eficiente observada en los adultos mayores¹³.

En la Figura 2 se esquematizan los cambios en la estructura y función del músculo esquelético que propician la pérdida de funcionalidad y sus implicaciones subsecuentes.

La capacidad funcional en el adulto mayor

El envejecimiento ha sido referido como un proceso, o conjunto de procesos, inherentes de todos los seres vivos que se expresa por la pérdida de la capacidad de adaptación al ambiente y por disminución

Figura 2. Implicaciones del envejecimiento biológico en el músculo esquelético.



AST: área de sección transversa; UMBU: unidades motoras de bajo umbral; LIF: factor inhibidor de leucemia; FGF: factor de crecimiento del fibroblasto; IGF-1: factor de crecimiento insulínico tipo 1; NGF: factor de crecimiento nervioso. El símbolo ↓ representa la disminución o atenuación de la función, nivel o magnitud de la variable. El símbolo ↑ representa el aumento o progresión de la función, nivel o magnitud de la variable.

Tabla 1. Adaptaciones proporcionadas por diferentes modalidades de entrenamiento de la fuerza.

Autor	Año	Sujetos	Modalidad	Características del entrenamiento	Adaptaciones
Sousa, <i>et al.</i>	2011	10 hombres (edad media: 73±6 años).	EFC	12 semanas de entrenamiento, frecuencia de 3 sesiones semanales con intensidades del 50 al 80% de 1RM, 7 ejercicios de 2 a 3S X 12 reps.	Aumento de la fuerza máxima en las cuatro extremidades. Mayor adaptación en extremidades superiores.
Rebolledo-Cobos, <i>et al.</i>	2014	25 mujeres (edad media 63±5 años).	EFC	12 semanas de entrenamiento, frecuencia de 3 sesiones semanales con intensidad del 70% de 1RM, 8 ejercicios con volúmenes de 1 o 3S X 15 reps.	Aumento de la fuerza máxima, calidad muscular y en el área de sección transversa anatómica. Sin adaptaciones funcionales reportadas.
Miszko, <i>et al.</i>	2003	28 hombres y mujeres (edad media: 72.5±6.3 años).	EFC y EFR	Dos grupos con entrenamientos diferentes, 16 semanas continuas con 3 sesiones semanales, 6 ejercicios, 3S X 10 reps.	Adaptaciones en la fuerza máxima mayores en el grupo de EFC. Adaptaciones funcionales más importantes en el grupo de EFR.
Fielding, <i>et al.</i>	2002	30 mujeres (edad media 70.1±1 años).	EFC y EFR	16 semanas de entrenamiento, dos grupos con velocidades de contracción diferentes. 3 sesiones semanales, solo ejercicios para extensores de rodilla 3S X 10 reps.	Aumentos en los picos de fuerza máxima mayores en el grupo de EFC. Adaptaciones funcionales relacionadas con la realización de EFR.
Henwood, <i>et al.</i>	2008	67 hombres y mujeres (edad media: 74.5±1 años).	EFC y EFR	24 semanas de entrenamiento, dos grupos con velocidades de contracción diferentes. 2 sesiones semanales, 6 ejercicios al 75% 1RM, 3S X 8 reps.	Aumentos similares en la fuerza máxima en ambos grupos. Adaptaciones funcionales más importantes relacionadas con la ejecución de EFR.
de Vos, <i>et al.</i>	2005	112 hombres y mujeres (edad media: 69±6 años).	EFR	De 8 a 12 semanas de entrenamiento, con 3 grupos intensidades diferentes (20, 50 y 80% 1RM), 2 sesiones por semana, 3S X 8 reps.	Las diferentes intensidades de entrenamiento mostraron adaptaciones similares en el rendimiento muscular general, sin embargo, a mayor intensidad fue más probable lograr mejoras simultáneas en la fuerza muscular, potencia y resistencia.
Caserotti, <i>et al.</i>	2008	54 mujeres (edad media 70±1 años)	EPA	12 semanas de entrenamiento, 2 sesiones por semana, intensidades entre el 70 a 80% de 1 RM	Aumento de la fuerza explosiva y en la capacidad funcional. Mejores adaptaciones en adultos mayores de 80 años.
Laroche, <i>et al.</i>	2008	24 mujeres (73.2±1 años)	EPA	8 semanas de entrenamientos isocinéticos, 3 sesiones por semana al 80% de la MCV.	Aumentos importantes en la fuerza máxima. Sin cambios de consideración en la fuerza explosiva, el tiempo de reacción muscular y contractibilidad.
Correa, <i>et al.</i>	2012	58 mujeres (edad media 67±5 años)	EFC, EFR y EPA	12 semanas de entrenamiento, 3 modalidades diferentes, 2 sesiones semanales.	Aumento en la fuerza máxima y desempeño muscular. Adaptaciones funcionales más importantes en el grupo con EPA.

RM: repetición máxima; S: series; reps: repeticiones; X: por; MCV: máxima contracción voluntaria; EFC: entrenamiento de fuerza convencional; EFR: entrenamiento de la fuerza rápida; EPA: entrenamiento polimétrico adaptado.

de la funcionalidad^{30,31}. Al hablar de capacidad funcional nos referimos a una cualidad multidimensional, sin embargo, para el aspecto particular de funcionalidad física, diversos autores la consideran como la capacidad fisiológica y/o física para hacer las actividades de la vida diaria de forma segura y autónoma, sin provocar agotamiento³². Al hacer referencia a la funcionalidad, lo asociamos la concepción teórica que la define como la capacidad para realizar actividades o tareas pedidas en el diario vivir y poder resistir de forma independiente^{33,34,31}.

Es de gran relevancia asociar la inactividad física o las conductas sedentarias como un agravante a los fenómenos descritos en los apartados anteriores, y consigo, a la pérdida mucho más rápida de la capacidad funcional³⁵. La falta de activación muscular induce al descondicionamiento progresivo de las aptitudes musculoesqueléticas y cardiometabólicas, favoreciendo a la fragilidad de las estructuras óseas y la pérdida de la velocidad de reacción muscular, del mismo modo que favorece la aparición de enfermedades cardiovasculares, lo

que a su vez predispone a caídas que pueden sobrellevar fracturas y eventos cardiovasculares catastróficos. Entendiendo las implicaciones funcionales, emocionales y en la calidad de vida que desencadenan las alteraciones ortopédicas o crónicas no transmisibles, se puede asociar la inactividad física del adulto mayor como un factor trascendental en la pérdida de la independencia física²⁵.

Los profesionales en las ciencias de la salud, a los cuales le compete la salud del adulto mayor deben intervenir directamente en sus estilos de vida, para favorecer la realización periódica de actividad física planificada, de esta manera se impulsa la principal estrategia no farmacológica que impacta en el bienestar físico del ser humano, promoviendo la funcionalidad, movilidad y autonomía. Considerar el déficit funcional de los adultos mayores como un problema de salud pública favorece al aumento de la expectativa de vida en las diferentes comunidades debido a que se puede impactar de manera positiva en la calidad de vida de esta población y en los años vividos sin trastornos incapacitan-

tes²⁵. El desenvolvimiento de las distintas actividades diarias, laborales o recreacionales en el adulto mayor requiere la suficiente fuerza muscular, mecanismo primordial desarrollado a través de la realización constante de ejercicio físico, que es especialmente efectivo si está regido por un profesional competente en el área^{30,25,35}.

Implicaciones fisiológicas y funcionales de distintas modalidades del EF en el adulto mayor

Las distintas modalidades de entrenamiento de la fuerza muscular (EF) muestran diferentes adaptaciones en el tejido muscular, como es el desarrollo de la fuerza máxima, la potencia o la fuerza reactiva (Tabla 1). Dentro de los tipos de EF se pueden encontrar los siguientes: sistemas de entrenamiento convencionales (EFC), el entrenamiento de la fuerza rápida (EFR) y de fuerza reactiva a través de los sistemas de entrenamientos pliométricos adaptados (EPA), donde se encuentra presente el período de estiramiento y acortamiento¹². La habilidad de producir fuerza rápidamente requiere de la intervención intensa de las fibras musculares tipo IIX, capacidad que habitualmente está reducida en adultos mayores. La fuerza rápida tiene una importancia significativa, tanto para los hombres como para las mujeres de cualquier edad, ya que esta nos permite realizar actividades donde se requiere una aplicación intensa pero breve, de fuerza¹⁷. La prescripción de un tipo de EF que influya de la mejor manera en la manutención de la capacidad funcional, es elemental para la autonomía física y una buena calidad de vida de los adultos mayores¹⁶.

Entrenamiento convencional de la fuerza muscular -EFC

El EFC, recurre a las máquinas y pesos libres con velocidad de contracción controlada (tanto concéntrica como excéntrica), en la que tiene como objetivo principal acrecentar la fuerza dinámica máxima y la espesura muscular, reduciendo el proceso de sarcopenia en adultos mayores¹⁶.

La adaptación de un programa sistemático y frecuente de EFC, previene la manifestación de enfermedades crónicas y, por lo tanto, reduce también los costos en procedimientos médicos²⁹. El EFC en adultos mayores evidencia aumento del tono y la fuerza muscular³⁶. Especialmente cuando se realizan sesiones de ejercicios con intensidades entre el 70% y el 90% de una repetición máxima (1RM) han demostrado incrementos significativos en la fuerza muscular, calidad muscular y así, aumentos importantes en la masa muscular³⁷. Dichos incrementos están más relacionados a la alta intensidad en la realización de los ejercicios, próximos al 100% de 1RM, con volumen de entrenamiento entre 1 y 3 series por ejercicio³⁷, con una frecuencia semanal mínimo de dos veces, usando máquinas y pesos libres²⁰.

Entrenamiento de la fuerza rápida -EFR

El EFR utilizado en la mayoría de los estudios, se fundamenta en la adaptación del EFC, siendo la primordial diferencia, la ejecución de una fase concéntrica con máxima velocidad de contracción^{31,38,39}. La realización de contracciones rápidas está influenciada por factores neuromusculares asociados a la tasa de disparo de las unidades motoras, el número de fibras musculares inervadas y la fatigabilidad⁴¹.

Si bien el EFC se muestra efectivo en el progreso de la fuerza máxima, siendo en menor magnitud en la potencia muscular, el efecto del EFR sobre las habilidades funcionales se observa con mayor impacto debido a su efecto sobre la producción rápida de fuerza muscular^{10,38-40}. En el EFR, más allá de promover las adaptaciones efectivas similares al EFC en la fuerza máxima, se encuentran mejores resultados en las evaluaciones funcionales, logrando impactar de excelente manera la capacidad funcional, las AVD y un estilo de vida más autónomos^{23,41,42}.

Los adultos mayores que requieren de ayuda para realizar actividades como caminar, subir escaleras o levantarse de una silla, tienen entre 42% y 54% menos potencia muscular en los músculos extensores de las rodillas, en comparación de adultos mayores que no lo necesitan⁴². La disminución de la potencia muscular está directamente relacionada con un aumento del riesgo de caídas, es por eso que las modalidades de entrenamiento de la fuerza con contracciones rápidas, favorecen de manera importante, la funcionalidad e independencia física de los adultos mayores, debido a las adaptaciones positivas que proporcionan en la contractibilidad y potencia musculoesquelética²⁰.

Entrenamiento Pliométrico Adaptado (entrenamiento reactivo)- EPA

La capacidad de elaboración de fuerza muscular es influenciada por dos factores imprescindibles: la morfología del tejido (ángulo de penación, área de sección transversa fisiológica, longitud y tipo de fibras) y las propiedades de activación neuromuscular²⁰. En el adulto mayor, está demostrada una decadencia de la capacidad de activación de las unidades motoras, asociado principalmente de la sarcopenia^{32,22}. En tanto, cuando los adultos mayores son sometidos a un programa de entrenamiento de la fuerza, estos efectos deletéreos del envejecimiento consideran ser contrarrestados, indicando que grandes partes de los mecanismos relacionados con la pérdida de masa y fuerza muscular son procedidos del sedentarismo^{43,44}.

Existe evidencia referente a los beneficios en la ejecución de EPA con población adulta mayor, especialmente en relación a las mejoras en la activación y respuesta muscular. De esta forma, ha sido protegida la aplicación de entrenamientos de fuerza explosiva con ciclos de alargamiento-acortamiento que incrementan la producción de fuerza, considerando que existe una pérdida más significativa en la capacidad de producción de fuerza explosiva que en la fuerza isométrica en adultos mayores. Sin embargo, es menos usual encontrar estudios que ejecuten programas de EPA en adultos mayores en comparación a sistemas de EFT y EFR¹².

En el 2008, uno de los hallazgos de Caserotti *et al.*, comprobó el aumento en la fuerza explosiva de los músculos extensores de rodilla en adultos mayores alrededor de los 60 y 80 años de edad, posterior a las 12 semanas de EPA (2 veces por semanas, con intensidad de 70% a 80% de 1RM)⁴⁵. Del mismo modo, fue demostrado que una frecuencia baja de entrenamiento con cargas adecuadas fue capaz de optimizar la capacidad de producción de fuerza explosiva en adultos mayores. Otro resultado del estudio pudo mostrar un mayor aumento en la potencia muscular en sujetos con edades superiores a los 80 años en comparación con sujetos de edades entre los 60 y 70 años⁴⁵. Esta conclusión derivada del estudio fortalece la idea que, a pesar de tener mayores

déficits funcionales relacionados con la dinapenia, los adultos mayores de 80 años tienen una entrenabilidad muscular superior.

En relación a las pérdidas de fuerza entre los hombres y mujeres, parece que los sujetos de sexo femenino pueden manifestar mayores pérdidas de fuerza explosiva en los miembros inferiores, relacionándose esta situación con la menor cantidad de masa muscular, respaldando la noción de que las mujeres adultas mayores sedentarias presentan mayor riesgo de caídas que los hombres de la misma edad y características^{46,47}.

El tiempo de reacción y activación de la musculatura de tobillo y rodilla en mujeres adultas mayores es mucho menor en comparación a mujeres más jóvenes, teniendo en cuenta que los grupos musculares de estas articulaciones son esenciales para el sostenimiento del equilibrio, posterior a una perturbación de la postura, siendo también exigidos durante la marcha⁴⁷, tal como lo evidenciaron los hallazgos de Laroche *et al.*, en 2008 donde demuestran que si bien, en mujeres adultas mayores⁸ semanas de EPA no son suficientes para obtener adaptaciones importantes en la potencia o tiempo de reacción muscular, es tiempo suficiente para disminuir la coactivación antagonista que modula el aumento en la fuerza máxima y capacidad funcional, especialmente en la musculatura de miembros inferiores⁴⁶.

Siguiendo con la comparación entre ambos sexos, en el 2008 Caserotti *et al.*, evaluaron las posibles diferencias en los elementos precisos de la potencia muscular durante las fases concéntricas y excéntricas de la ejecución de un salto con contra movimiento en adultos mayores. Los autores pudieron observar que los hombres presentan un mayor pico de potencia muscular en la fase concéntrica en comparación a las mujeres de la misma edad, además de descubrir que las mujeres adultas mayores presentan mayor eficiencia en el final de la fase concéntrica de los saltos que los hombres, lo que fue manifestado por la disminución entre la velocidad al tiempo de la pérdida de contacto del pie con el suelo y la máxima velocidad concéntrica, resultando en una mínima altura alcanzada por las mujeres⁴⁸. Acorde con los autores, la menor velocidad conseguida por las mujeres, permite considerar que la disminución en el desempeño en la mecánica muscular durante las contracciones concéntricas intensas que promueven movimientos rápidos, sería un factor responsable por el mayor manejo de tiempo para readquirir el equilibrio después de su pérdida, lo que también podría expresar el mayor índice de caídas sufridas en relación a los hombres adultos mayores.

Por lo tanto, el EPA se puede considerar una estrategia importante, pero poco explorada, para el aumento de la potencia muscular en los adultos mayores, especialmente por disminuir las consecuencias resultantes de los efectos mortales del envejecimiento¹², como son la pérdida de fuerza, la disminución de la activación/respuesta neuromuscular siendo este resultado de la sarcopenia y la denervación de fibras musculares rápidas, que son las primordiales causas de caídas en los adultos mayores⁴⁹.

Discusión

Con base a las consideraciones obtenidas en los apartados anteriores, es substancial dilucidar cuales son los efectos fisiológicos proporcionados por las diferentes modalidades de EF para el sostenimiento de

la fuerza, la promoción de la hipertrofia muscular y la optimización de la capacidad funcional en los adultos mayores. Para esto, fue de suma importancia, el conocimiento sobre los cambios en las características del músculo esquelético (morfológicas, neuromusculares, metabólicas y miogénicas) sobrellevadas en el envejecimiento biológico.

La falta de fuerza, primordialmente de los músculos dorsiflexores, puede reducir la capacidad de los adultos mayores de sobrepasar dificultades y acrecentar la periodicidad de tropiezos. Más allá de estos acontecimientos, la menor rigidez tendinosa, que afecta la transmisión de fuerza para el músculo, la disminución de la liberación de calcio por el retículo sarcoplasmático y los factores extrínsecos como la depresión, falta de sueño, artritis e hipertensión, pueden ampliar el riesgo de caídas en adultos mayores⁴⁶. Es una realidad innegable, que los adultos mayores con estilos de vida físicamente poco activos tienden a acelerar el deterioro morfológico y fisiológico del músculo esquelético, y de forma paralela, se acrecienta el riesgo de caídas y lesiones más graves. Adultos mayores con historial de vida activo, tienen una capacidad superior de incorporar unidades motoras en circunstancias que exijan una rápida respuesta muscular, como un tropiezo⁴⁷.

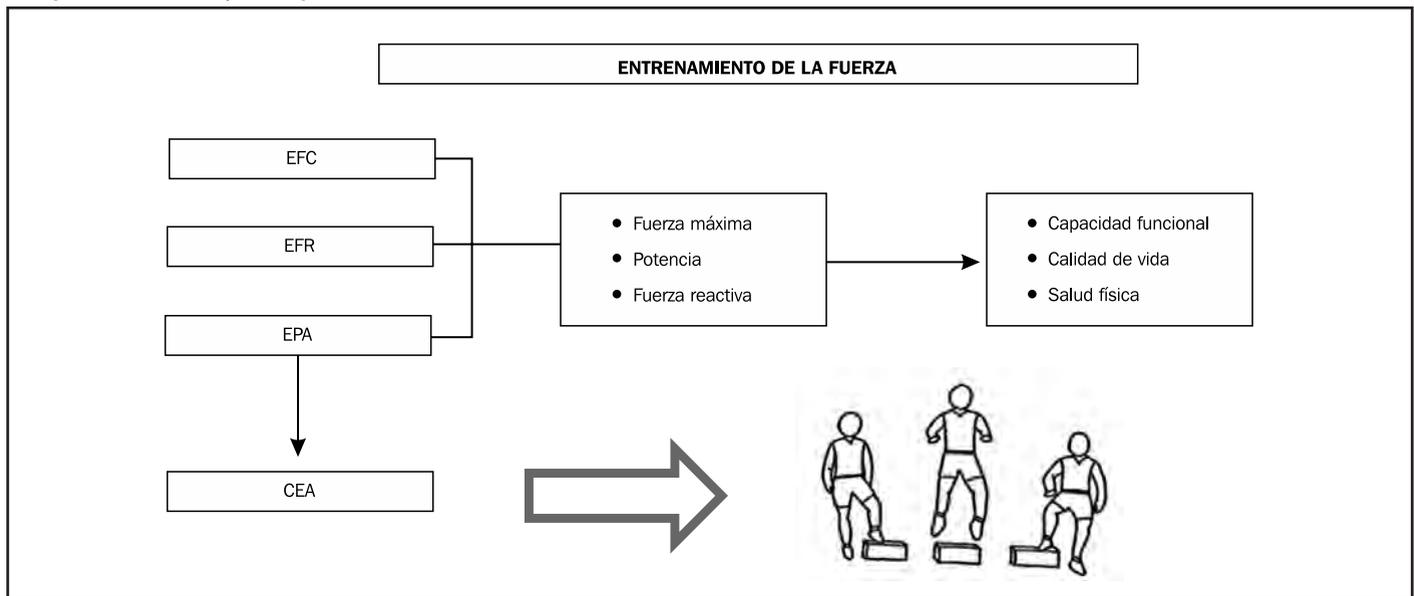
Las adaptaciones en la fuerza máxima y en la fuerza resistente del músculo esquelético proporcionadas por alguna modalidad de EF es un componente importante para limitar el deterioro muscular sobrellevado en el envejecimiento biológico, sin embargo, para poder impactar de manera positiva en la capacidad funcional, calidad y expectativa de vida de las personas, los sistemas de entrenamiento deben proveer adaptaciones no solo enfocadas a la fuerza, sino que también logren potenciar la respuesta neuromuscular rápida y consigo, adaptaciones funcionales que promueven la independencia física del sujeto^{50,24}.

Aunque las respuestas fisiológicas que provienen de la realización periódica del EFT y EFR en el adulto mayor generalmente convergen en el aumento de las condiciones morfológicas y neuronales del músculo, las magnitudes de dichas adaptaciones dependen de dos factores primordialmente, las características intrínsecas del sujeto que entrenará y las especificaciones del sistema de entrenamiento.

La edad biológica, el sexo, la presencia de patologías sistémicas, la dimensión del deterioro físico, cognitivo y las características conductuales en la adultez mayor, fijan de gran manera los cambios que pueden proporcionar la realización periódica de ejercicio físico. Antes de poder realizar paralelos para la aplicabilidad de algún mecanismo de intervención basado en un estudio publicado dirigido a esta población, es necesario verificar las características propias de la población que fue estudiada y el sujeto que será objeto de la intervención, debido a que muchas veces las comorbilidades que ostentan los adultos mayores influyen en la obtención de resultados similares y pueden sesgar la aplicación de una intervención ya ensayada. Del mismo modo, al querer comparar de manera general diferentes modalidades de entrenamiento contra resistencias, las especificaciones propias de la sistematización, periodización, volumen, intensidad, grupos musculares involucrados, velocidad de contracción, intervalo de recuperación, tipo de resistencia externa, entre otros factores enmarcados en la estructura del programa de entrenamiento, serán elementos a tener en cuenta, ya que determinarán la repuesta metabólica, morfológica y fisiológica subsecuente.

Decidir que modalidad de EF se efectuará en un grupo o en un individuo, sigue siendo inicialmente circunstancial al estado físico y mental

Figura 3. Esquematación de los tres tipos específicos de entrenamiento de la fuerza; EFC: entrenamiento de fuerza convencional; EFR: entrenamiento de la fuerza rápida; EPA: entrenamiento polimétrico adaptado; y CEA: ciclo estiramiento-acortamiento. Las tres modalidades muestran tener eficiencia en la mejora en las expresiones de la fuerza muscular y en la capacidad funcional, promoviendo la salud, la independencia física y una óptima calidad de vida.



del adulto mayor, luego pasando por la sensibilidad y tolerancia al esfuerzo proporcionado, debido a la elevada exigencia física que conlleva algunos de los tipos de EF. Los autores recomiendan que la aplicación de sistemas de EFR y EPA deben ser precedidos de una preparación física general, como lo evidencia Correa *et al.*, (2012), donde antes de implementar EFR y EPA en adultos mayores, realizó un periodo inicial de 6 semanas de preparación con EFC, esto con el fin de garantizar la adecuada realización de los movimientos y limitar los eventos adversos que se podrían presentar¹².

El EPA parece ser una eficaz estrategia para el desarrollo de las capacidades procedidas del bienestar muscular e incremento del desempeño para pruebas funcionales¹². Hoy en día, existe la necesidad de establecer evidencias más amplias sobre los sistemas de entrenamiento que involucren el período estiramiento-acortamiento de músculo esquelético, ya que su implementación ha demostrado resultados positivos en el desempeño de actividades que requieren de fuerza reactiva de los miembros inferiores, componentes trascendentales para la buena ejecución y manutención de la capacidad funcional, salud motora y consecuentemente, calidad de vida en adultos mayores^{12,47,49} (Figura 3).

Conclusiones

El deterioro de las funciones sistémicas que trae consigo el proceso de envejecimiento, encamina a una serie de alteraciones en la función musculoesquelética. La sarcopenia y la reducción en la inervación neuromuscular, trae consigo implicaciones negativas en la calidad de vida del adulto mayor, debido a la disminución de la capacidad funcional e independencia física. La inactividad física y el sedentarismo son factores catalizadores de estos fenómenos.

Las carencias funcionales suscitan las caídas y fracturas en los adultos mayores, por tanto, los profesionales en las ciencias de la salud con pertinencia en el campo de la salud física de esta población, deben incitar al uso de estrategias que limiten la decadencia del sistema musculoesquelético, como el EF. La evidencia científica citada en los anteriores apartados, argumenta la ejecución de programas de fortalecimiento muscular, debido a que provee grandiosos beneficios en la salud física y autonomía física del adulto mayor, promoviendo el bienestar y calidad de vida.

A pesar que el EPA se muestra como el método de entrenamiento con óptimos resultados funcionales, se debe destacar que su implementación exige estar inspeccionada por profesionales en el área de la prescripción del ejercicio y el acondicionamiento físico, debido a su metodología y exigencia física. No obstante, debido a la variedad en las repercusiones biológicas del envejecimiento de sujeto a sujeto, efectuar las distintas estrategias de EF también evidencia resultados positivos en las variadas manifestaciones de la fuerza, promoviendo la reducción del deterioro motor y optimizando la capacidad funcional del adulto mayor.

Bibliografía

1. Bottaro M, Machado S, Nogueira W, Scale R, Veloso J. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol.* 2007;99(3):257-64.
2. Sturmiels D, St George R, Lord S. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin.* 2008;38(1):467-78.
3. Hakkinen K, Newton R, Gordon S, McCormick M, Volek J, Nindl B, Kraemer WJ. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol Biol Sci and Med Sci.* 1998; 53(6):B415-B423.
4. Cadore E, Pinto R, Lhullier F, Correa C, Alberton C, Pinto S, Krue L. Physiological effects of concurrent training in elderly men. *Int J Sports Med.* 2010;31(10):689-97.

5. Correa C, Baroni B, Radaelli R, Lanferdini F, Cunha G, Reischak-oliveira A, et al. Effects of strength training and detraining on knee extensor strength, muscle volume and muscle quality in elderly women. *Age (Dordr)*. 2013;35(5):1899-904.
6. Sayers S. High velocity power training in older adults. *Curr Aging Sci*. 2008;1(1):62-7.
7. Bean J, Kiely D, LaRose S, Alian J, Frontera W. Is stair climb power a clinically relevant measure of leg power impairments in at risk older adults?. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007; 88(5):604-9.
8. Bean J, Kiely D, Herman S, Leveille S, Mizer K, Frontera W, et al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(3):461-7.
9. Bean J, Herman S, Kiely D, Frey I, Leveille S, Fielding R, et al. Increased Velocity Exercise Specific to Task (InvEST) training: a pilot study exploring effects on leg power, balance, and mobility in community-dwelling older women. *J Am Geriatr Soc*. 2004; 52(5): 799-804.
10. Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(4):450-72.
11. Granacher U, Gruber M, Gollhofer A. Resistance training and neuromuscular performance in seniors. *Int J Sports Med*. 2009;30(9):652-7.
12. Correa C, Laroche D, Cadore E, Reischak-Oliveira A, Bottaro M, Krue L, et al. 3 different types of strength training in older women. *Int J Sports Med*. 2012;33(12):962-9.
13. Steib S, Schoene D, Pfeifer K. Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2010; 42(5): 902-914.
14. Mero A, Hulmi J, Salmijarvi H, Katajaviuori M, Haverinen M, Holviala, J, et al. Resistance training induced increase in muscle fiber size in young and older men. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(3):641-50.
15. Raymond M, Bramley-tzerefos R, Jeffs K, Winter A, Holland A. Systematic Review of High-Intensity Progressive Resistance Strength Training of the Lower Limb Compared With Other Intensities of Strength Training in Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2013; 94(8):1458-72.
16. Mitchell W, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol*. 2012;3(1):260-6.
17. Deschenes M. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*. 2004;34(12): 809-24.
18. Hughes V, Frontera W, Wood M, Evans W, Dallal G, Roubenoff R, et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(5): B209-B217.
19. Frontera W, Hughes V, Lutz K, Evans W. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol*. 1991;71(2):644-50.
20. Correa C, Pinto R. Efeitos de Diferentes Tipos de Treinamento de Força no Desempenho de Capacidades Funcionais em Mulheres Idosas. *Estud Interdiscipl Envelhec*. 2011;16(1): 41-60.
21. Sturniels D, St George R, Fitzpatrick R, Lord S. Effects of spatial and nonspatial memory tasks on choice stepping reaction time in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008;63(10):1063-8.
22. Hakkinen K, Kraemer W, Newton R, Alen M. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand*. 2001; 171(1):51-62.
23. Granacher U. Strength training or balance training: what best protects seniors from falls? (interview by Dr. Susanne Kammerer). *MMW Fortschr Med*. 2004;146(15):18-20.
24. Dennis R, Ponnappan U, Kodell R, Garner K, Parkes C, Bopp M, et al. Immune Function and Muscle Adaptations to Resistance exercise in Older Adults: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial of a Nutritional Supplement. *Trials*. 2015;16(1):121-5.
25. Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Uchida Y, Iida H, Meguro M, et al. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24(5):799-806.
26. Clark W, Manini T. Sarcopenia \neq Dynapenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008;63(8): 829-34.
27. Jackman R, Kandarian S. The molecular basis of skeletal muscle atrophy. *Am J Physiol Cell Physiol*. 2004;287(4):C834-C843.
28. Kandarian S. The molecular basis of skeletal muscle atrophy--parallels with osteoporotic signaling. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2008;8(4):340-1.
29. Tinetti M. Clinical practice: preventing falls in elderly persons. *N Engl J Med*. 2003;348(1): 42-9.
30. Hunter G, Wetzstein C, Mclafferty C, Zuckerman P, Landers K, Bamman M. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33(10):1759-64.
31. Miszko T, Cress M, Slade J, Covey C, Agrawal S, Doerr C. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003;58(2):171-5.
32. Lobo A, Santos MP, Carvalho J. Anciano institucionalizado: calidad de vida y funcionalidad. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2007;42(1):22-6.
33. Medina B, Rodríguez G, García Mena L. *Abatimiento funcional y falla para recuperarse en función de la funcionalidad*. México: 2.a ed, Mc-Graw-Hill; 2007. 130-134.
34. Lazcano B. *Evaluación geriátrica multidimensional*. México: 2.a ed, Mc-Graw-Hill; 2007. 83-104.
35. Brill P, Macera C, Davis D, Blair A, Gordon N. Muscular strength and physical function. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(2):412-6.
36. Sousa N, Mendes R, Abrantes C, Sampaio J. Differences in maximum upper and lower limb strength in older adults after a 12 week intense resistance training program. *J Hum Kinet*. 2011;30(1):183-8.
37. Rebolledo-Cobos R, Correa C, Reischak-Oliveira A. Metabolic response and muscle adaptation to high and low volume of resistance training in postmenopausal women. *Rev Mov Cient*. 2014;8(1):8-17.
38. Fielding R, Lebrasseur N, Cuoco A, Bean J, Mizer K, Fiataronesingh M. High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J Am Geriatr Soc*. 2002; 50(4):655-62.
39. Henwood T, Riek S, Taaffe D. Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008;63(1):83-91.
40. de Vos N, Singh N, Ross D, Stavrinou T, Orr R, Fiatarone-Singh M. Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(5):638-47.
41. Foldvari M, Clark M, Laviolette L, Bernstein M, Kaliton D, Castaneda C, et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(4):M192-M199.
42. Cuoco A, Callahan D, Sayers S, Frontera W, Bean J, Fielding R. Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59(11):1200-6.
43. Barbat-Artigas S, Dupontgand S, Fex A, Karelis A, Aubertin-leheudre M. Relationship between dynapenia and cardiorespiratory functions in healthy postmenopausal women: novel clinical criteria. *Menopause*. 2011;18(4):400-5.
44. Manini T, Clark B. Dynapenia and aging: an update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012; 67(1):28-40.
45. Caserotti P, Aagaard P, Puggaard L. Changes in power and force generation during coupled eccentric-concentric versus concentric muscle contraction with training and aging. *Eur J Appl Physiol*. 2008;103(2):151-61.
46. Laroche D, Roy S, Knight C, Dickie J. Elderly women have blunted response to resistance training despite reduced antagonist coactivation. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(9): 1660-8.
47. Laroche D, Knight C, Dickie J, Lussier M, Roy S. Explosive force and fractionated reaction time in elderly low- and high-active women. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(9):1659-65.
48. Caserotti P, Aagaard P, Larsen J, Puggaard L. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18(6):773-82.
49. Goulart N, Antunes A, Schmitz V, Correa C, Pinto R. Plyometric training: evaluation methods, benefits other sports modalities and comparison with other types of training. *Arquivos do Movimento*. 2011;7(1):86-103.
50. Emerson N, Stout J, Fukuda D, Robinson E, Scanlon T, Beyer K, et al. Resistance training improves capacity to delay neuromuscular fatigue in older adults. *Arch Gerontol Geriatr*. 2015;61(1):27-33.

Criterios para el retorno al deporte después de una lesión

Tomás F. Fernández Jaén¹, Pedro Guillén García²

¹Servicio de Medicina y Traumatología del Deporte. Clínica CEMTRO. Escuela Española de Traumatología del Deporte. UCAM. Murcia. ²Cirugía Ortopédica y Traumatología. Clínica CEMTRO. Madrid. Catedrático de traumatología del deporte. UCAM. Murcia.

Recibido: 08.08.2016
Aceptado: 21.09.2016

Resumen

Uno de los retos más decisivos a los cuales se enfrenta el médico y traumatólogo del deporte es la toma de decisión de cuándo el deportista que ha sufrido una lesión puede reincorporarse a la práctica deportiva.

Para la toma de decisión el médico responsable tendrá que tener en cuenta distintos parámetros, como son: el tipo de deporte; el gesto técnico deportivo que tiene que realizar; el tiempo y las fases de la recuperación biológica de la lesión; la recuperación de los parámetros funcionales y la completa superación mental o psicológica de la lesión.

En este trabajo, vamos ir desgranando las distintas particularidades que es preciso tener en cuenta para una toma de decisión adecuada con el fin de evitar las complicaciones, recaídas y que el deportista vuelva al mismo nivel deportivo previo a sufrir la lesión. Valoraremos la lesión en general y no la particularidad de cada una de ellas.

Es importante valorar cada parámetro de forma individual y a la vez de forma colectiva. No puede ser dado de alta deportiva y autorizado a reincorporarse al deporte si no tiene todos los parámetros en los niveles adecuados.

Estableceremos distintos criterios: biológico; funcional; deportivo y criterio psicológico para que el análisis en su conjunto nos pueda ayudar a la toma de la decisión mas adecuada a cada deportista y a su lesión.

Consideramos que existen tres altas a nivel de la traumatología del deporte. El alta médica, cuando deportista deja de ser un enfermo y puede comenzar la preparación física. Alta deportiva, que acontece cuando ha terminado la preparación física general y está apto para los entrenamientos específicos de su especialidad deportiva, y por último, el alta de competición, después del cual el deportista puede competir.

Palabras clave:
Retorno al deporte.
Lesión. Deporte.

Proponemos una lista para el chequeo y toma de decisión de cualquier lesión deportiva, que sirva de base para posteriores estudios y modificaciones que concreten este importante reto de la medicina deportiva.

Criteria to return to play sports after an injury

Summary

One of the most decisive challenges clinicians and sports medicine specialists face is deciding when an athlete who has just come out of injury may return to play.

To take such a decision, the corresponding doctor must keep in mind several parameters such as: kind of sport, technical gesture to be performed in the sport, time of injury and it's biological recovery stages; recovery of functional parameters and finally a full psychological recovery from such an injury.

In this paper, we will explain in detail the various specific features which are to be considered in order to take a suitable decision with the aim of avoiding complications, recidives and thus enabling the athlete to return to his/her state of form, prior to the injury. We will provide a general evaluation of the injury without considering specific aspects each injury may show.

Each variable must be both individually and collectively considered. An athlete should not be given the ok to return to play unless all criteria show adequate values.

We will establish various criteria: biological, functional, sport specific and psychological in order to obtain an overall analysis which will enable us to take the most adequate decision for each athlete and his/her injury.

We believe a patient may receive the trauma specialist's OK from three points of view: The clinical OK, received when the athlete is no longer "ill" and may begin his physical training regime. The sports activity OK which takes place when his general physical training period has terminated and is prepared to undergo workout sessions specific to his sport specialty and finally the competition OK, after which athletes can return to competition.

Key words:
Return to play.
Injury. Sports.

We propose a decision taking and check list for any sport injury which may be used as future reference for subsequent studies and possible modifications that may further help to define this important challenge in sports medicine.

Correspondencia: Tomás F. Fernández Jaén
E-mail: tomas.fernandez@clinicacentro.com

Introducción

La especialidad de Medicina del Deporte posiblemente es la especialidad médica más exigente que existe, porque no sólo pretende curar al deportista lesionado, sino también, hacer la recuperación en el menor tiempo posible sin que sufra secuelas físicas ni psicológicas, ya que el objetivo primordial es la reincorporación a la práctica deportiva previa y la obtención del máximo rendimiento físico y deporte y minimizar la incidencia de recaídas. Estos objetivos hacen que la especialidad de medicina deportiva esté a la cabeza de la innovación en métodos diagnósticos y tratamientos, incluso alguno de ellos no validados por la práctica clínica diaria. Esta alta exigencia terapéutica condiciona en el peor de los casos la aplicación de métodos y técnicas terapéuticas sin fundamento científico adecuado, ya que el deportista va a buscar aquella persona que le prometa una recuperación rápida y eficaz.

En este marco de exigencia también se produce una perversión del método médico, acudiendo muchos deportistas antes al tratamiento que a tener un diagnóstico preciso y adecuado, por lo que en muchas ocasiones se pierde un tiempo valioso, se condiciona lesiones y complicaciones secundarias retrasando el tiempo de recuperación que dicha lesión tenía. Sin embargo, muchos tratamientos aplicados de forma innovadora han sido posteriormente indicados para la práctica clínica diaria.

Todo lo comentado anteriormente es causado por la existencia de la competición. El atleta debe estar en las mejores y óptimas condiciones físicas, mentales, funcionales y al máximo rendimiento para competir, ya que en caso contrario, significa el fracaso de todo el sistema diagnóstico y terapéutico personalizado aplicado.

El médico del deporte se ve sometido a una presión y exigencias por todo el entorno del deportista, familia, medios de comunicación¹ así como los deportistas y entrenadores².

Existen múltiples trabajos que establecen criterios o tiempos según el tipo de lesión, como por ejemplo tras la rotura del tendón de Aquiles³, después de una luxación anterior de hombro⁴, tras una cirugía de hombro⁵, después a una reconstrucción quirúrgica del ligamento cruzado anterior⁶, o rotura de los músculos isquiosurales⁷, en otros casos se han buscado marcadores séricos para cuantificar el daño y recuperación de la zona lesionada como el Tau-A⁸, la proteína S-100-B y la enolasa específica neuronal (NSE)⁹ en las lesiones cerebrales post conmoción; por otra parte existen trabajos de lesiones infrecuentes que son un reto para la medicina deportiva¹⁰, otros trabajos proponen modelos de criterios para la toma de decisión, pero a nuestro juicio incompletos y limitados a las lesiones de músculo, hombros, conmociones cerebrales...¹¹⁻¹⁶ pero no existen trabajos que establezcan criterios generales que se puedan aplicar a todas las lesiones, éste es el objetivo del presente trabajo, que pueda servir de guía, aplicando los conceptos generales a cualquier lesión producida en el deporte.

Existen múltiples factores que determinan la evolución de los distintos tipos de lesiones deportivas, como son el tipo y mecanismo de rotura donde asientan como por ejemplo, en el caso de la lesión de los isquiosurales¹⁷ el caso de la reconstrucción quirúrgica del ligamento cruzado anterior puede afectar al retorno al juego, factores preoperatorios, operatorios y postoperatorios¹⁸.

Todas las lesiones deportivas tienen inexorablemente tres tiempos de recuperación para un restablecimiento completo del deportista.

Tabla 1. Criterios de valoración de aptitud para el alta.

Criterios de valoración
Criterio biológico
Criterio funcional
Criterio psicológico
Criterio deportivo

Estos tiempos no tienen por qué ser consecutivos, dependientes ni subordinados entre sí. Estos tiempos por fases son: biológico, funcional y psicológico o mental, que condicionan los criterios que tendremos que tener en cuenta para conceder la aptitud a un lesionado para la vuelta a su deporte (Tabla 1).

Tiempo biológico

La reparación/regeneración de un tejido del sistema locomotor va a suceder en fases consecutivas y solapadas entre ellas. De una forma esquemática y didáctica podemos distinguir:

- La fase inflamatoria. La inflamación podemos considerarla como el conjunto de fenómenos genómicos que se traducen en cambios bioquímicos y celulares y que se producen de forma localizada cuando ha actuado un agente lesivo en un tejido. Es una respuesta urgente, inmediata, inespecífica y focal que se pone en marcha inmediatamente desde el momento de la producción de la lesión y cuya duración depende del tipo de tejido lesionado, intensidad y extensión de la lesión tisular. Esta fase es la llave del resto del proceso recuperación, por lo que su modulación, control o fármaco regulación tiene una importancia crucial.
- La fase degeneración/neovascularización. En esta fase la naturaleza limpia los restos proteicos, celulares, detritus... del foco de la lesión, producidos como consecuencia de la acción del agente traumático. Además se incrementa la angiogénesis, con la formación y la llegada de nuevos vasos sanguíneos a fin de aumentar el aporte de células y sustancias de diversos tipos que ayuden a la reparación.
- La fase de proliferación celular y producción de la matriz extracelular. La estimulación celular generada por las sustancias bioquímicas producidas en la fase anterior tiene su máxima expresión en esta fase. Son distintos tipos celulares los que producen la restitución del tejido dañado, produciendo nuevas células específicas del tejido o células madre de reserva. Por otra parte, determinadas células producen el armazón y componente de sostén tisular, la matriz extracelular.
- La fase de modelación y adaptación funcional. Una vez reconstituido el tejido dañado debe adaptarse a la carga mecánica, imprescindible en el mundo del deporte, necesitando realizar la redistribución vascular y la inervación. La carga mecánica, la vascularización y la inervación son los factores integradores de los tejidos del aparato locomotor.

Estas fases descritas anteriormente pueden variar en intensidad y duración dependiendo de la localización de la lesión (músculo, hueso,

tendón...); su distribución a lo largo del tejido afectado (unión músculo tendinosa, músculo, unión osteotendinosa...) como en el caso de la lesión del sóleo¹⁹, factores personales (tabaquismo, enfermedad previa.); anatómicos, zonas proximales, distales y médicos, tratamiento aplicado, técnica quirúrgica realizada...

Los factores limitantes de una buena reparación en el foco son: el aporte de oxígeno, el nivel de vascularización y el aporte metabólico.

Además de lo anteriormente mencionado, existen dos respuestas a nivel genético que condiciona la respuesta del tejido de forma individual, éstas son la respuesta epigenética, término acuñado por Conrad Hal Waddington en 1942 para referirse al estudio de las interacciones entre genes y ambiente que se producen en los organismos, y por tanto, la epigenética es el conjunto de reacciones químicas y demás procesos que modifican la actividad del ADN pero sin alterar su secuencia; y la respuesta genómica, que podemos considerarla como aquellos mecanismos por los que el genoma responde a un estímulo externo o interno produciendo una activación/represión de genes y una modificación de la síntesis de proteínas.

Este tiempo, de forma general después de una rotura completa puede precisar en el tendón de cuatro a seis meses, en el hueso de seis a ocho meses, a nivel muscular de cuatro a seis semanas, en el caso la cirugía del ligamento cruzado anterior alrededor de los seis meses, alrededor de cuatro meses en jugadores de hockey que han sufrido una artroscopia para reparación labral de hombro²⁰, aproximadamente tres meses para la avulsión completa del aductor tratada de forma conservadora²¹.

Tiempo funcional

Este tiempo podemos definirlo como el tiempo transcurrido desde la impotencia funcional absoluta o relativa después de la producción de la lesión hasta la recuperación completa de todos los parámetros funcionales.

La inmovilización inadecuada en tiempo o en forma produce un retardo de la recuperación funcional de tejido afectado, aumenta la rigidez tisular, produce atrofia de los distintos tejidos e incrementa la aparición de complicaciones.

La carga mecánica, como hemos visto previamente, es un factor integrador en el marco de la funcionalidad. Un tejido reparado o regenerado que no cumple con las exigencias mecánicas a las cual es sometido, es un tejido inútil desde el punto de vista funcional, situación que en el mundo del deporte habría que evitar, sin embargo, está demostrado que un tejido lesionado que empieza pronto a recibir carga mecánica por una parte, mejora su reparación biológica, por otra parte acorta el tiempo de recuperación funcional.

Cada tejido, tiene una función mecánica distinta, así por ejemplo, el tendón transmite la fuerza del músculo al hueso, para movilizar la articulación; el músculo tiene características de elasticidad, rigidez y de diferentes tipos de contracciones; el hueso soporta cargas axiales, de tracción y compresión, de torsión y de arqueamiento; los ligamentos, estabilizan las articulaciones para permitir un rango determinado de movilidad...

Como habitualmente las lesiones condicionan pérdidas de distintos parámetros funcionales al estar implicados más de un tipo de tejido,

tenemos que evaluar de forma general los parámetros que sirva de base al criterio funcional.

Tiempo psicológico

Podemos considerarlo desde la fase de no aceptación de la lesión en el momento de su producción hasta la superación psicológica de la misma.

Los deportistas lesionados sufren una alta carga de estrés, tensión emocional, ansiedad porque la incapacidad para practicar su deporte y por ende competir tiene repercusiones personales, económicas y de futuro del deportista. Muchas veces la lesión trunca años de entrenamiento para una determinada competición. Lo que en condiciones normales eran sueños por la lesión se convierten en pesadillas y frustración.

La repercusión psicológica de la lesión depende de la gravedad de la misma y su repercusión para un deporte determinado así como la madurez y veteranía psicológica del deportista. Un deportista veterano está acostumbrado a caerse y levantarse, a superar obstáculos y a vencerse así mismo en múltiples ocasiones.

Las secuelas psicológicas como el miedo o la aprehensión a una nueva lesión producen una bajada de rendimiento durante la reincorporación deportiva además esta secuela condiciona pérdida de seguridad en sí mismo durante la realización del gesto deportivo, por lo que en muchos casos se producen nuevas lesiones o se hipertrofian molestias habituales durante la reincorporación. En otras ocasiones, durante la fase de la reincorporación deportiva no diferencian el dolor, del cansancio habitual o de la molestia generada por el ejercicio físico.

Estos factores psicológicos, aunque los parámetros físicos estén bien, condicionan la incapacidad de retorno al juego²².

Criterios

En base a los tiempos anteriormente citados estableceremos una serie de criterios para evaluar la finalización de los procesos de recuperación de cada tiempo.

Criterios biológicos

Podemos tener en cuenta tres parámetros fundamentales: parámetro temporal, como el tiempo transcurrido desde la lesión a la actualidad. Tenemos que tener en cuenta que el tipo, la gravedad, la intensidad de la lesión de cada tejido conlleva un tiempo mínimo para su reparación/regeneración por tanto hay que considerarlo de forma específica y particular. Actualmente, es un tiempo inmutable, no existen técnicas terapéuticas que puedan acortar este tiempo biológico de reparación, si puede ser retardado por aplicar tratamientos inadecuados.

Externamente podemos evaluar la restauración histológica y anatómica del tejido con la ecografía^{16,19,23,24} o la resonancia, aunque su fiabilidad, especificidad, y sensibilidad están discutidas²⁵⁻²⁹. Se ha intentado la fusión de ambas tecnologías para mejor entender la lesión³⁰. En otros estudios de resonancia magnética relacionan el grado radiológico de la lesión y el tamaño del edema con el tiempo para el retorno al deporte tanto para el grado 1 y 2 de la lesión de los isquiosurales, sin

embargo no encontraron relación entre el tiempo de retorno al deporte y la localización y el tipo de lesión³¹. Otros niegan esta relación y valor³², incluso cuando se ve fibrosis en los isquiosurales después de la lesión no encuentran relación con el riesgo de recaídas³³; otros autores, en cambio, si encuentran relación entre dichos parámetros³⁴.

Criterios funcionales

Dentro de los criterios funcionales tenemos en cuenta los siguientes parámetros: la movilidad; la contracción muscular; la realización de estiramientos; la respuesta al soporte de la carga, la coordinación neuromuscular, la ejecución de los movimientos básicos y específicos del deporte. Todos estos deben ser ejecutados sin provocar dolor, ni signos inflamatorios. Además estos parámetros también son válidos para evaluar las lesiones de columna^{35,36}.

La movilidad valora el estado articular: se precisa una movilidad completa articular. El tono muscular considera el estado muscular y la respuesta a la ejecución de los distintos tipos de contracciones. Los estiramientos evidencian los distintos grados de elasticidad y flexibilidad así como su respuesta de las distintas estructuras del sistema músculo esquelético. La respuesta al soporte de la carga señala el estado óseo y articular.

Más avanzada en la recuperación funcional, se inician los ejercicios de coordinación neuromuscular, movimientos básicos y posteriormente los específicos del deporte. Esta progresión se realiza según la tolerancia a ejercicios cada vez más complejos, intensos y prolongados y dependientes de la posición del jugador en los deportes de equipo, como en el caso de rugby³⁷ o en caso de atletas con rabdomiolisis³⁸. La duración varía dependiendo de múltiples factores entre ellos dos: estado físico previo, tipo de gesto deportivo técnico, preparador o readaptador deportivo...

Criterios psicológicos

Los factores psicológicos y sociales influyen la rehabilitación y posterior resultado de la recuperación³⁹.

Dentro de este apartado debemos considerar, sobre todo en los deportes de contacto, la existencia del miedo a la práctica y al contacto, la aprehensión al deporte y aquellas emociones como síntomas psicológicos (ansiedad...) que menoscaban el rendimiento deportivo. Esta situación produce un sufrimiento al deportista que le atena y le imposibilita la superación de la lesión.

El deportista lesionado aunque realiza parte del tratamiento en el hospital o centro médico, es muy importante reincorporarse lo antes posible a su ambiente deportivo o club para volver a vivir en el escenario o lugar donde se lesionó y seguir conviviendo con su equipo todas las facetas de su profesión. Esta pronta re inserción en su medio amortigua su ansiedad y miedos y el entorno no le es extraño, acaso, si es posible, realizar la recuperación física en su club desde el principio.

Se ha propuesto un test para la evaluación de la motivación y el incentivo del retorno al deporte, aunque sin resultados concluyentes⁴⁰.

Proponemos una lista de chequeo que pueda ayudar a la toma de decisión para el retorno al deporte de cualquier lesión en el contexto de las diferentes altas concedidas en el ámbito de la medicina deportiva (Tabla 2).

Tabla 2. Lista de chequeo que aglutina los distintos parámetros a valorar.

Lista de chequeo
Criterios biológicos Tiempo transcurrido desde la producción de la lesión o tratamiento quirúrgico Ecografía de seguimiento (no imprescindible) Resonancia magnética de seguimiento (no imprescindible) No dolor a la palpación en el sitio de la lesión
Criterios funcionales Movilidad articular completa Todo tipo de contracción sin dolor Estiramientos sin dolor Soporte a la carga sin dolor No dolor postejercicio No signos inflamatorios postejercicios No signos neurológicos
Criterios deportivos No dolor a los movimientos básicos No dolor a los movimientos específicos y gesto técnico deportivo Rendimiento deportivo adecuado
Criterios psicológicos No signos ni síntomas negativos (miedo, aprehensión, angustia...)

En conclusión podemos considerar la decisión de retorno al deporte como uno de los retos más importantes y exigente de la práctica de la medicina deportiva, por lo que el alta deportiva no depende de un solo criterio o parámetro sino de la evaluación de todos ellos en su conjunto, precisando una comunicación sincera, leal, veraz y abierta de todo el equipo multidisciplinar que atiende al deportista, siendo el médico del deportista el último responsable de la toma de decisión. Se necesitan más estudios que pormenoricen las diferencias individuales de las diferentes lesiones deportivas.

Agradecimientos

Al Doctor en Biología D. Juan Manuel Lopez-Alcorocho por la revisión del presente trabajo.

Al Profesor de inglés, D. Mario Wensell por la excelente traducción al inglés del resumen.

Bibliografía

1. Kroshus E, Baugh CM, Daneshvar DH, Stamm JM, Laursen RM, Austin SB. Pressure on Sports Medicine Clinicians to Prematurely Return Collegiate Athletes to Play After Concussion. *J Athl Train*. 2015;50(9):944-51.
2. Yang J, Schaefer JT, Zhang N, Covassin T, Ding K, Heiden E. Social support from the athletic trainer and symptoms of depression and anxiety at return to play. *J Athl Train*. 2014;49(6):773-9.

3. Zellers JA, Carmont MR, Gravare Silbernagel K. Return to play post-Achilles tendon rupture: a systematic review and meta-analysis of rate and measures of return to play. *Br J Sports Med.* 2016.
4. Watson S, Allen B, Grant JA. A Clinical Review of Return-to-Play Considerations After Anterior Shoulder Dislocation. *Sports Health.* 2016;8(4):336-41.
5. Beyzadeoglu T, Circi E. Superior Labrum Anterior Posterior Lesions and Associated Injuries: Return to Play in Elite Athletes. *Orthop J Sports Med.* 2015;3(4):2325967115577359.
6. Walden M, Hagglund M, Magnusson H, Ekstrand J. ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. *Br J Sports Med.* 2016;50(12):744-50.
7. van der Horst N, van de Hoef S, Reurink G, Huisstede B, Backx F. Return to Play After Hamstring Injuries: A Qualitative Systematic Review of Definitions and Criteria. *Sports Med.* 2016;46(6):899-912.
8. Shahim P, Linemann T, Inekci D, Karsdal MA, Blennow K, Tegner Y, et al. Serum Tau Fragments Predict Return to Play in Concussed Professional Ice Hockey Players. *J Neurotrauma.* 2016.
9. Graham MR, Pates J, Davies B, Cooper SM, Bhattacharya K, Evans PJ, et al. Should an increase in cerebral neurochemicals following head kicks in full contact karate influence return to play? *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2015;28(4):539-46.
10. Asplund CA, O'Connor FG. Challenging Return to Play Decisions: Heat Stroke, Exertional Rhabdomyolysis, and Exertional Collapse Associated With Sick Cell Trait. *Sports Health.* 2016;8(2):117-25.
11. Shrier I, Matheson GO, Boudier-Reveret M, Steele RJ. Validating the three-step return-to-play decision model. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25(2):e231-9.
12. Shrier I. Strategic Assessment of Risk and Risk Tolerance (StARRT) framework for return-to-play decision-making. *Br J Sports Med.* 2015;49(20):1311-5.
13. Richie DH, Izadi FE. Return to play after an ankle sprain: guidelines for the podiatric physician. *Clin Podiatr Med Surg.* 2015;32(2):195-215.
14. List M, Nolz Z, Nord W, Huntington M. Return-to-play: a primary care physician's guide to management. *S D Med.* 2015;68(3):121-3, 125.
15. Echemendia RJ, Giza CC, Kutcher JS. Developing guidelines for return to play: consensus and evidence-based approaches. *Brain Inj.* 2015;29(2):185-94.
16. Fernandez-Jaen TF, Rey GA, Cuesta JA, Loureda RA, Espana FA, Matas RB, et al. Spanish Consensus Statement: The Treatment of Muscle Tears in Sport. *Orthop J Sports Med.* 2015;3(12):2325967115622434.
17. Fournier-Farley C, Lamontagne M, Gendron P, Gagnon DH. Determinants of Return to Play After the Nonoperative Management of Hamstring Injuries in Athletes: A Systematic Review. *Am J Sports Med.* 2015.
18. Ellman MB, Sherman SL, Forsythe B, LaPrade RF, Cole BJ, Bach BR, Jr. Return to play following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015;23(5):283-96.
19. Pedret C, Rodas G, Balius R, Capdevila L, Bossy M, Vernooij RW, et al. Return to Play After Soleus Muscle Injuries. *Orthop J Sports Med.* 2015;3(7):2325967115595802.
20. Rangavajjula A, Hyatt A, Ranases E, McCrossin J, Cohen S, DeLuca P. Return to play after treatment of shoulder labral tears in professional hockey players. *Phys Sportsmed.* 2016;44(2):119-25.
21. Ueblacker P, English B, Mueller-Wohlfahrt HW. Nonoperative treatment and return to play after complete proximal adductor avulsion in high-performance athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Jun 9. [Epub ahead of print]
22. Tjong VK, Murnaghan ML, Nyhof-Young JM, Ogilvie-Harris DJ. A qualitative investigation of the decision to return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction: to play or not to play. *Am J Sports Med.* 2014;42(2):336-42.
23. Balius R, Pedret C, Galilea P, Idoate F, Ruiz-Cotorro A. Ultrasound assessment of asymmetric hypertrophy of the rectus abdominis muscle and prevalence of associated injury in professional tennis players. *Skeletal Radiol.* 2012;41(12):1575-81.
24. Jimenez Diaz JF, Alvarez Rey G, Balius Matas R, Berral De La Rosa FJ, Padilla EL, Villa Vicente JG. New technologies applied to ultrasound diagnosis of sports injuries. *Adv Ther.* 2008;25(12):1315-30.
25. Jacobsen P, Witvrouw E, Muxart P, Tol JL, Whiteley R. A combination of initial and follow-up physiotherapist examination predicts physician-determined time to return to play after hamstring injury, with no added value of MRI. *Br J Sports Med.* 2016;50(7):431-9.
26. Chu SK, Rho ME. Hamstring Injuries in the Athlete: Diagnosis, Treatment, and Return to Play. *Curr Sports Med Rep.* 2016;15(3):184-90.
27. Tempel ZJ, Bost JW, Norwig JA, Maroon JC. Significance of T2 Hyperintensity on Magnetic Resonance Imaging After Cervical Cord Injury and Return to Play in Professional Athletes. *Neurosurgery.* 2015;77(1):23-30; discussion -1.
28. Moen MH, Reurink G, Weir A, Tol JL, Maas M, Goudswaard GJ. Predicting return to play after hamstring injuries. *Br J Sports Med.* 2014;48(18):1358-63.
29. Hallen A, Ekstrand J. Return to play following muscle injuries in professional footballers. *J Sports Sci.* 2014;32(13):1229-36.
30. Wong-On M, Til-Perez L, Balius R. Evaluation of MRI-US Fusion Technology in Sports-Related Musculoskeletal Injuries. *Adv Ther.* 2015;32(6):580-94.
31. Ekstrand J, Lee JC, Healy JC. MRI findings and return to play in football: a prospective analysis of 255 hamstring injuries in the UEFA Elite Club Injury Study. *Br J Sports Med.* 2016;50(12):738-43.
32. Reurink G, Brilman EG, de Vos RJ, Maas M, Moen MH, Weir A, et al. Magnetic resonance imaging in acute hamstring injury: can we provide a return to play prognosis? *Sports Med.* 2015;45(1):133-46.
33. Reurink G, Almusa E, Goudswaard GJ, Tol JL, Hamilton B, Moen MH, et al. No association between fibrosis on magnetic resonance imaging at return to play and hamstring reinjury risk. *Am J Sports Med.* 2015;43(5):1228-34.
34. Reurink G, Goudswaard GJ, Tol JL, Almusa E, Moen MH, Weir A, et al. MRI observations at return to play of clinically recovered hamstring injuries. *Br J Sports Med.* 2014;48(18):1370-6.
35. Huang P, Anissipour A, McGee W, Lemak L. Return-to-Play Recommendations After Cervical, Thoracic, and Lumbar Spine Injuries: A Comprehensive Review. *Sports Health.* 2016;8(1):19-25.
36. Canty G, Nilan L. Return to Play. *Pediatr Rev.* 2015;36(10):438-46; quiz 47.
37. Sclafani MP, Davis CC. Return to Play Progression for Rugby Following Injury to the Lower Extremity: A Clinical Commentary and Review of the Literature. *Int J Sports Phys Ther.* 2016;11(2):302-20.
38. Schleich K, Slayman T, West D, Smoot K. Return to Play After Exertional Rhabdomyolysis. *J Athl Train.* 2016;51(5):406-9.
39. Podlog L, Heil J, Schulte S. Psychosocial factors in sports injury rehabilitation and return to play. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2014;25(4):915-30.
40. Rabinowitz AR, Merritt VC, Arnett PA. The return-to-play incentive and the effect of motivation on neuropsychological test-performance: implications for baseline concussion testing. *Dev Neuropsychol.* 2015;40(1):29-33.

¿A cuántos estímulos responde tu corazón?

Vichy Catalán se preocupa por tu salud e investiga sobre el metabolismo del colesterol.

Te quiere



Vichy Catalán y el colesterol

Dra. Míriam Torres Moreno

Dietista y Licenciada en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Doctora por la URV en Nutrición y Metabolismo.

El agua es un nutriente esencial para el hombre siendo su consumo indispensable para el mantenimiento del estado de hidratación del organismo y garantizar un buen estado de salud.

A nivel de composición nutricional, el agua aporta como únicos nutrientes los elementos minerales, presentes de forma natural en la misma. El tipo de minerales y el contenido de cada uno de ellos resultan característicos de las distintas aguas y por ello pueden caracterizarse. Vichy Catalán es un agua mineral natural carbónica que contiene 1.097 miligramos de sodio por litro, en cuya composición destacan además otros oligominerales como: bicarbonatos, sulfatos, cloruros y potasio. La biodisponibilidad de los electrolitos en esta agua es muy alta y por ello se considera que por un lado contribuye a la ingesta total diaria de estos nutrientes (FNB, 2004) y por otro que puede desempeñar un papel en la prevención de las enfermedades cardiovasculares. En esta línea de evidencia, recientes investigaciones han demostrado que el consumo de 1 litro al día de agua mineral bicarbonatada como Vichy Catalán durante 8 semanas reduce el riesgo cardiovascular en mujeres postmenopáusicas y en adultos jóvenes hipercolesterolémicos, reduciendo tanto las cifras de colesterol-LDL como el ratio de colesterol total/colesterol HDL. A nivel de cifras tensionales, aún siendo el contenido en sodio del agua administrada superior a 1 gramo por litro, no se observa afectación en las cifras tensionales entre las mujeres postmenopáusicas e incluso se reducen las cifras de tensión arterial sistólica entre los adultos jóvenes (Schoppen S, 2004 y Pérez-Granados, 2010).

Por otro lado, también se ha establecido la relación entre el consumo de 0,5 L/día de agua Vichy Catalán (agua mineral bicarbonatada) con una comida estándar y la reducción de la lipemia postprandial en mujeres postmenopáusicas también sanas, respecto al consumo de agua mineral con menor contenido en minerales (Schoppen, 2005). Hallazgo de gran interés, ya que se sabe que el metabolismo lipídico postprandial juega un papel muy importante en la salud, ya puede ser un factor de riesgo en el desarrollo de aterogénesis y de las enfermedades cardiovasculares.

Ambos resultados obtenidos en estos estudios demuestran por tanto la influencia que los hábitos alimentarios y, en concreto, la hidratación y el tipo de agua de bebida, pueden tener en la prevención de las enfermedades cardiovasculares.

El efecto preventivo demostrado en estos estudios que ejerce el consumo de *Vichy Catalán*, tanto en el metabolismo del colesterol como en el de las lipoproteínas, parece ser debido a la composición característica de esta agua carbónica que la diferencia del resto de aguas comerciales, por su alto contenido en sodio, potasio, bicarbonato, sílice e incluso litio.

Además de los efectos preventivos a nivel cardiovascular anteriormente descritos, otras investigaciones recientes como la realizada por Toxqui (2012) estudian otros posibles efectos del consumo de agua bicarbonatada y la salud cardiovascular. En

este caso, se estudian los efectos postprandiales de la ingesta de agua bicarbonatada sódica consumida con una comida estándar sobre los niveles séricos de triglicéridos (TG), de colecistoquinina y a nivel de la contracción y el vaciado de la vesícula biliar. Así se demuestra que en adultos jóvenes de 18 a 40 años de ambos sexos el consumo de 0,5 L/día de agua bicarbonatada sódica junto con una comida estándar (rica en grasas: 62% de lípidos, 30% de hidratos de carbono y 8% de proteínas) induce a menores niveles de triglicéridos y colecistoquinina postprandiales, elementos con claro impacto sobre la salud cardiovascular.

Los niveles de triglicéridos postprandiales son un reflejo del metabolismo lipídico postprandial que tiene un papel fundamental en el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares, ya que un anormal transporte y metabolismo de las lipoproteínas LDL (ricas en TG) en el periodo postprandial se ha relacionado con la aterogénesis. Y, por lo tanto, como se demuestra en este estudio, una reducción en las lipoproteínas ricas en TG podría limitar la progresión de la arteriosclerosis.

La colecistoquinina por su parte es una hormona que estimula la contracción de la vesícula biliar que segrega las sales biliares encargadas de la solubilización y absorción de las grasas. Por tanto, una reducción en los niveles de colecistoquinina postprandiales supone a su vez la reducción de la contracción y vaciamiento de la vesícula biliar y en consecuencia una menor absorción intestinal de lípidos.

Por lo tanto, y a modo de conclusión, demostrado el efecto positivo que el consumo de agua bicarbonatada carbónica tiene sobre la salud, Vichy Catalán podría ser utilizado como un elemento a incluir en la alimentación habitual de la población sana para conseguir reducir el riesgo cardiovascular.

Bibliografía

Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*. Washington, DC: National Academies Press, 2004.

Schoppen S, Pérez-Granados AM, Carbajal A, Sarria B, Sánchez-Muniz FJ, Gomez-Gerique JA, Vaquero MP. Sodium bicarbonated mineral water decreases postprandial lipaemia in postmenopausal women compared to a low mineral water. *Br J Nutr* 2005;94(4):582-7.

Schoppen S, Pérez-Granados AM, Carbajal A, Oubina P, Sánchez-Muniz FJ, Gomez-Gerique JA, Vaquero MP. A sodium rich carbonated mineral water reduces cardiovascular risk in postmenopausal women. *J Nutr* 2004;134(5):1058-63.

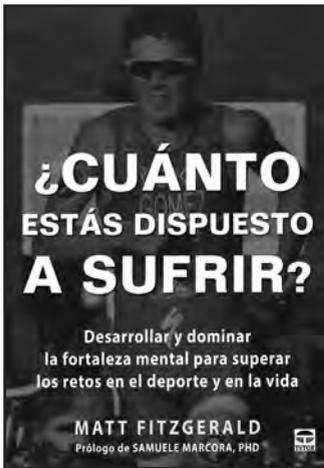
Pérez-Granados AM, Navas-Carretero S, Schoppen S, Vaquero MP. Reduction in cardiovascular risk by sodium-bicarbonated mineral water in moderately hypercholesterolemic young adults. *J Nutr Biochem* 2010;21(10):948-53.

Toxqui L, Pérez-Granados AM, Blanco-Rojo R, Vaquero MP. A sodium-bicarbonated mineral water reduces gallbladder emptying and postprandial lipaemia: A randomised postprandial four-way crossover study. *Eur J Nutr* 2012;51(5):607-14.

Ama tu vida

FONT
DOR

VICHY
CATALAN



¿CUÁNTO ESTÁS DISPUESTO A SUFRIR?

Por: Matt Fitzgerald
 Edita: Ediciones Tutor-Editorial El Drac.
 Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.
 Tel: 915 599 832 - Fax: 915 410 235
 E-mail: info@edicionestutor.com Web: www.edicionestutor.com
 Madrid 2016. 272 páginas. P.V.P: 19,95 euros

Este libro basándose en momentos épicos del deporte de fondo quiere mostrar al lector los hábitos y técnicas para potenciar la fuerza mental. Aún en las mejores condiciones físicas, la aptitud solo es responsable de parte del éxito. Las carreras más duras, por ejemplo, exigen que los campeones recurran tanto al cuerpo como a la mente y que utilicen esta para enfren-

tarse al miedo al fracaso, o al miedo al sufrimiento y a los cambios.

El autor examina el modelo "psicobiológico" del rendimiento físico y explora el modo en que los atletas se superponen a las limitaciones físicas con la fuerza de la mente, por medio de relatos extraídos del mundo del triatlón, el ciclismo, el atletismo, el remo y la natación. Arroja nueva luz

sobre lo que la ciencia opina acerca de la fortaleza mental y el modo de desarrollarla para superar retos en el deporte y en la vida. Se explica cómo evitar los errores más comunes en el entrenamiento y cómo embarcarse en un entrenamiento de la fuerza que funcione: Desarrollar y dominar la fortaleza mental para superar los retos en el deporte y en la vida.



FASCIAS EN MOVIMIENTO

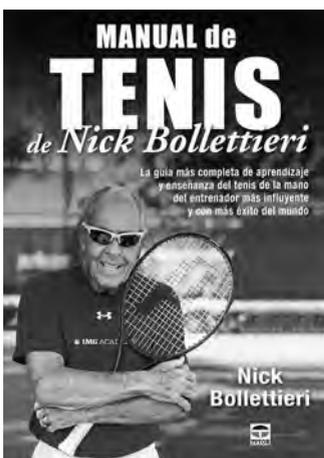
Por: Gunda Slomka
 Edita: Ediciones Tutor-Editorial El Drac.
 Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.
 Tel: 915 599 832 - Fax: 915 410 235
 E-mail: info@edicionestutor.com Web: www.edicionestutor.com
 Madrid 2016. 272 páginas. P.V.P: 29,95 euros

La fascia es la estructura de tejido conjuntivo que envuelve y conecta músculos, huesos, nervios y órganos. La red, o entramado fascial, proporciona integridad somática, dando al organismo un plexo de absorción de tensiones en el cual trabajan nuestros músculos. Siendo

parte tan importante de nuestra anatomía y fisiología, ¿cómo afecta el entrenamiento específico de la fascia a la calidad del entramado fascial y al estado físico?

El libro ofrece ejercicios tanto para la puesta en forma como para el entrenamiento específico de depor-

tes competitivos o de ocio. Se busca conseguir un cuerpo más resistente, más flexible y más energético. Con sus numerosos ejemplos, magníficamente ilustrados para la ejecución correcta, es útil igualmente para preparadores de la condición física y fisioterapeutas.



MANUAL DE TENIS DE NICK BOLLETTIERI

Por: Nick Bollettieri
 Edita: Ediciones Tutor-Editorial El Drac.
 Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.
 Tel: 915 599 832 - Fax: 915 410 235
 E-mail: info@edicionestutor.com Web: www.edicionestutor.com
 Madrid 2016. 400 páginas. P.V.P: 33 euros

Este libro quiere ser la guía más completa de aprendizaje y enseñanza del tenis. Muestra las mismas destrezas y tácticas que han convertido a la IMG Academy en destino ineludible para los aspirantes a tenista profesional de todo el mundo: desde el servicio y el resto hasta las voleas y los globos. Se analizan todos los golpes del juego para dotar

al deportista del arsenal ofensivo más dinámico posible.

Este manual ofrece la oportunidad de aplicar al juego el sistema que ha ayudado a grandes tenistas de todos los tiempos. Incluye: 55 ejercicios prácticos para el juego individual y de dobles; ejercicios de preparación física eficaces; programas

para todos los estilos de juego; información sobre las últimas novedades en equipamiento y tecnología, y preparación mental. Además obtiene acceso exclusivo a vídeos online con 27 vídeos demostrativos sobre los fundamentos del tenis y con valiosos comentarios del autor sobre algunos de sus exalumnos.

Agenda

2017		
Ski Congress 2017	1-4 Marzo Jyväskylä (Finlandia)	web: www.suhs.fi/ski-congress-2017-call-for-papers-and-preliminary-program/
XXV Jornadas Nacionales de Traumatología del Deporte y IV Internacionales de Prevención de Lesiones en el Deporte: "Prevención en el deportista en crecimiento"	2-3 Marzo Guadalupe (Murcia)	web: http://congresolesiones.ucam.edu/
Tackling Doping in Sport 2017	8-9 Marzo Londres (Reino Unido)	web: www.cecileparkconferences.com/?q=tackling-doping-sport-2017
Congreso del Grupo Latino Mediterráneo de Medicina del Deporte (GLMMS)	10-11 Marzo Argel (Argelia)	E-mail: monroche@sport-medical.org / asmga@hotmail.com
Football medicine: what's new?	11 Marzo Brujas (Bélgica)	web: http://www.brucosport.be/
13° WADA Annual Symposium	13-15 Marzo Lausanne (Suiza)	web: https://meeting.artegis.com/lw/lp/WADA_2017/1eb807983d9fcbce5e23225d07febf87?EVENT_ID=12145
IOC World Conference on Prevention of Injury & Illness in sport	16-18 Marzo Mónaco (Ppdo. Mónaco)	web: http://www.ioc-preventionconference.org/
World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases	23-26 Marzo Florencia (Italia)	web: www.wco-iof-esceo.org/
16 th National Sport Medicine Congress	2-5 Abril Antalya (Turquía)	E-mail: aerdogan@gloria.com.tr
11° Congreso Mundial de la Sociedad Internacional de Medicina Física y Rehabilitación	30 Abril-4 Mayo Buenos Aires	web: http://www.isprm2017.com/
8th International Conference on Kinesiology	10-14 Mayo Opatija (Croacia)	E-mail: kinesiology.conference@kif.hr web: http://conference.kinesiology.kif.hr/
XXVI International Conference on Sports Rehabilitation and Traumatology: The Future of Football Medicine	13-15 Mayo Barcelona	web: www.isokinetic.com www.footballmedicinestrategies.com
55 Congreso de la Sdad. Española de Rehabilitación y Medicina Física	17-20 Mayo Pamplona	web: www.sermef.es
18th World Congress of the International Association of Physical Education and Sport for Girls and Women (IAPESGW)	17-21 Mayo Miami (EEUU)	web: www.barry.edu/iapesgw
12° Congreso Bienal SETRADE	18-19 Mayo Pontevedra	E-mail: secretaria@setrade.org web: www.setrade.org/congresos/12setrade/
VI Congreso Internacional Actividad Física Adaptada Deporte y Salud	26-28 Mayo Asunción (Paraguay)	E-mail: congresosasociacion@gmail.com

XXI Congreso Anual AEMEF	26-27 Mayo Valladolid	E-mail: comunicación@aemef.org web: www.aemef.org
International Multidisciplinary Scientific Congress	26-28 Mayo Craiova (Rumania)	E-mail: firicajean@gmail.com web: http://asociatiadidactica.ro/
ACSM Annual Meeting, World Congress on Exercise is Medicine® and World Congress on The Basic Science of Energy Balance	30 Mayo-3 Junio Denver, Colorado (EE.UU.)	web: www.acsm.org/
11th Biennial ISAKOS	4-8 Junio Shanghai (China)	web: www.isakos.com/2017Congress
Movement 2017	9-11 Junio Oxford (Reino Unido)	web: www.movementis.com
5th CSIT World Sports Games	11-18 Junio Riga (Letonia)	web: www.csit.tv/en/world-sports-games
8th Asia-Pacific Conference on Exercise and Sports Science (APCESS 2017)	14-16 Junio Bangkok (Tailandia)	web: http://apcess2017.kasetsart.org/index.php
V Simposium Internacional de Biomecánica y Podología Deportiva	16-17 Junio Málaga	web: www.aepode.org web: simposiumpodologia.com / sepod.es
Congreso Mundial de Fisioterapia (WCPT)	2-4 Julio Cape Town (Rep. Sudáfrica)	web: www.wcpt.org/congress
23 European Society of Biomechanics Congress	2-5 Julio Sevilla	web: https://esbiomech.org/newsletter/esbiomech-newsletter-april-2015/save-the-date-esb-2017-seville/
22nd annual Congress of the European College of Sport Science	5-8 Julio Ruhr Bochum (Alemania)	E-mail: congress@ecss.de web: www.ecss-congress.eu/2017
XIV Congreso Mundial de Psicología del Deporte	10-14 Julio Sevilla	web: www.issp2017.com/
International conference of sport science Asian Exercise and Sport Science Association (AESA)	20 Julio Mahmud Abada (Irán)	web: www.2017.aesasport.com/en/
13th Annual International Conference on Kinesiology and Exercise Sciences	24-27 Julio Atenas (Grecia)	web: www.atiner.gr/fitness
27º Congress European Society for surgery of the shoulder and the elbow (SECEC-ESSSE)	13-16 Septiembre Berlín (Alemania)	web: www.secec2017.com
54º Congreso Nacional de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT)	27-29 Septiembre Barcelona	web: www.secot.es
II World Conference of Sports Physiotherapy	6-7 Octubre Belfast (Irlanda del Norte)	web: www.physiosinsport.org
XXI Congreso Internacional de Nutrición	15-20 Octubre Buenos Aires (Argetina)	web: www.icn2017.com

Agenda

48 Congreso Nacional de Podología	20-22 Octubre Salamanca	web: www.aepode.org / http://www.cgcop.es/
10th EFSMA (European Federation of Sports Medicine Associations) Congress	16-18 Noviembre Cascais (Portugal)	Email: secretariat@efsma2017.org web: www.efsma2017.org
VII Convención Internacional de Actividad Física y Deporte AFIDE 2017	20-24 Noviembre La Habana (Cuba)	E-mail: afide@inder.cu
VII Jornadas Nacionales de Medicina del Deporte	24-25 Noviembre Zaragoza	Información: femede@femede.es
2018		
World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases	19-22 Abril Cracovia (Polonia)	web: www.wco-iof-esceo.org/
European Congress of Adapted Physical Activity (EUCAPA)	3-5 Julio Worcester (Reino Unido)	Andrea Faull. E-mail: a.faull@worc.ac.uk Ken Black. E-mail: k.black@worc.ac.uk
23rd Annual Congress of the European College of Sport Science	4-7 Julio Dublín (Irlanda)	web: www.ecss-congress.eu/2018/
XXXV Congreso Mundial de Medicina del Deporte	12-15 Septiembre Rio de Janeiro (Brasil)	web: www.fims.org
28° Congress European Society for surgery of the shoulder and the elbow (SECEC-ESSSE)	Ginebra (Suiza)	web: www.secec.org
2019		
12th Biennial ISAKOS	12-16 Mayo Cancún (México)	web: www.isakos.com
14th International Congress of shoulder and elbow surgery (ICES)	17-20 Septiembre Buenos Aires (Argentina)	web: www.ices2019.org
24th Annual Congress of the European College of Sport Science	Praga (Rep. Checa)	E-mail: office@sport-science.org
2020		
XXXVI Congreso Mundial de Medicina del Deporte	24-27 Septiembre Atenas (Grecia)	web: www.globalevents.gr

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 15/10/2015 A 15/10/2016)
CON 4,81 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 (VÁLIDA DEL 15/10/2016 AL 15/10/2017) CON
8,78 CRÉDITOS

Fecha límite de inscripción: 15/06/2017

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.

Más información:
www.femede.es

Hoja de inscripción a SEMED-FEME 2017

Nombre Apellidos DNI

Calle N° C.P.

Población Provincia

Tel. Fax e-mail Titulación

La cuota anual de SEMED-FEME

- 75€**
 Incluye la recepción de los seis números anuales de la Revista Archivos de Medicina del Deporte y pertenecer a SEMED-FEME
- 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 N°

Población Provincia C.P.

El ruego cargue anualmente en mi cuenta N°

Entidad	Oficina	D.C.	N° 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: Apartado 1207 - 31080 Pamplona (España). Fax: 948 171 431.

Hoja de suscripción a Archivos de Medicina del Deporte 2017

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

Dirección de envío

Nombre Apellidos DNI

Calle N° Piso C.P.

Población Provincia País

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

Forma de pago

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

Titular DNI

Entidad	Oficina	D.C.	N° Cuenta o Libreta
---------	---------	------	---------------------

Firma titular

.....

Fecha

.....

RECORTE POR LA LÍNEA DE PUNTOS Y ENVÍE EL BOLETÍN A LA SIGUIENTE DIRECCIÓN

Archivos de Medicina del Deporte: Balmes 209, 3º 2º. 08006 Barcelona. Tel: +34 93 2159034



Normas de publicación de Archivos de Medicina del Deporte

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

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

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

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

Envío de manuscritos

1. Los trabajos deberán ser remitidos, a la atención del Editor Jefe, escritos a doble espacio en hoja DIN A4 y numerados en el ángulo superior derecho. Se recomienda usar formato Word, tipo de letra Times New Roman tamaño 12. Deberán enviarse por correo electrónico a la dirección de FEMEDE: femede@femede.es.
2. En la primera página figurarán exclusivamente y por este orden los siguientes datos: título del trabajo (español e inglés), nombre y apellidos de los autores en este orden: primer nombre, inicial del segundo nombre si lo hubiere, seguido del primer apellido y opcionalmente el segundo de cada uno de ellos; titulación oficial y académica, centro de trabajo, dirección completa y dirección del correo electrónico del responsable del trabajo o del primer autor para la correspondencia. También se incluirán los apoyos recibidos para la realización del estudio en forma de becas, equipos, fármacos... Se adjuntará una carta en la que el primer autor, en representación de todos los firmantes del estudio, efectúa la cesión de los derechos de reproducción total o parcial sobre el artículo, en caso de ser aceptado para ser publicado. Además, en documento adjunto, el responsable del envío propondrá un máximo de cuatro revisores que el editor podrá utilizar si

lo considera necesario. De los propuestos, uno al menos será de nacionalidad diferente del responsable del trabajo. No se admitirán revisores de instituciones de los firmantes del trabajo.

3. En la segunda página figurará el resumen del trabajo en español e inglés, que tendrá una extensión de 250-300 palabras. Incluirá la intencionalidad del trabajo (motivo y objetivos de la investigación), la metodología empleada, los resultados más destacados y las principales conclusiones. Ha de estar redactado de tal modo que permita comprender la esencia del artículo sin leerlo total o parcialmente. Al pie de cada resumen se especificarán de tres a diez palabras clave en castellano e inglés (keyword), derivadas del *Medical Subject Headings* (MeSH) de la *National Library of Medicine* (disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>).
4. La extensión del texto variará según la sección a la que vaya destinado:
 - a. Originales: máximo de 5.000 palabras, 6 figuras y 6 tablas.
 - b. Revisiones de conjunto: máximo de 5.000 palabras, 5 figuras y 4 tablas. En caso de necesitar una mayor extensión se recomienda comunicarse con el Editor de la revista.
 - c. Editoriales: se realizarán por encargo del comité de redacción.
 - d. Cartas al Editor: máximo 1.000 palabras.
5. Estructura del texto: variará según la sección a 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.

Normas de publicación

- b. **REVISIONES DE CONJUNTO:** El texto se dividirá en todos aquellos apartados que el autor considere necesarios para una perfecta comprensión del tema tratado.
- c. **CARTAS AL EDITOR:** Tendrán preferencia en esta Sección la discusión de trabajos publicados en los dos últimos números con la aportación de opiniones y experiencias resumidas en un texto de 3 hojas tamaño DIN A4.
- d. **OTRAS:** Secciones específicas por encargo del comité editorial de la revista.
6. **Bibliografía:** Se presentará en hojas aparte y se dispondrá según el orden de aparición en el texto, con la correspondiente numeración correlativa. En el texto del artículo constará siempre la numeración de la cita entre paréntesis, vaya o no vaya acompañado del nombre de los autores; cuando se mencione a éstos en el texto, si se trata de un trabajo realizado por dos, se mencionará a ambos, y si son más de dos, se citará el primero seguido de la abreviatura "et al". No se incluirán en las citas bibliográficas comunicaciones personales, manuscritos o cualquier dato no publicado.

La citación oficial de la revista Archivos de Medicina del Deporte es Arch Med Deporte.

Las citas bibliográficas se expondrán del modo siguiente:

- **Revista:** número de orden; apellidos e inicial del nombre de los autores del artículo sin puntuación y separados por una coma entre sí (si el número de autores es superior a seis, se incluirán los seis primeros añadiendo a continuación *et al.*); título del trabajo en la lengua original; título abreviado de la revista, según el World Medical Periodical; año de la publicación; número de volumen; página inicial y final del trabajo citado. Ejemplo: 1. Calbet JA, Radegran G, Boushel R, Saltin B. On the mechanisms that limit oxygen uptake during exercise in acute and chronic hypoxia: role of muscle mass. *J Physiol.* 2009;587:477-90.
 - **Capítulo en libro:** Autores, título del capítulo, editores, título del libro, ciudad, editorial, año y páginas. Ejemplo: Iselin E. Maladie de Kienbock et Syndrome du canal carpien. En: Simon L, Alieu Y. *Poignet et Medecine de Reeducation.* Londres: Collection de Pathologie Locomotrice Masson; 1981. p. 162-6.
 - **Libro.** Autores, título, ciudad, editorial, año de la edición, página de la cita. Ejemplo: Balius R. *Ecografía muscular de la extremidad inferior. Sistemática de exploración y lesiones en el deporte.* Barcelona. Editorial Masson; 2005. p. 34.
 - **Material electrónico, artículo de revista electrónica:** Ejemplo: Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Infect Dis.* (revista electrónica) 1995 JanMar (consultado 0501/2004).
Disponible en: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>
7. **Tablas y Figuras:** Las tablas y figuras se enviarán en archivos independientes en formato JPEG. Las tablas también se enviarán en formato word.
Las tablas serán numeradas según el orden de aparición en el texto, con el título en la parte superior y las abreviaturas descritas en la parte inferior. Todas las abreviaturas no estándar que se usen en las tablas serán explicadas en notas a pie de página.

Cualquier tipo de gráficos, dibujos y fotografías serán denominados figuras. Deberán estar numeradas correlativamente según el orden de aparición en el texto y se enviarán en blanco y negro (excepto en aquellos trabajos en que el color esté justificado). La impresión en color tiene un coste económico que tiene que ser consultado con el editor.

Tanto las tablas como las figuras se numerarán con números arábigos según su orden de aparición en el texto.

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

8. La Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE comunicará la recepción de los trabajos enviados e informará con relación a la aceptación y fecha posible de su publicación.
9. ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE, oídas las sugerencias de los revisores (la revista utiliza el sistema de corrección por pares), podrá rechazar los trabajos que no estime oportunos, o bien indicar al autor aquellas modificaciones de los mismos que se juzguen necesarias para su aceptación.
10. La Dirección y Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE no se responsabiliza de los conceptos, opiniones o afirmaciones sostenidos por los autores de sus trabajos.
11. Envío de los trabajos: ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE. Por correo electrónico a la dirección de FEMEDE: femede@femede.es. El envío irá acompañado de una carta de presentación en la que se solicite el examen del trabajo para su publicación en la Revista, se especifique el tipo de artículo que envía y se certifique por parte de todos los autores que se trata de un original que no ha sido previamente publicado total o parcialmente.

Conflicto de intereses

Cuando exista alguna relación entre los autores de un trabajo y cualquier entidad pública o privada de la que pudiera derivarse un conflicto de intereses, debe de ser comunicada al Editor. Los autores deberán cumplimentar un documento específico.

Ética

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

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

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



UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia

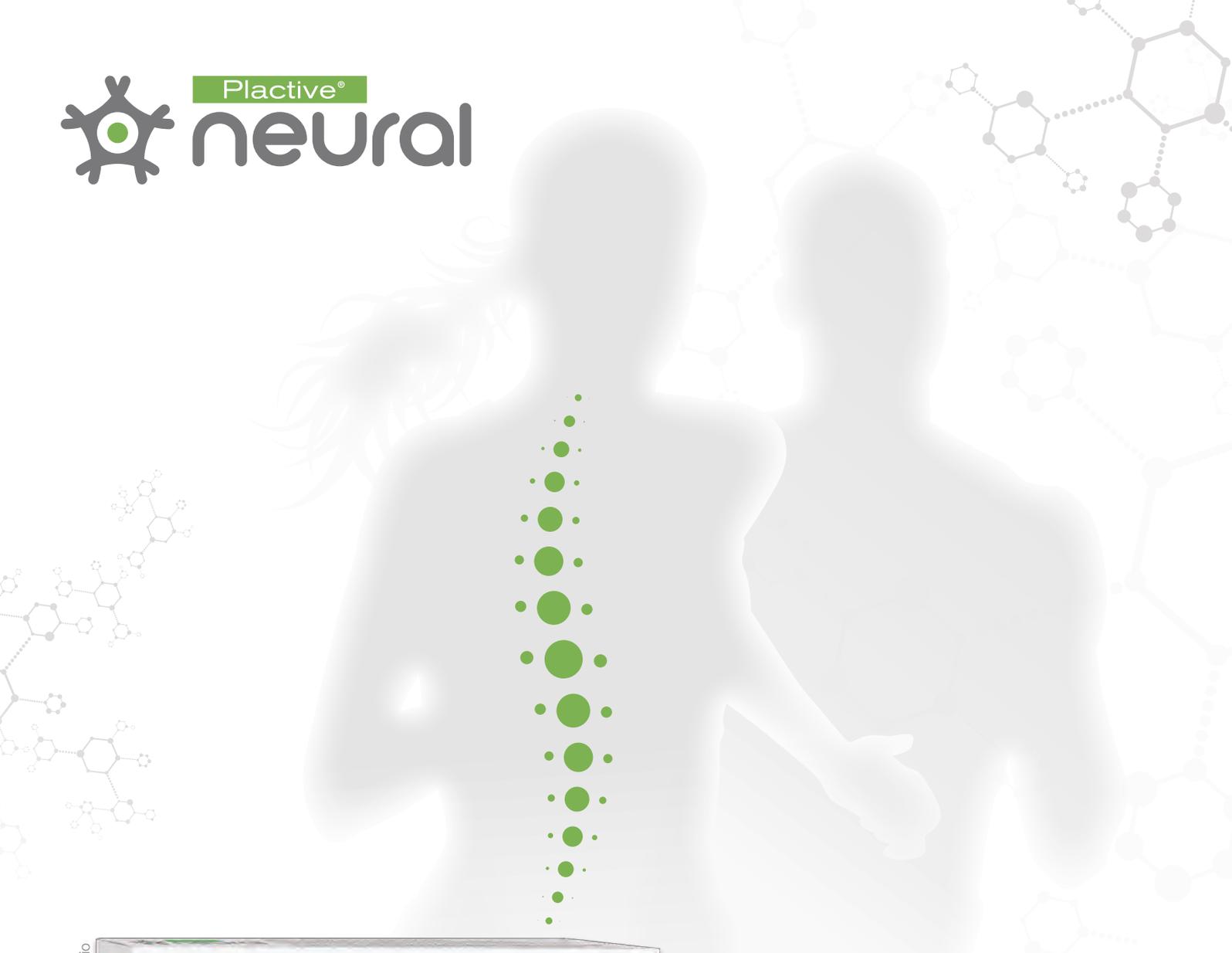
Campus de los Jerónimos,
Nº 135 Guadalupe 30107

(Murcia) - España

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



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA



Complemento alimenticio



C.N: 183792.9

UMP (Uridina 5-monofosfato),
extracto de manzana rico en Polifenoles y Quinonas, Magnesio, L-Metilfolato, Vitamina B12

ABORDAJE NUTRICIONAL DEL DOLOR NEUROPÁTICO PERIFÉRICO

www.plactiveneural.com



An **OPKO** Brand