

Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Federación Española de Medicina del Deporte

ISSN: 0212-8799

170

Volumen 32(6)
Noviembre - Diciembre 2015



Con la colaboración del
Consejo Superior de Deportes



ORIGINALES

Fetal and maternal heart rate responses to exercise in pregnant women. A randomized Controlled Trial

Efectos inmediatos sobre la potenciación post-activación utilizando oclusión parcial superimpuesta

Short-term adaptations in sedentary individuals during indoor cycling classes

Diferencias en las fuerzas de reacción del suelo entre zapatillas de carrera con dos tipos de *drop*

REVISIONES

Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas

Metodología de determinación de la transición aeróbica-anaeróbica en la evaluación funcional



Analizador Instantáneo de Lactato



Lactate Pro 2

LT-1730

- Solo 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



NOVEDAD



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



Federación 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

Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea

José Fernando Jiménez Díaz

José Naranjo Orellana

Edita

Federación Española
de Medicina del Deporte
Iturruma, 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 dirección de la revista no acepta responsabilidades derivadas de las opiniones o juicios de valor de los trabajos publicados, la cual recaerá exclusivamente sobre sus autores.

Esta publicación no puede ser reproducida total o parcialmente por ningún medio sin la autorización por escrito de los autores.

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

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

Archivos de medicina del deporte

Revista de la Federación 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^a Ángeles Artázcoz Bárcena

Comité Editorial

Mayte Aragonés Clemente. Centro de Medicina del Deporte. Gobierno de Aragón. España. **Norbert Bachl.** Centre for Sports Science and University Sports of the University of Vienna. Austria. **Ramón Balius Matas.** Consell Català 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. **Markku Jarvinen.** Institute of Medical Technology and Medical School. University of Tampere. Finlandia. **Peter Jenoure.** ARS Ortopédica, ARS Medica Clinic, Gravesano. Suiza. **José A. López Calbet.** Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 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). **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 General de Deporte y Salud. Consejo Superior de Deportes. España. **Juan Ramón Valentí Nin.** Universidad de Navarra. España. **José Antonio Vega Álvarez.** Facultad de Medicina. Universidad de Oviedo. España. **José Antonio Villegas García.** Académico de número de la Real Academia de Medicina de Murcia. España. **Mario Zorzoli.** International Cycling Union. Suiza.



Los analizadores de Lactato* de los Deportistas de Élite



LACTATE PLUS

Tiempo medición	13 segundos
Rango medición	0,3-25 mmol/L
Volumen de muestra	0,7 µl
Transmisión datos PC	Sí (el cable se vende por separado)
Pila	Botón - 3V DL2450
Software	Lactate Plus - CD incluido con el cable



Lactate Scout+

Tiempo medición	10 segundos
Rango medición	0,5-25 mmol/L
Volumen de muestra	0,2 µl
Transmisión datos PC	Sí (Incorpora chip bluetooth)
Pila	2 baterías de 1.5V AAA/LR03
Software	Lactate Scout Assistant Gratuito



Tiempo medición	15 segundos
Rango medición	0,5-25 mmol/L
Volumen de muestra	0,3 µl
Transmisión datos PC	Próximamente
Pila	Botón - 3V CR2032
Software	Próximamente

**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*

Todos los analizadores portátiles de lactato líderes en el mercado, a la venta en:

Laktate

www.laktate.com

☎ 619 284 022

Archivos

de medicina del deporte

Volumen 32(6) - Núm 170. Noviembre - Diciembre 2015 / November - December 2015

Sumario / Summary

Editorial

- ¿Qué pasa con el deportista no de élite?, ¿y con su reconocimiento?**
What's the matter with non-elite athletes? And with their medical examination?
Emilio Luengo 359

Originales / Original articles

- Fetal and maternal heart rate responses to exercise in pregnant women. A randomized Controlled Trial**
Respuesta de la frecuencia cardiaca fetal y materna al ejercicio en gestantes. Ensayo clínico aleatorio
María Perales, Silvia Mateos, Marina Vargas, Isabel Sanz, Alejandro Lucia, Ruben Barakat 361
- Efectos inmediatos sobre la potenciación post-activación utilizando oclusión parcial superimpuesta**
Immediate effects of postactivation potentiation using superimposed partial occlusion
Moisés Picón, Iván Chulvi-Medrano, Juan M. Cortell-Tormo, Tamara Rial, Manuel Rodríguez-Pérez..... 368
- Short-term adaptations in sedentary individuals during indoor cycling classes**
Adaptaciones a corto plazo en individuos sedentarios durante las clases de ciclismo indoor
Ricardo de Melo dos Santos, Flávio Costa e Costa, Thais Sepeda Saraiva, Marília Maniglia de Resende, Nadja Cristinne Silva Carvalho, Alessandro Beda, Bianca Callegari 374
- Diferencias en las fuerzas de reacción del suelo entre zapatillas de carrera con dos tipos de drop**
Differences in ground reaction forces between running shoes with two types of drop
Juan José Ruiz Lloris, José Carlos Cuevas García, María Ángeles Gómez González, Alfonso Martínez Nova 382

Revisiones / Reviews

- Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas**
Methods of assessment of body composition: an updated review of description, application, advantages and disadvantages
Osvaldo Costa Moreira, Diego A. Alonso-Aubin, Cláudia E. Patrocínio de Oliveira, Ramón Candia-Luján, José A. de Paz 387
- Metodología de determinación de la transición aeróbica-anaeróbica en la evaluación funcional**
Methodology to elucidate the aerobic-anaerobic transition in functional assessment
Raúl Domínguez, Manuel V Garnacho-Castaño, José L Maté-Muñoz..... 395

Libros / Books 402

Agenda / Agenda 405

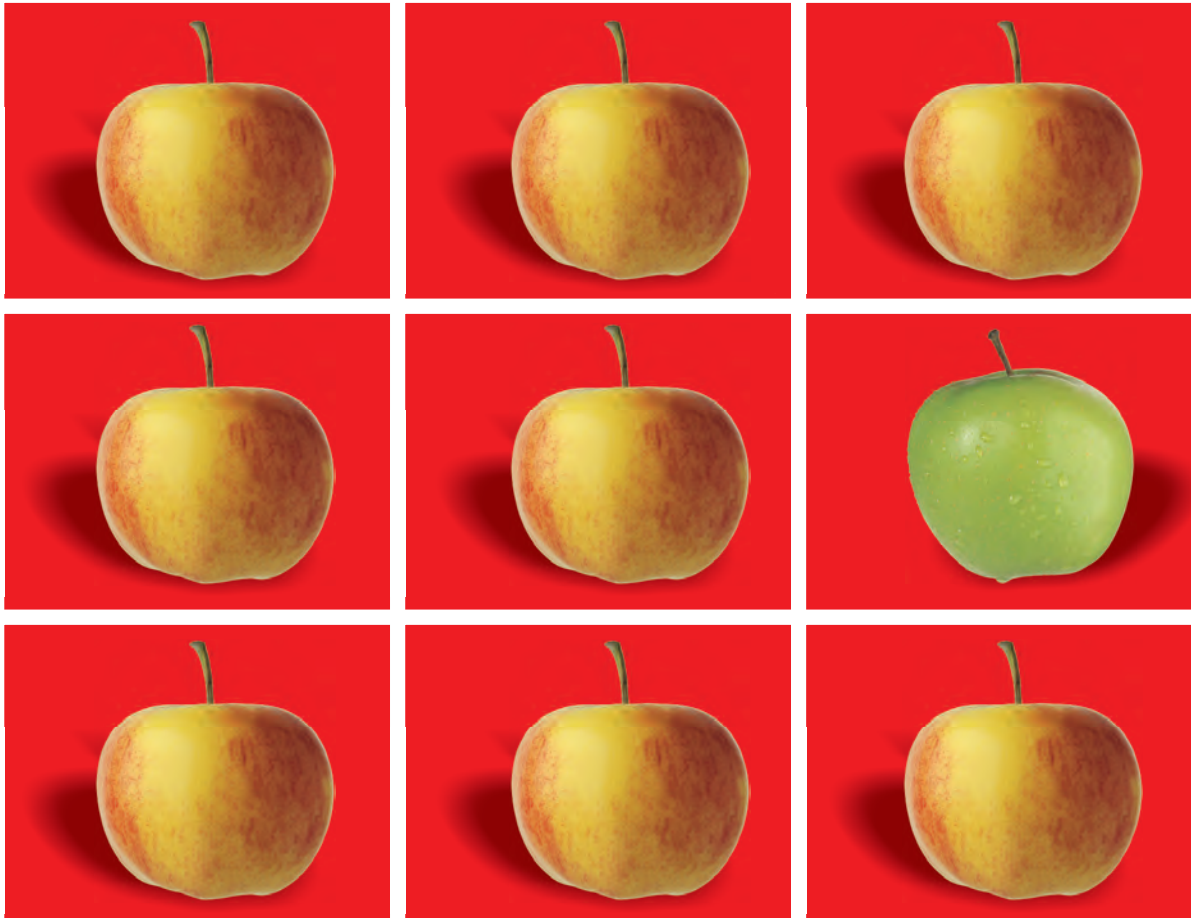
Índices año 2015 409

Revisores 2015 422

Normas de publicación / Guidelines for authors 423

iguales

pero diferentes



Servicios para Sociedades Médicas

- Secretaría técnica y domiciliación de sociedades
- Gestión, edición y publicación de libros y revistas
- Organización de actos, seminarios y congresos
- Formación continuada

Servicios para la Industria Farmacéutica

- Publicaciones científicas ad hoc
- Materiales para visita médica
- Formación red de ventas
- Organización de eventos



¿Qué pasa con el deportista no de élite?, ¿y con su reconocimiento?

Emilio Luengo

Director de la Escuela de Cardiología del Deporte de SEMED-FEMEDE.

Cuando nos referimos a los problemas que surgen en los reconocimientos, y, en general, en el entorno vital y de riesgo de "los deportistas", casi inmediatamente parece que nuestra atención se desliza subrepticamente hacia una clase concreta de ellos. Poco a poco alcanzamos a los "de élite".

Qué maravilla, tratar y manejar organismos muy adaptados, correctamente adaptados, entrenados, y a los que es necesario proteger. Un accidente, lesión, episodio severo... tiene trascendencia, publicidad, comporta significativas cantidades de dinero, problemas para clubs, afición, federaciones. Sale publicado en los medios de comunicación social. Desencadenan una catarsis de noticias, acontecimientos, acciones, problemas, respuestas, imaginación, cambios...

A todo esto, ¿qué representa numéricamente un episodio así? Realmente poco. Los problemas del deportista de élite son los problemas de un porcentaje pequeño de los que hacen actividad física, deporte. Aunque su repercusión sea proporcionalmente grande.

Menos de uno cada 30 practicantes de deporte puede considerarse de alto nivel, y los de élite son aún menos. Y el resto... no lo son. Seríamos injustos si no diéramos la apropiada atención a esa mayoría.

Son una mayoría silenciosa que corre, pedalea, juega, disfruta, compete. Todos ellos con sus vidas detrás, para los que la actividad física es desde una necesidad hasta una ilusión, una diversión, una evasión de los problemas que a veces los envuelven. Y contamos con el componente de protección cardiovascular y de otros órganos y sistemas humanos que la actividad física sana promueve.

Y al menos uno de cada tres son de edades por encima de los 35 años, esa barrera que, insensiblemente, hace cambiar el entorno de prevención cardiovascular de la muerte súbita, tras la que pesa más la enfermedad arterial que otras causas.

Dejadme detenerme en algún detalle de los que acabo de nombrar, que no por repetido pierde su consideración: deportistas que no son élites, deportistas de más de 35 años, los episodios de alto riesgo durante el ejercicio. No puedo dejar de pensar como cardiólogo. No puedo dejar de pensar en detectar la muerte súbita.

Deportistas que no son de élite

No lo son porque no compiten al nivel de la élite. No lo son porque no dedican su vida al deporte, o porque su vida no depende del deporte. No lo son porque no aparecen en las secciones de deporte de las noticias, o en los periódicos deportivos. ¿Que hacen entonces? Corren kilómetros a diario. Se vuelven irritables cuando no lo hacen. A veces los kilómetros recorridos tienen tres cifras, más de 100. Pedalean kilómetros varias veces por semana. Suben montañas. Con calor o con frío. Se enzarzan en partidos, pelean en ellos, se dejan la piel a veces. Gozan cuando ganan, no tanto cuando no.

Deportistas de más de 35 años

Los fatídicos treinta y cinco. No son ancianos. No son jóvenes. Son adultos. Pero pueden llevar ya más de veinte años haciendo actividad física. Pensemos en los que trotan y trotan desde la tardía adolescencia. Pensemos que compiten desde la juventud, con las piernas, con una raqueta, desde un gimnasio o una embarcación. Pero sus arterias tienen treinta y cinco. La dura estadística hace que debamos mirarlos de otra manera. Y hay que mirarlos. Porque son muchos años ya para que la tubuladura hidráulica que distribuye su sangre no tenga algún detalle... Y también pensemos (realmente sabemos) que años y años de actividad aeróbica sana, como cualquier buena medicina, tiene efectos secundarios.

Episodios de mal pronóstico

Hablamos de la muerte súbita. Pensemos enseguida en las miocardiopatías, en las displasias, en coronarias anárquicamente desarrolladas. Pero quiero que pensemos que para más de un tercio de los que hacen deporte de alguna forma, lo más probable es que sus arterias estén llamando a nuestra puerta. La enfermedad cardiovascular, arterial coro-

Correspondencia: Emilio Luengo
E-mail: emilio.luengo@gmail.com

naria, la cardiopatía isquémica, está ahí. Su peso estadístico supera con creces nuestros loables deseos de que el ejercicio la hubiera frenado. Hay que pensar en esa patología en toda esa gente que nos viene a ver. También en los efectos a largo plazo del ejercicio a significativo nivel durante años y años: la máquina de crear latidos se deteriora, la fibrilación auricular es mucho más frecuente en deportistas “de toda la vida”. Y no es la única avería que puede tener esa máquina.

Pongamos los pies en la tierra. Mucha gente se beneficia de buenos reconocimientos ante la participación deportiva. Mucha más gente que los deportistas de élite. Es un grupo que hay que atraer a revisarse. Es un grupo que hace actividad física a un nivel que, para su edad, puede ser muy alto. En ocasiones mucho y durante mucho tiempo. Y compiten. Y esa sobrecarga catecolamínica que comporta competir es frecuentemente significativa. Porque los humanos, como humanos que

somos, contra quien sobre todo competimos es contra nosotros mismos.

Debemos asumir que el reconocimiento medico deportivo que las publicaciones científicas y los consensos han dado en llamar “preparticipación deportiva” es para todos, los pocos de élite y la gran mayoría: todos los demás. Y no es solo preparticipación, también hay que plantearse que por encima de los reiterados treinta y cinco debe ser una acción repetida. Repetida con cierta periodicidad porque la enfermedad cardiovascular no cesa en su empeño de maltratar las arterias. Cada año somos un año mayores.

Bueno, me gustaría dejar un poso con estas líneas.... alentemos a que los practicantes de deporte, actividad física, mayores de treinta y cinco vengan a que les echemos una mirada. Una mirada a su corazón, a sus arterias, a su riesgo. Ayudémosles a que sigan disfrutando. Es parte de la misión que la sociedad nos encomienda para un mundo mejor.



Fetal and maternal heart rate responses to exercise in pregnant women. A randomized Controlled Trial

María Perales¹, Silvia Mateos², Marina Vargas¹, Isabel Sanz¹, Alejandro Lucia³, Ruben Barakat¹

¹Facultad de CC. de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Politécnica de Madrid. ²Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Universitario de Fuenlabrada.

³Facultad de CC. de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Europea de Madrid.

Recibido: 09.01.2015

Aceptado: 13.04.2015

Summary

Objective: To examine whether regular physical exercise during pregnancy improves the fetal and maternal heart rate response to different intensities of acute exercise.

Material/methods: A randomized controlled trial was conducted. Sixty-three women with healthy singleton pregnancies were analyzed (n=38 in the exercise group (EG); n = 25 in the control group (CG)). Women from EG participated in a supervised exercise program from 9-12 until 38-40 weeks of gestation. Maternal and fetal response were evaluated in late pregnancy (week 34.08±2.27) walking for 3 minutes at different intensities: light exercise (LE: 40% maternal heart rate reserve) and moderate exercise (ME: 60% maternal heart rate). The primary outcome was the fetal heart rate response after maternal exertion at both intensities.

Results: After maternal effort, the fetuses from the EG showed lower increases in heart rate than the fetuses from the CG at both intensities (LE: EG 139.1±14.2 vs. CG: 149.0±10.5; $p = 0.004$) and (ME: EG: 139.9±13.5 vs. 150.9±17.9; $p = 0.008$).

The fetuses from the EG presented a lower time to recovery than those from the CG after LE (86±104.7 sec. vs. 405.2±384.7 sec.; $p = 0.000$) and ME (160.4±234.3 sec. vs. 596.9±461.4 sec.; $p = 0.000$). The program was effective for improving maternal recovery after LE (341.2±281.6 sec. vs. 577.4±277.0 sec.; $p = 0.002$) and ME (525.8±309.0 sec. vs. 876.1±362.6 sec.; $p = 0.000$).

Conclusion: Regular exercise during pregnancy may be associated with faster maternal and fetal recovery after maternal exertion, and with a lower increase in fetus heart rate.

Registro Ensayo Clínico: clinicaltrials.gov NCT01723293

Key words:

Heart rate.

Exercise.

Pregnancy.

Respuesta de la frecuencia cardiaca fetal y materna al ejercicio en gestantes. Ensayo clínico aleatorio

Resumen

Objetivo: Examinar si el ejercicio físico regular durante el embarazo mejora la respuesta de la frecuencia cardiaca fetal y materna a diferentes intensidades de ejercicio físico.

Material/métodos: Se desarrolló un ensayo clínico aleatorio. Sesenta y tres mujeres sanas y con embarazo simple fueron analizadas (n=38 en el grupo de ejercicio (GE); n = 25 en el grupo de control (CG)). Las mujeres del GE participaron en un programa de ejercicio físico supervisado desde la semana 9-12 de gestación hasta la 38-40. La respuesta materna y fetal fue evaluada al final del embarazo (semana 34,08±2,27) caminando durante 3 minutos a diferentes intensidades: ejercicio ligero (EL: 40% frecuencia cardiaca de reserva) y ejercicio moderado (EM: 60% frecuencia cardiaca de reserva). La variable dependiente principal fue la respuesta de la frecuencia cardiaca fetal tras ambas intensidades de esfuerzo materno.

Resultados: Tras el esfuerzo materno, los fetos del GE mostraron un menor incremento de la frecuencia cardiaca a ambas intensidades en comparación con los fetos del GC (EL: GE 139,1±14,2 vs. GC: 149,0±10,5; $p = 0,004$) y (EM: GE: 139,9±13,5 vs. GC: 150,9±17,9; $p = 0,008$).

Los fetos del GE presentaron un menor tiempo de recuperación que los fetos del GC después de EL (86±104,7 seg. vs. 405,2±384,7 seg.; $p = 0,000$) y EM (160,4±234,3 seg. vs. 596,9±461,4 seg.; $p = 0,000$). El programa de ejercicio físico fue efectivo en la mejora de la recuperación materna tras el EL (341,2±281,6 seg. vs. 577,4±277,0 seg.; $p = 0,002$) y EM (525,8±309,0 seg. vs. 876,1±362,6 seg.; $p = 0,000$).

Conclusión: El ejercicio regular durante el embarazo puede estar asociado con una recuperación más rápida tanto materna como fetal tras el esfuerzo materno, y con un menor incremento de la frecuencia cardiaca fetal.

Registro Ensayo Clínico: clinicaltrials.gov NCT01723293

Palabras clave:

Frecuencia cardiaca.

Ejercicio.

Embarazo.

Trabajo presentado y premiado con Premio Femade a la Investigación 2015.

Correspondencia: María Perales

E-mail: m.perales.santaella@gmail.com

Introduction

As the number of pregnant women who want to participate in sports activities continues to increase, questions about the safety and benefit of maternal exercise for the mother and fetus become more important¹⁻³. In fact, normal fetal development is wholly dependent upon the mother⁴.

During exercise, blood flow is redistributed to the muscles. The reduced flow to the visceral organs may compromise the uterine blood flow because the fetus requires a continuous and adequate supply of oxygen and nutrients for its metabolism, growth and waste product removal⁵. Severe and acute interference with the supply of blood flow is likely to cause hypoxic damage, whereas milder, more chronic reductions may result in suboptimal growth⁶.

Although characterized by "beat to beat" variations, the fetal heart rate (FHR) is considered an important index of fetal well-being, especially during the third trimester of pregnancy^{4,7}. In addition, an increase in the FHR of 5-25 beats per min (bpm) in response to maternal exercise has been established as a normal reaction⁸.

Nonetheless, the influence of physical exercise on normal FHR response to maternal exercise has remained unclear for several reasons. First, it is difficult to measure FHR accurately during maternal exercise. Secondly, the physiological burden imposed by the exercise and the physiological alterations in fetal behavioral states must be taken into account.

Because of motion artifacts induced by maternal exercise, most authors have reported on FHRs measured not during but before and after exercise^{9,10}.

Most of the studies obtained data using a conventional Doppler ultrasound cardiocotograph^{11,12} or fetal biomagnetometer^{3,13} measurements prior to and following maternal exercise^{1,12}. The present study used wireless technology as an agile and reliable way to measure the FHR in response to maternal effort.

Based on the previous section, it is still necessary to clarify the fetal and maternal HR responses to exercise. The aim of this study was to examine the fetal and maternal heart rate responses to different intensities of acute maternal exercise in physically active and sedentary healthy pregnant women. We hypothesized that regular exercise during pregnancy would be associated with a faster recovery of the fetal and maternal heart rate in response to acute maternal exercise.

Material and methods

The present study was a randomized controlled trial (RCT, NCT01723293).

We studied 63 Caucasian women belonging to a low to medium socioeconomic class as a part of randomized, controlled trial which was in accordance with CONSORT guidelines (<http://www.consort-statement.org>).

All participants were informed about the aim and the study protocol, and all provided written informed consent. The research protocol was reviewed and approved by the Research Ethics Committee of Severo Ochoa Hospital (Madrid, Spain) (Number: 240/09). The study

was performed following the ethical guidelines of the Declaration of Helsinki, which was last modified in 2008.

Healthy gravida recruited in the same primary care medical center, aged 31.9 ± 3.2 years, with uncomplicated singleton gestations, were randomly assigned to either an exercise or control group ($n = 38$ EG; $n = 25$ CG). Participating in another structure exercise program was an exclusion criterion, this was verified in EG at the beginning of the study. Women in the CG confirmed they did not exercise throughout their pregnancies.

All pregnant women interested in the study and who met the inclusion criteria of not having any obstetrics complication and had a gestational age under 12 weeks were randomly allocated into each study group. For allocation of the participants, a computer-generated list of random numbers was used. Three different authors were responsible for carrying out the randomization process, consisted of a sequence generation, allocation concealment and implementation.

Sample Size

The variable used to calculate the sample size was the recovery of the maternal heart rate after moderate exercise (ME), to detect a difference between groups of 35% in the percentage of pregnant women who recover properly, with a two-sided 5% significance level and a power of 80%, a sample size of 25 pregnant women per group was necessary, given an anticipated dropout rate of 15%¹⁴.

Standard care group (Control): Women in the CG did not exercise during this period; they received the usual information provided by their midwives or health care professionals.

Exercise Intervention

The physical exercise program included a total of three 55-60 minute sessions per week, which lasted from the beginning of the pregnancy (weeks 9-12) until the end of the third trimester (weeks 38-40). Therefore, an average of 85 training sessions was planned. They wore a heart rate (HR) monitor (Polar FT7, Finland) during the sessions to ensure that the exercise intensity was light to moderate.

Each session included 25-30 minutes of aerobic dance at 55-60% of the maternal heart rate reserve calculated by Karvonen Formulation¹⁵ that was preceded by a gradual warm-up of 7-8 minutes in duration which consisted of walking and static stretching of most muscle groups. Some specific exercises were then performed to increase muscle strength, to improve balance and to prevent some muscle imbalances that are common among pregnant women.

The session finished with 10 minutes of pelvic floor muscle training to prevent urinary incontinence.

To maximize program safety, adherence and efficacy, all sessions were i) supervised by a qualified fitness specialist (working with groups of 10-12 subjects) and with an obstetrician's assistance; ii) accompanied by music; and iii) performed in the Health Care Center in a spacious, well-lit room under favorable environmental conditions (altitude 600 m; temperature 19-21°C; humidity 50-60%). An adequate intake of calories and nutrients was confirmed before the start of each exercise session.

Protocol for measuring FHR

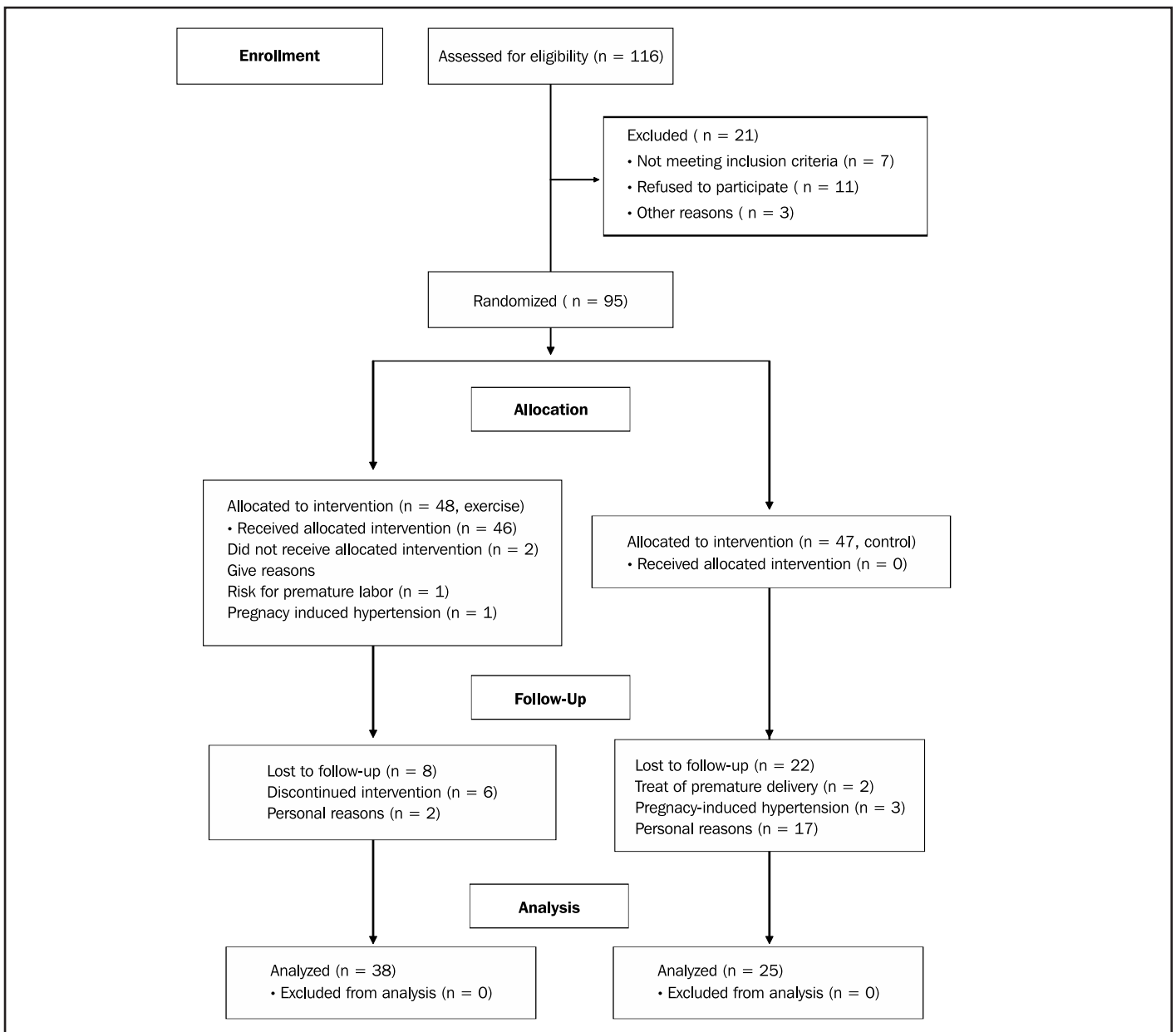
All of the women were evaluated in late pregnancy (week 34.08 ± 2.27). The protocol consisted of two series of walking at different intensities: light exercise (LE) and moderate exercise (ME). We expected the maternal and fetal HR to return to resting levels between the two series. Participants exercised (walk) at their calculated target HR zone of 40% heart rate reserve (HRR) for 3 minutes (LE: light exercise) and 60% HRR for 3 minutes (ME: moderate exercise). We used the Karvonen formulation to determine the maternal exercise protocol heart rate¹⁵. The women wore a HR monitor (Polar FT7, Finland) to ensure that they were exercising within the predetermined target HR zone.

Measurements

The primary outcome was FHR (bpm: beats per minute) after maternal exertion at both intensities of exercise (LE and ME), it was measured by Telemetry, Rimkus model T800 Corometrics 170 series Monitors (Spain). This technology is normally use in primary care for the fetus.

The secondary outcomes were the maternal and fetus recovery time to rest levels after LE and ME (sec: seconds); maternal RPE (Rate of Perceived Exertion) using the Borg Scale after 60% of their HRR according to the Borg's rate during pregnancy¹⁶ and pregnancy outcomes, such as maternal weight gain, birth weight, type of labor, apgar score and pH umbilical cord which were obtained from the medical records at delivery.

Figure 1. Flow Chart of the study participants.



Statistical analysis

All analyses were performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) program, version 20.0.

The Kolmogorov-Smirnov test showed that data were normally distributed. Student unpaired t-tests were used to examine the differences in descriptive characteristics between the EG and CG, the pregnancy outcome (except type of delivery), as well as the differences in the MHR, FHR and time to recovery after exercise for the mother and fetus. The results are presented as the means ± standard deviation. Cohen's d was used to determine the effect size¹⁷.

For the type of delivery and other maternal characteristics one-way ANOVA and the χ^2 test were used, and statistical significance was set at $p < 0.05$.

An interim analysis to assure the safety of the intervention was performed during the trial ($n = 30$). The levels of significance maintained an overall p value of 0.05 and were calculated according to the O'Brien-Fleming stopping boundaries¹⁸.

Results

Regarding adherence to the protocol and the possible adverse effects of exercise, we report the following: Two women from EG did not receive intervention because of risk of premature labor ($n = 1$) and pregnancy-induced hypertension ($n = 1$); eight women were lost to follow-up because of discontinued intervention ($n = 6$) and personal reasons ($n = 2$). Twenty-two participants in the CG were excluded from the study because of treat of premature delivery ($n = 2$), pregnancy-induced hypertension ($n = 3$) and personal reasons ($n = 17$). A total of 63 women ($n = 38$ EG; $n = 25$ CG) were analyzed. Adherence to the exercise program was 80% (Figure 1).

The data collected at the beginning of the study (9-12 weeks) regarding the maternal characteristics were similar between the groups (Table 1).

After walking, the fetuses from the EG showed lower increases in heart rate than the fetuses from the CG at both intensities (LE: $t_{60} = 2.98$; $p = 0.004$) and (ME: $t_{59} = 2.73$; $p = 0.008$) (Table 2). Regarding FHR at rest, fetuses from CG had a significant increase in the heart rate after LE and ME (LE: $t_{24} = -4.70$; $p = 0.000$; ME: $t_{24} = -2.92$; $p = 0.007$) whereas this increase was not significant in the EG (LE: $t_{23} = 0.20$; $p = 0.84$ ME: $t_{35} = -0.20$; $p = 0.84$) (Figure 2 and 3).

The physical exercise program might have a positive effect on the recovery time for MHR and FHR. The fetuses from the EG showed a lower time to recovery than the fetuses from the CG after LE ($t_{26.55} = 4.03$; $p = 0.000$) and ME ($t_{33.10} = 4.33$; $p = 0.000$) (Table 2). Furthermore, the physical exercise program was effective for maternal recovery after LE ($t_{61} = 3.27$; $p = 0.002$) and also after ME ($t_{59} = 4.05$; $p = 0.000$). The percentage of pregnant women who recover in 20 minutes after walking was significantly higher in the EG after ME ($X^2 = 8.8$; $p = 0.003$). Regarding fetal recovery, the data showed a higher percentage of the fetuses from EG who recover in 20 minutes after ME ($X^2 = 9.08$; $p = 0.003$). No significant differences were found in RPE after ME between groups ($t_{1.87} = 61$; $p = 0.06$) (Table 2).

Table 1. Maternal characteristics.

Variables	EG n= 38	CG n= 25	p
Age (years)	32 ± 3.47	31.84 ± 2.80	0.84
BMI	23.38 ± 4.23	23.08 ± 3.06	0.76
Group pre-pregnancy BMI (n/%)			
Under weight	1/2.6	1/4	
Normal weight	26/68.4	19/76	
Overweight	8/21.1	5/20	0.53
Obese	3/7.9	0/0	
Parity (n/%)			
No previous gestation	28/73.7	12/48	
One previous gestation	9/23.7	12/48	0.11
Two previous gestations	1/2.6	1/4	
Smoking during pregnancy (n/%)			
No	22/88	34/89.5	
Yes	3/12	4/10.5	0.85
Education (n/%)			
Primary	7/28	10/26.3	
Higher	13/52	19/50	0.94
University	5/20	9/23.7	
Reproductive history (n/%)			
Abortion			
No previous	26/68.4	21/84	0.36
One previous	10/26.3	3/12	
Two previous	2/5.3	1/4	
FHR rest (bpm)	139.47 ± 6.59	140.44 ± 7.62	0.59
MHR rest (bpm)	90.32 ± 14.48	91.88 ± 13.36	0.66
MHR (LE) (bpm)	129.84 ± 9.54	130.16 ± 8.20	0.89
MHR (ME) (bpm)	147.71 ± 6.35	148.88 ± 5.88	0.46

BMI: Body Mass Index at the beginning of the study; FHR: Fetal Heart Rate; MHR: Maternal Heart Rate; LE: Light Exercise; ME: Moderate Exercise.

The exercise program had no negative effect on the maternal and fetal outcomes. Indeed, the women from the EG gained significantly less weight than the women from the CG ($t_{61} = 3.97$; $p = 0.000$). The weight gain recommendations during pregnancy¹⁹ were followed significantly more closely by the women in the EG than those in the CG ($X^2 = 5.64$; $p = 0.01$). Babies from the EG were born at lower weights than babies from the CG ($t_{58} = 2.11$; $p = 0.039$) (Table 3).

Discussion

The aim of this study was to provide basic information about the effects of physical exercise throughout pregnancy on the fetal and maternal response to exercise.

An additional novel intervention in our study was the integration of aerobic dance, strength and pelvic floor exercises in the exercise program, which are not commonly available to pregnant women.

Figure 2. Fetal heart rate at rest and after light exercise.

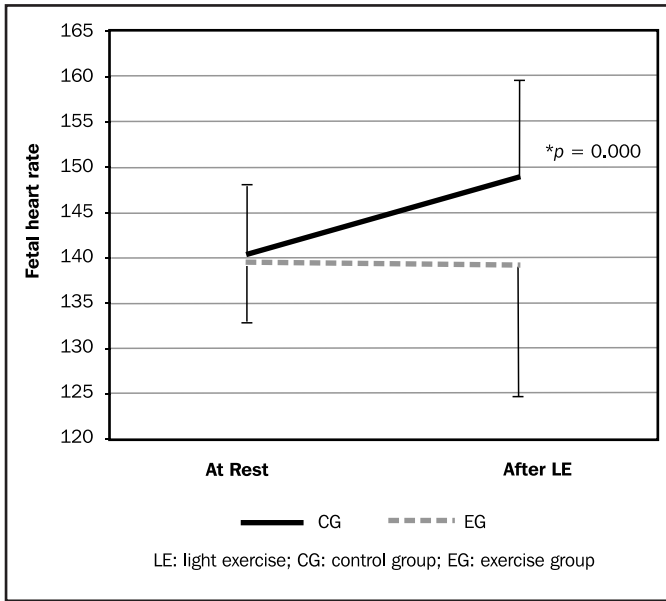


Figure 3. Fetal heart rate at rest and after moderate exercise.

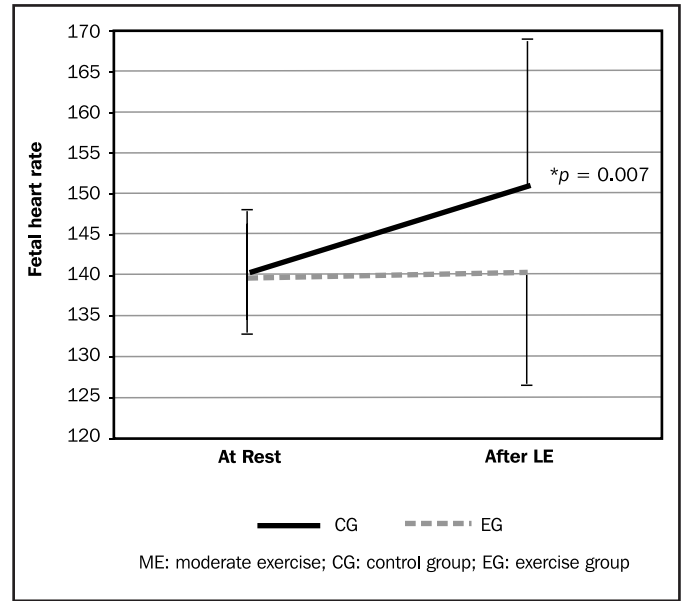


Table 2. Fetal and maternal responses to exercise.

Variables	EG n= 38	CG n= 25	p	Effect size
FHR (bpm) (LE)	139.1±14.2	149.0±10.5	0.004*	0.78
FHR (bpm) (ME)	139.9±13.5	150.9±17.9	0.008*	0.72
FRT (LE) (sec.)	86.8±104.7	405.2±384.7	0.000*	1.24
FRT (ME) (sec.)	160.4±234.3	596.9±461.4	0.000*	1.27
MRT (LE) (sec.)	341.2±281.6	577.4±277.0	0.002*	0.86
MRT (ME) (sec.)	525.8±309.0	876.1±362.6	0.000*	1.07
Maternal recovery (LE) (n/%)				
No	2/5.26	1/4	0.81	
Yes	36/94.7	24/96		
Maternal recovery (ME) (n/%)				
No	3/8.3	10/40	0.003	
Yes	35/91.7	15/60	*	
Fetal recovery (LE) (n/%)				
No	0/0	2/8	0.084	
Yes	36/100	23/92		
Fetal recovery (ME) (n/%)				
No	0/0	6/24	0.003	
Yes	34/100	19/76	*	
RPE	12.2±1.5	13.0±1.9	0.06	

Table 3. Maternal and fetal outcomes.

Variables	EG n=38	CG n=25	p	Effect size
Maternal Weight gain (Kg)	11.36±3.56	15.36±4.39	0.000*	1.04
Maternal weight gain according to IOM recommendation (n/%)				
Excessive	7/18.9	11/47.8	0.01*	
Adequate	30/81.71	12/52.2		
Birth weight (g)	3005.86±463.21	3249.76±406.34	0.039*	0.56
Type of labor (n/%)				
Normal	25/71.4	15/60	0.58	
Instrumental	5/14.3	6/24		
Cesarean	5/14.3	4/16		
Apgar Score (n/%)				
1 min.	8.65±1.25	9.08±0.86	0.14	
5 min.	9.85±0.35	9.84±0.47	0.90	
pH umbilical cord	7.28±0.05	7.27±0.08	0.45	

IOM: Institute of Medicine; *Significance at level 0.05.

Our results show that mothers and fetuses in the EG recovered to their resting heart rate before those in the CG. Furthermore, our data show that a higher percentage of pregnant women and fetuses from the EG were able to recover after walking at ME. The findings of the present study suggest that regular and moderate exercise during healthy pregnancy may be associated with a positive effect of exercise in both the mother and the fetus, without any adverse outcomes.

FHR (LE): Fetal Heart Rate after Light Exercise; FHR (ME): Fetal Heart Rate after Moderate Exercise; FRT= Fetal Recovery Time. MRT: Maternal Recovery Time; RPE: Rate of Perceived Exertion. *Significance at level 0.05.

These findings are in accordance with those based on non-pregnant populations, which demonstrate that moderate exercise efficiently improves aerobic fitness²⁰.

Some authors have investigated about the influence of maternal exercise training during pregnancy on FHR response to acute maternal exercise, however most of these studies do not consider the recovery time to resting levels, and maternal physical activity level was measured by questionnaire, the most commonly used is the Modifiable Physical Activity Questionnaire (MPAQ).

Two studies have been found that measured the time takes for the FHR to return to pre-exercise values after moderate exercise. Mean time was 22 minutes (range 12 to 30 minutes) in healthy active pregnant women²¹. Our results showed less recovery time after walking at both intensities. O'Neill *et al.*²² examined the influence of maternal cycling posture (semi-supine and upright) on many maternal and fetal parameters, they reported that increases in FHR were similar in both postures and had not returned to resting values by 10 minutes.

Brenner *et al.*²³ in an experimental study examined the effects of advancing gestational age and maternal aerobic training on FHR response to maternal exercise. They found an increased FHR during exercise, transient reduction in FHR immediately post-exercise, followed by a delayed increasing in FHR during recovery period.

May *et al.*^{3,13,24} present three studies in which they examine the influence of physical exercise performed throughout pregnancy on fetal cardiovascular parameters. The first study examines whether there is a dose-response relationship between maternal physical activity and FHR, Heart Rate Variability (HRV), and sympathovagal balance found a strong support that maternal physical activity dose during pregnancy is associated with a fetal heart training response (based on FHR and heart rate variability measurements)²⁴.

In the second study with 26 regularly exercising and 35 healthy non-exercising pregnant women, they found that maternal exercise throughout gestation results in significantly lower FHR³.

In a recent study they investigated if more time spent performing non-continuous leisure time physical activity during pregnancy is associated with lower FHR and increased HRV, they concluded that fetuses of mothers with non-continuous physical activity during pregnancy may have an adaptive advantage¹³.

In overview, FHR responses to maternal exercise have been found to vary from no change to an increased or decreased rate and it seems to depend on level and type of exercise. Artal *et al.* found an increase in FHR after maternal exercise. Fetal bradycardia was recorded in few women, which seems to be transitory and was compensated for an increase in FHR after maternal exertion^{25,26}. Silveira *et al.*¹² informed no changes between pre and post exercise values of FHR in an experimental study of aerobic physical activity in water with 133 healthy sedentary pregnant women.

Collings *et al.*²⁷ studied twenty-five pregnant women who exercised during pregnancy at an intensity of 61% to 73% of maximal capacity and also showed an increased in FHR after maternal exercise.

Only one randomized study has been found that examined FHR response to maternal exercise comparing EG (n = 11) and CG (n = 12). They did not found any significant change in FHR which indicate that

there were no cardiovascular signs of fetal stress after moderate short-term maternal exercise²⁸.

Our results show that fetuses whose mothers exercised during pregnancy had a lower increase in FHR after walking at LE and ME, yet the increases in the FHR found in our results were considered normal in other study (small rise in fetal heart rate of 5-25 bpm)⁸. No association was found in this study between regular exercise and lower values in the fetal and maternal heart rate at rest.

No significant differences were found in the perception of exertion between groups, but it was slightly lower in EG than in CG at the same exercise intensity.

The overall health status of the baby was unaffected by exercise, as reflected and reinforced by the results of the globally used Apgar score. Similarly, we found a lower maternal weight gain in the EG and a lower birth weight in babies from the same group. In addition, more pregnant women from the EG followed the weight gain recommendations¹⁹ according to their BMI before becoming pregnant consistent with other studies^{29,30}.

Taken together, the present data and those of previous research indicate that a regular physical exercise throughout pregnancy promotes improvements in the cardiovascular response of the fetus, which could be a protective factor in the final trimester of pregnancy and especially in the delivery stage. This finding is important to consider from the physiological point of view because in late pregnancy, an increased exchange of maternal and fetal blood is produced, which requires an efficient fetal cardiovascular system. Indeed regular physical exercise during pregnancy may be associated with faster maternal and fetal recovery after maternal exertion. Additionally, excessive maternal weight gain and abnormal birth weight could be avoided without adverse outcomes.

Although many studies have informed about fetal variables in response to maternal effort, the strength of this RCT is the information related to fetal and maternal recovery as factor of physical condition.

The main limitation of this study was the lack of fetal registration during maternal exertion; hence fetal heart rate was measured immediately after exertion.

What are the new findings?

Knowing the association of physical exercise throughout pregnancy with the fetal major variable: FHR.

Examining the response of the MHR and FHR by a very common activity inserted on the life of the pregnant woman: walking.

How might it impact on clinical practice in the near future?

The protocol and the results of this study can be used as a tool to promote regular physical exercise programs during pregnancy.

References

1. Szymanski LM, Satin AJ. Exercise during pregnancy: fetal responses to current public health guidelines. *Obstet Gynecol.* 2012;119(3):603-10.
2. Zavorsky GS, Longo LD. Exercise guidelines in pregnancy: new perspectives. *Sports Med.* 2011;41(5):345-60.
3. May LE, Glaros A, Yeh HW, Clapp JF, Gustafson KM. Aerobic exercise during pregnancy influences fetal cardiac autonomic control of heart rate and heart rate variability. *Early Hum Dev.* 2010;86(4):213-7.

4. Gorski J. Exercise during pregnancy: maternal and fetal responses. A brief review. *Med Sci Sports Exerc.* 1985;17(4):407-16.
5. Wolfe LA, Brenner IK, Mottola MF. Maternal exercise, fetal well-being and pregnancy outcome. *Exerc Sport Sci Rev.* 1994;22:145-94.
6. Lotgering FK, Gilbert RD, Longo LD. Maternal and fetal responses to exercise during pregnancy. *Physiol Rev.* 1985;65(1):1-36.
7. Rodney JR, Huntley BJ, Rodney WM. Electronic fetal monitoring: family medicine obstetrics. *Prim Care.* 2012;39(1):115-33.
8. Riemann MK, Kanstrup Hansen IL. Effects on the foetus of exercise in pregnancy. *Scand J Med Sci Sports.* 2000;10(1):12-9.
9. Veille JC, Hohimer AR, Burry K, Speroff L. The effect of exercise on uterine activity in the last eight weeks of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* 1985;151(6):727-30.
10. Spinnewijn WE, Lotgering FK, Struijk PC, Wallenburg HC. Fetal heart rate and uterine contractility during maternal exercise at term. *Am J Obstet Gynecol.* 1996;174(1 Pt 1):43-8.
11. Avery ND, Stocking KD, Tranmer JE, Davies GA, Wolfe LA. Fetal responses to maternal strength conditioning exercises in late gestation. *Can J Appl Physiol.* 1999;24(4):362-76.
12. Silveira C, Pereira BG, Cecatti JG, Cavalcante SR, Pereira RI. Fetal cardiocography before and after water aerobics during pregnancy. *Reprod Health.* 2010;7:23.
13. May LE, Suminski RR, Berry A, Langaker MD, Gustafson KM. Maternal physical activity mode and fetal heart outcome. *Early Hum Dev.* 2014;90(7):365-9.
14. Moher D, Dulberg CS, Wells GA. Statistical power, sample size, and their reporting in randomized controlled trials. *JAMA.* 1994;272(2):122-4.
15. Goldberg L, Elliot DL, Kuehl KS. Assessment of exercise intensity formulas by use of ventilatory threshold. *Chest.* 1988;94:95-8.
16. O'Neill ME, Cooper KA, Mills CM, Boyce ES, Hunyor SN. Accuracy of Borg's ratings of perceived exertion in the prediction of heart rates during pregnancy. *Br J Sports Med.* 1992;26(2):121-4.
17. Cohen J. A power primer. *Psychol Bull.* 1992 Jul;112(1):155-9.
18. Pocock SJ. When to stop a clinical trial. *BMJ.* 1992 25;305(6847):235-40.
19. Institute of Medicine. Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines. Washington, DC, USA. The National Academies Press; 2009.
20. Melzer K, Schutz Y, Boulvain M, Kayser B. Physical activity and pregnancy: cardiovascular adaptations, recommendations and pregnancy outcomes. *Sports Med.* 2010;40(6):493-507.
21. Hauth JC, Gilstrap LC, 3rd, Widmer K. Fetal heart rate reactivity before and after maternal jogging during the third trimester. *Am J Obstet Gynecol.* 1982;142(5):545-7.
22. O'Neill ME, Cooper KA, Boyce ES, Hunyor SN. Postural effects when cycling in late pregnancy. *Women Birth.* 2006;19(4):107-11.
23. Brenner IK, Wolfe LA, Monga M, McGrath MJ. Physical conditioning effects on fetal heart rate responses to graded maternal exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(6):792-9.
24. May LE, Suminski RR, Langaker MD, Yeh HW, Gustafson KM. Regular maternal exercise dose and fetal heart outcome. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(7):1252-8.
25. Artal R, Rutherford S, Romem Y, Kammula RK, Dorey FJ, Wiswell RA. Fetal heart rate responses to maternal exercise. *Am J Obstet Gynecol.* 1986;155(4):729-33.
26. Artal R, Romem Y, Paul RH, Wiswell R. Fetal bradycardia induced by maternal exercise. *Lancet.* 1984;2(8397):258-60.
27. Collings C, Curet LB. Fetal heart rate response to maternal exercise. *Am J Obstet Gynecol.* 1985;151(4):498-501.
28. Pijpers L, Wladimiroff JW, McGhie J. Effect of short-term maternal exercise on maternal and fetal cardiovascular dynamics. *Br J Obstet Gynaecol.* 1984;91(11):1081-6.
29. Barakat R, Perales M, Bacchi M, Coteron J, Refoyo I. Is exercise throughout pregnancy safe to mother and new born? Randomized Controlled Trial. *Am J Health Promot.* 2014;29(1):2-8.
30. Ruiz J, Perales M, Pelaez M, Lopez C, Lucia A, Barakat R. Supervised exercise-based intervention to prevent excessive gestational weight gain: a randomized controlled trial. *Mayo Clin Proc.* 2013;88(12):1388-97.

Efectos inmediatos sobre la potenciación post-activación utilizando oclusión parcial superimpuesta

Moisés Picón¹, Iván Chulvi-Medrano², Juan M. Cortell-Tormo³, Tamara Rial⁴, Manuel Rodríguez-Pérez⁵

¹Benestar Wellness Center. Valencia. ²Benestar. Valencia. ³Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante.

⁴Departamento de Didácticas Especiales. Universidad de Vigo. ⁵Universidad de Almería.

Resumen

Recibido: 04.12.2014

Aceptado: 13.04.2015

Palabras clave:

Restricción vascular.
Isquemia.
Potencia muscular.
Potenciación post-activación.

El entrenamiento con oclusión parcial superimpuesta (OCPS) es una alternativa reciente para el entrenamiento de fuerza de alta intensidad. Este método incrementa los factores estructurales en el músculo esquelético y de fuerza estableciendo una relación entre el estrés biológico por OCPS sobre el área de sección transversal muscular. Sin embargo, se desconoce la intensidad óptima para inducir esta inflamación celular aguda. Se ha sugerido que intensidades bajas (20-30% de 1RM) combinadas con OCPS son el método más apropiado para provocar la hipertrofia muscular. Este entrenamiento aplica una reducción parcial en el flujo de sangre a través de un torniquete externo y, una vez que la parte proximal está ocluida, se realiza un esfuerzo muscular de baja intensidad. Sin embargo, se carece de evidencias firmes que relacionen el entrenamiento OCPS aguda con la potenciación postactivación (PAP). El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de la OCPS como una intervención preparatoria sobre el rendimiento del salto vertical. Diecinueve individuos altamente entrenados fueron reclutados (24,89 (4,64) años; índice de masa corporal 23,28 (2,12); 5,11 (3,29) años de experiencia en el entrenamiento de fuerza). Tras un calentamiento estandarizado se aplicó la intervención experimental mediante 3 series de 15 repeticiones de ¼ de sentadilla con la pierna dominante con la superposición de un torniquete en la parte más proximal del muslo para lograr OCPS (1/3 de la presión arterial sistólica). La altura del salto [16,69 (4,07) vs. 16,77 (3,50) centímetros], el tiempo en vuelo [0,36 (0,04) frente a 0,37 (0,03) segundos] y la potencia [657,32 (141,80) vs. 646,11 (147,03) vatios] se compararon al inicio del estudio y después de la intervención. Ninguna de las variables de rendimiento relacionadas con el salto vertical mostró diferencias significativas ($p > 0,05$) entre el pre y el post. Nuestros resultados sugieren que la OCPS no tiene efecto inmediato sobre la PAP y por lo tanto ningún efecto sobre el rendimiento del salto vertical. Se necesitan más estudios para determinar si otros protocolos de OCPS pudieran tener efectos inmediatos sobre el PAP.

Immediate effects of postactivation potentiation using superimposed partial occlusion

Summary

Resistance training combined with superimposed partial occlusion (OCPS) is a recent alternative for high intensity resistance training. Several mechanisms are hypothesized to explain the benefits in hypertrophy and strength gains. This method to improve the structural factors in skeletal muscle and strength and exist in a relationship between the biological stress by OCPS in the muscular cross-sectional area. However, we do not know the optimal intensity to induce acute cell swelling. It was suggested that low-intensity (20–30% of 1RM) combined with OCPS is the most appropriate to elicit muscle hypertrophy. This training involves the application of a partial reduction in blood flow through an external tourniquet, and once the tip occluded, a muscle effort is made low intensity. Nevertheless there is a lack of data that relate OCPS with acute power outcome or postactivation potentiation (PAP). The aim of this study was to explore the effect of OCPS as a preparatory performance on vertical jump performance. Twenty-one highly trained individuals were recruited 24,89 (4,64) years; 23,28 (2,12) body mass index; 5,11 (3,29) years of experience in resistance training). After standardized warm-up the intervention consisted of 3 sets of 15 repetitions of ¼ squat on dominant leg superimposing a tourniquet at the most proximal portion of the thigh for achieving OCPS (1/3 of systolic blood pressure). The jump height [16,69 (4,07) vs. 16,77 (3,50) centimeters], time in flight [0,36 (0,00) vs. 0,37 (0,00) seconds] and power [657,32 (141,80) vs. 646,1145 (147,03) watts] were compared at baseline and after the intervention. T-Student test shows no significant difference ($p > 0,05$) for all the variables under observation. Our results suggest that OCPS has no immediate effect on PAP and thus no effect on vertical jump performance. Further studies are warranted to determine whether different protocols of OCPS have immediate effects on PAP.

Key words:

Blood-flow restriction.
Ischemia.
Muscle power.
Postactivation potentiation.

Correspondencia: Iván Chulvi Medrano
E-mail: ivanchulvimedrano@gmail.com

Introducción

Actualmente son conocidos y aceptados los beneficios potenciales que aporta el entrenamiento de la fuerza sobre cualquier rango de población, incluyendo diferentes estados biológicos, condiciones patológicas y estatus de condición física¹. Consecuencia de ello, cada vez es mayor el grupo poblacional que emplea esta modalidad de entrenamiento como herramienta para mejorar su calidad de vida. Los especialistas en entrenamiento de la fuerza recomiendan fundamentar los programas de entrenamiento en la individualización, la variación y la progresión de la carga¹. A pesar de que la necesidad de aplicar una intensidad elevada de entrenamiento para obtener ciertos beneficios parece estar consensuada², en algunas circunstancias dicha progresión puede estar contraindicada, como es el caso de personas lesionadas o con patologías^{1,3}. En estos casos resulta importante aportar una metodología de entrenamiento que favorezca las adaptaciones positivas del entrenamiento contra resistencias pero que no suponga ningún riesgo para ellos.

En este sentido, el entrenamiento con oclusión parcial superimpuesta (OCPS) parece ser una herramienta adecuada⁴. La aplicación de ésta lleva a una reducción parcial del flujo sanguíneo, en este caso vascular, por medio de un torniquete externo, generalmente aplicado en la parte más proximal^{3,5,6}. El parámetro de la oclusión se controla a partir del nivel de presión en milímetros de mercurio (mmHg), empleándose dicho valor para estimar la reducción del flujo sanguíneo. Una vez ocluido se deberá realizar un esfuerzo muscular de baja intensidad⁷.

El entrenamiento tradicional de la fuerza utiliza cargas de trabajo muy elevadas (>75% 1RM) para romper la homeostasis de nuestro organismo e inducir adaptaciones fisiológicas. No obstante, la literatura científica ha demostrado efectiva la combinación de oclusión y trabajo de baja intensidad (20-30% 1RM) con el fin de alcanzar un efecto sobre la hipertrofia y la fuerza muscular⁸⁻¹⁵.

Con la aplicación de esta nueva metodología se obtienen beneficios tanto estructurales como funcionales, muy similares a los conseguidos mediante entrenamientos de fuerza convencionales⁴.

Dichos beneficios se atribuyen a diversos mecanismos entre los que destacan:

- incremento significativo de la liberación de hormonas con una potente acción sobre el crecimiento muscular, como es la hormona del crecimiento (GH), factor de crecimiento derivado de la insulina (IGF-1) y noradrenalina (NA);
- respuestas de activación de moléculas y señalizaciones intramusculares asociadas con el incremento de la síntesis de proteínas^{16,17};
- reclutamiento de fibras rápidas muy similares a las obtenidas durante un entrenamiento de alta intensidad⁹.

En la actualidad, cada vez son más los estudios que valoran los distintos efectos y cambios fisiológicos que se derivan de la aplicación del entrenamiento con OCPS¹⁸⁻²⁰. Sin embargo, dentro del campo del entrenamiento de la fuerza también es importante, de cara a alcanzar un mayor rendimiento deportivo, valorar el posible efecto de potenciación postactivación que se puede lograr con la OCPS. No obstante, faltan estudios que relacionen ambos parámetros.

El fenómeno de potenciación postactivación (PAP) se produce en los músculos esqueléticos de los mamíferos, implicando una mayor

eficiencia neuromuscular, y con ello, un mayor rendimiento, cuando se realiza una actividad muscular determinada justo antes del esfuerzo²¹. Gülllich A, *et al.* (1996)²² expone que cualquier estímulo previo a una acción motriz es capaz de provocar una “reacción sensible” en nuestro organismo, lo que puede traducirse en una mejora de nuestro rendimiento. Este mismo autor aclara que la actividad contráctil produce tanto fatiga como PAP, por lo que es el equilibrio entre estas dos variables el que determina si se mejora o no la respuesta contráctil posterior.

Entre los posibles mecanismos fisiológicos que pretenden dar explicación a la potenciación postactivación se encuentran:

- un aumento de la fosforilación de las cadenas de miosina muscular, desencadenando un mayor reclutamiento de unidades motoras^{23,24};
- cambios a nivel del ángulo de penneación (*pennation*) tras una activación²³.

La literatura científica de la fisiología del deporte ha puesto de manifiesto que este fenómeno se puede desencadenar mediante diferentes estrategias^{25,26}. Por lo tanto, a partir de lo expuesto anteriormente se ha hipotetizado, para este trabajo, que la aplicación del entrenamiento con OCPS podría generar PAP, posiblemente asociado a una mayor actividad neural y al incremento de la rigidez (*stiffness*) de los miembros inferiores, ligado a su vez al edema muscular subsiguiente al entrenamiento.

Haciendo referencia a este último ítem, el presente trabajo también pretende valorar, aunque de una manera secundaria, el efecto que tiene el edema muscular sobre los músculos esqueléticos de los sujetos implicados en la investigación, el cual pudiera correlacionarse con un incremento del *stiffness* y por tanto, con un aumento de la potencia de salto, favoreciendo con ello el PAP.

Estudios publicados hasta el momento constatan una clara relación entre *stiffness* e incremento de energía. A mayor rigidez muscular, menor efecto de histéresis poseen nuestros músculos, lo que llevaría a incrementar nuestra capacidad para generar potencia en un salto en contramovimiento. Además, el edema muscular subsiguiente al entrenamiento es una variable que produce un incremento de rigidez en nuestros músculos lo que también nos permitiría mejorar nuestra capacidad de salto.

En conclusión, considerando las respuestas agudas desencadenadas por el entrenamiento con OCPS y la capacidad de nuestros músculos para alterarse tras una actividad previa, el presente trabajo pretende dar contestación a la siguiente pregunta, ¿puede generar la oclusión vascular parcial superimpuesta un efecto de potenciación postactivación?

Material y métodos

Participantes

Para llevar a cabo esta investigación se ha contado con un único grupo experimental formado por 19 sujetos varones. Las características físicas de los sujetos participantes quedan reflejadas en la Tabla 1.

Todos los participantes estaban familiarizados con los ejercicios utilizados ya que estos forman parte de su programa de entrenamiento habitual. Además, todos debían reunir cuatro requisitos básicos: a) contestar negativamente al PAR-Q y dar su consentimiento informado por

Tabla 1. Características descriptivas de los participantes.

Variable	Resultado (media±SD)
Edad (años)	24,89 (4,64)
Peso (kg)	73,66 (10,74)
Talla (cm)	177,47 (7,44)
IMC (kg/m ²)	23,28 (2,12)
Experiencia deportiva (años)	5,11 (3,29)

Los datos están presentados como la media y la desviación estándar (SD).

escrito antes de participar en la prueba; b) tener entre 18 y 35 años con un mínimo de 1 año de experiencia en el campo del entrenamiento de la fuerza; c) no haber padecido ninguna lesión traumática en miembros inferiores en los últimos 6 meses; d) no tomar medicación de forma habitual ni en el momento del estudio. El proyecto de investigación fue aprobado por el Comité Ético en investigación humana de la Universidad de Alicante, al amparo de las directrices éticas dictadas en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial para investigación con seres humanos.

Diseño experimental

Con el fin de comprobar el posible efecto de potenciación post-tactivación que puede provocar la oclusión vascular superimpuesta, se aplicó el siguiente protocolo:

- Familiarización por parte de los sujetos. Esta fase tuvo una duración de 20 minutos. En ella los sujetos, guiados por el investigador, realizaron el ejercicio de ¼ de sentadilla a una pierna con una ligera oclusión vascular superimpuesta.
- Una semana más tarde se llevó a cabo la aplicación del protocolo experimental consistente en: a) registro del perímetro de la pierna; b) calentamiento estándar consistente en 5 minutos de actividad aeróbica, en este caso bicicleta estática, seguido de movilidad articular y flexibilidad dinámica para los miembros inferiores; c) el sujeto realizará 3 saltos máximos en contramovimiento (CMJ) con su pierna dominante con una recuperación entre salto de 1 minuto. Se tomará registro del mejor salto; d) tras 4 minutos de

recuperación al sujeto se le aplicará una oclusión vascular del 30% de la tensión arterial sistólica basal, debiendo realizar 3 series x 15 repeticiones de ¼ de sentadilla con su pierna dominante descansado 1 minuto entre series; e) registro del perímetro de la pierna; f) tras 4 minutos de descanso el sujeto volverá a realizar 3 saltos máximos en contramovimiento (*Countermovementjump*) sobre la plataforma. Se tomará registro del mejor salto (Figura 1).

Materiales e instrumentos

Para la ejecución del protocolo presentado, los materiales y tests que se emplearon fueron los siguientes:

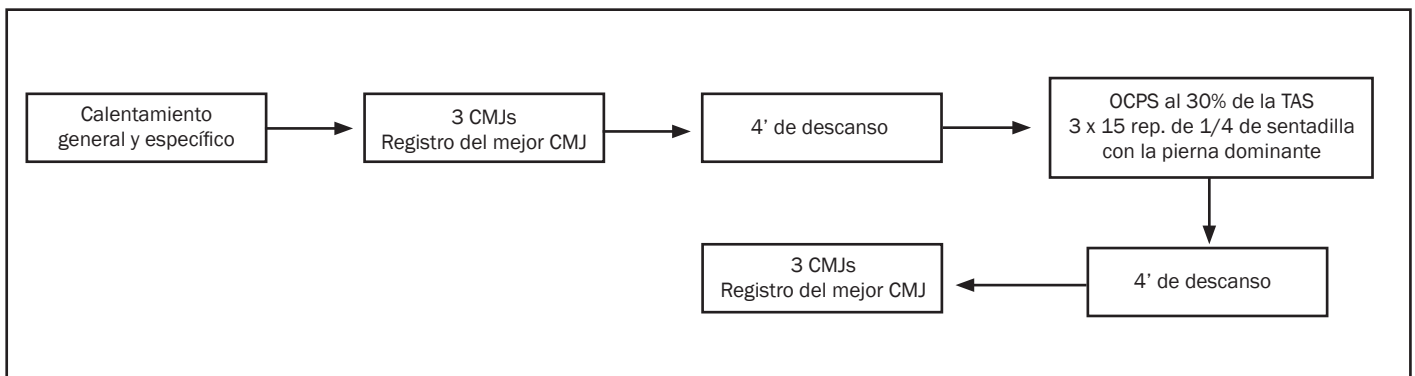
- Esterilla de fuerza (Chronopic 3, Chronojump Boscosystem, Spain).
- Tensiómetro automático de brazo (OMRON M₃).
- Compresímetro (RiesterKomprimeter, Riester, Jungingen, Germany) de alta precisión. Las dimensiones del manguito son 57 cm de largo y 9 cm de ancho.
- Cinta métrica Rosscraft metálica, estrecha e inextensible (precisión, 1 mm). La medición del perímetro del muslo fue llevada a cabo por un medidor acreditado ISAK Nivel 1 siguiéndose las recomendaciones técnico-normativas de la ISAK²⁷.
- Test: Salto en contramovimiento. Se hizo uso del CMJ ya que se trata de un tipo de salto comúnmente utilizado para investigar los cambios que se dan en el rendimiento como consecuencia del PAP²⁸⁻³⁰.

Además, puesto que la gran mayoría de actividades deportivas tienen un gran componente asimétrico total, se decidió comprobar los efectos de la oclusión parcial superimpuesta únicamente sobre la pierna dominante.

Análisis estadístico

Para el presente estudio, con el objetivo de comprobar la condición de homogeneidad de las varianzas, se aplicó el test de *Levene*. Éste demostró una igualdad de las mismas, lo que significa que éstas cumplen el criterio de homogeneidad.

Por otro lado, para contrastar la normalidad de las variables se empleó la prueba de *Kolmogorov-Smirnov*. Ésta nos demuestra que las variables cumplen el criterio de normalidad.

Figura 1. Esquema con el protocolo de intervención aplicado.

CMJ: Salto en contramovimiento; OCPS: Oclusión Parcial Vascular Superimpuesta; TAS: Tensión Arterial Sistólica.

A partir de la aplicación de los dos tests nombrados anteriormente, se empleó la prueba paramétrica *t* de Student para muestras relacionadas.

El nivel de significación alfa asumido fue de $p < 0,05$. Todos los valores se expresaron como la media \pm la desviación estándar (SD). Los análisis se llevaron a cabo usando el programa estadístico SPSS para Windows versión 19,0.

Resultados

Los resultados de la presente investigación se van a presentar atendiendo a los dos objetivos sobre los que versa este estudio. Por un lado, el perímetro de muslo, y por otro, las diferentes variables que afectan a la capacidad de salto.

Perímetro del muslo

El estudio comparativo reveló una diferencia de 0,81 (0,65) centímetros (cm) más en el perímetro de muslo post-test que en el pre-test. Esta diferencia fue significativa ($p = 0,00$), lo que indica la posible presencia de edema muscular subsiguiente al entrenamiento (Tabla 2).

Capacidad de salto

Las diferentes variables evaluadas con relación a la capacidad de salto son: la altura de salto (cm), el tiempo de vuelo (s), la potencia de salto (w) y la velocidad inicial (m/s).

En relación a la primera de estas variables los resultados muestran una diferencia de 0,08 (1,95) (cm) mayor en la altura del salto realizado a posteriori de la aplicación del entrenamiento con OCPS. Sin embargo, dicha diferencia ($p = 0,46$) no puede considerarse significativa ($p > 0,05$).

Haciendo referencia a la segunda de las variables, el tiempo de vuelo, la diferencia fue de 0,00 (0,02) (s) mayor en el tiempo de vuelo de los saltos realizados tras el entrenamiento con OCPS. Sin embargo, al igual que sucede con las anteriores variables, el tiempo de vuelo tampoco presenta una diferencia significativa entre el pre y el post-test.

Con respecto a la potencia de salto, la prueba estadística desveló una diferencia de 11,21 (46,69) (w) menor en los saltos realizados post-entrenamiento con OCPS, aunque esta diferencia ($p = 0,33$) tampoco es suficiente para considerarla como significativa.

Por último, en cuanto a la velocidad inicial del salto, se observó una diferencia de 0,02 (0,13) (m/s) mayor en los saltos realizados tras en el entrenamiento con OCPS. Sin embargo, éstas diferencias ($p = 0,38$) tampoco fueron significativas.

Tabla 2. Cambios en el perímetro del muslo pre y post aplicación de OCPS.

Variable	Resultado
Pre-test	53,13 (5,07) cm
Post-test	53,94 (5,29) cm
(p)	0,00

Tabla 3. Cambios en las diferentes variables evaluadas con relación a la capacidad de salto tras la aplicación del OCPS.

Variable	Pre-test	Post-test	(p)
Altura del salto (cm)	16,69 (4,07)	16,77 (3,50)	0,85
Tiempo de vuelo (s)	0,36 (0,04)	0,37 (0,03)	0,46
Potencia de salto (w)	657,32 (141,80)	646,11 (147,03)	0,33
Velocidad inicial (m/s)	1,79 (0,23)	1,81 (0,19)	0,38

En la Tabla 3 vienen detallados los resultados dados en las diferentes variables evaluadas con relación a la capacidad de salto.

Discusión

La presente discusión se va a establecer en base a los 2 parámetros que representan las variables analizadas en el presente estudio y que se han diferenciado previamente en el apartado de resultados.

Perímetro del muslo

Aunque todavía no existe un apoyo científico que demuestre, de una manera clara y contundente, una diferencia significativa en el perímetro del muslo después de una sesión de entrenamiento (efectos agudos) con oclusión, son diversos los estudios que han demostrado un incremento agudo en los marcadores de inflamación muscular tras la aplicación de un entrenamiento con OCPS³¹⁻³⁴, no siendo ésta una respuesta exclusiva de dicha metodología de entrenamiento, ya que también han sido descritas con otras formas de ejercicio físico³⁵.

Según Loenneke *et al.* (2014)³⁵ la acumulación de sangre inducida por el entrenamiento con OCPS es suficiente para causar modificaciones en el balance de agua intracelular y extracelular, lo que desencadenaría el efecto conocido como *cell swelling*. Como consecuencia del edema muscular ocasionado se incrementa la síntesis proteica, entre otros factores, lo que se traduce en un incremento de la fuerza e hipertrofia muscular^{19,36}.

Por otro lado, los datos obtenidos de diferentes estudios^{35,37} sugieren que el músculo esquelético solo puede aumentar de forma aguda una cantidad finita, lo que sugiere que la inflamación de las células musculares puede ser necesaria para el crecimiento muscular pero, en sí mismo, no resulta suficiente.

Nuestros resultados indican que el realizar 3 series x 15 repeticiones con OCPS ha dado lugar a un aumento del perímetro del muslo. Si éste se hubiese dado únicamente por la acumulación venosa provocada a partir de la oclusión, dicho valor habría recuperado su estado inicial con la retirada del manguito³⁵. Sin embargo, los resultados de nuestro estudio demuestran un aumento del perímetro del muslo tras la aplicación de las 3 series con OCPS. Esto da pie a pensar que, en este caso, el edema muscular viene ocasionado por un desplazamiento de fluidos sobre las células musculares, y no tanto por la acumulación venosa provocada por la presión del manguito.

No obstante, se necesitan más estudios para confirmar el factor determinante que desencadena el hinchazón muscular que sigue

al entrenamiento con OCPS. Debido a la carencia actual de estudios que analicen los aspectos discutidos anteriormente, se debe estar atento a los avances científicos que se pronuncien en esta línea, pues proporcionarán información interesante sobre los mecanismos desencadenantes, como pueden ser el incremento de acuoporinas derivado del *cell swelling* post OCPS.

Capacidad de salto

La segunda variable investigada en nuestro estudio hace referencia a la capacidad de generar potencia en un salto en contramovimiento tras la aplicación de OCPS. En esta línea, nuestro estudio desvela que no existe un efecto de potenciación post-activación tras aplicar una sesión de entrenamiento con oclusión.

Por su parte, son diversos los estudios que han demostrado un aumento de la fuerza e hipertrofia muscular como consecuencia de realizar un trabajo con OCPS^{19,20,38,39,40}. Sin embargo, pocas de estas publicaciones relacionan esta nueva metodología de entrenamiento con la capacidad de generar potencia inmediata. Por lo tanto, de nuevo existe una más que notable carencia de evidencias científicas con las que poder desarrollar una discusión fundamentada y contrastada con datos de publicaciones previas. Abe *et al.* (2005)³⁸ observan que la aplicación de OCPS durante 8 días produce un incremento de un 10% de la fuerza en la prensa de piernas, lo que se podría traducir en una mayor capacidad para generar potencia en un salto en contramovimiento. Siguiendo esta misma línea de trabajo, uno de los estudios más recientes de Cook *et al.* (2014)²⁰, halla diferencias significativas en la potencia de salto en contramovimiento (CMJ) tras la aplicación de un entrenamiento con OCPS. Contrariamente, nuestros resultados demuestran que no existe una mejora en la capacidad de salto (altura, potencia, tiempo de vuelo y velocidad inicial del salto).

Los factores que pueden explicar esta diferencia entre estudios son los siguientes: a) el tiempo de aplicación del protocolo. Mientras que nuestro estudio tuvo una duración de un día, la investigación de Cook *et al.* (2014)²⁰ tuvo lugar 3 veces por semana durante 3 semanas; b) la presión del manguito. En el citado estudio²⁰ los sujetos fueron ocluidos con un nivel de presión de 180 mmHg, mientras que para el presente trabajo el nivel de presión empleado rondaba los 25-35 mmHg; c) el ejercicio realizado con OCPS. Cook *et al.* (2014)²⁰, en su estudio, empleó una intensidad en el ejercicio de ½ sentadilla del 70% de 1RM. Por el contrario, en nuestra investigación la sentadilla se realizó sin aplicarle al sujeto ninguna carga externa de trabajo. El motivo que de realizar la sentadilla sin carga externa vino determinado por la posibilidad de que el propio peso corporal representara una carga suficiente cuando se le añadía OCPS, puesto que el entrenamiento de fuerza de baja intensidad OCPS desencadena respuestas musculares similares a las que genera un entrenamiento convencional con cargas moderadas altas^{3,4,16,18}.

Referente a este último ítem, varios estudios han demostrado que la carga externa de entrenamiento dicta cambios en el reclutamiento de unidades motoras⁴¹ lo que podría llegar a estimular, aún más si cabe, la hipertrofia muscular y la capacidad de generar potencia⁴². No obstante, otros autores justifican que no hay necesidad de utilizar una carga externa puesto que a través de la aplicación del entrenamiento con OCPS, la intensidad del ejercicio se ve aumentada suficientemente¹⁸.

Finalmente, haciendo referencia al pico de potencia, varios estudios argumentan que éste es el parámetro afectado, en mayor medida, por los cambios que se dan en el músculo esquelético como consecuencia de la aplicación del entrenamiento con OCPS⁴³. En nuestro caso, el pico de potencia, al igual que el resto de variables analizadas a través de la capacidad de salto, sigue una tendencia hacia el incremento tras la aplicación de la OCPS aunque las diferencias entre el pre y el post no son suficientes para considerarlas significativas. Por su parte, Wilson *et al.* (2013)¹⁴ también observaron una diferencia en el pico de potencia tras la aplicación de un entrenamiento con oclusión. En este caso, dichos autores encontraron un incremento del 5% del pico de potencia inmediatamente después de la aplicación de la OCPS. No obstante, dichas diferencias, al igual que sucede en nuestro estudio, no son significativas. Además, en este mismo estudio se observó que, pasadas 24 horas del entrenamiento con oclusión, el pico de potencia descendió hasta su valor basal, lo que sugiere que con la aplicación de esta metodología de trabajo existe un mínimo o nulo daño muscular. Esta última afirmación también es apoyada por otros estudios, como es el caso del de Loenneke *et al.* (2012)³³.

Conclusiones

En conclusión, aplicar OCPS con un nivel de 1/3 de la tensión arterial sistólica durante 15 repeticiones repetido 3 series realizado con un descanso de 60 segundos no desencadenó ningún efecto de PAP sobre los parámetros del salto vertical. Dicha intervención supuso un incremento agudo del diámetro muscular sin repercusiones sobre la capacidad de salto vertical. Futuros estudios podrían explorar la metodología de entrenamiento OCPS con diferentes niveles de oclusión con la intención de conseguir un efecto de potenciación postactivación.

Tomando lo anterior como referencia, como futura línea de investigación se propone la modificación de algunas de las variables que guardan relación con el protocolo aplicado (tiempo de aplicación del protocolo, descanso post- ejercicio con OCPS, intensidad del ejercicio realizado con oclusión, presión del manguito, etc.) con el fin de comprobar si se consiguen alcanzar los efectos de PAP.

Bibliografía

1. Ratamess NA, Alvar BA, Evetock TK, Housh TJ, Kibler WB, Kraemer WJ, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:687-708.
2. Fry AC. The sole of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Am J Sports Med.* 2004;34:663-79.
3. Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ. Exercise and blood flow restriction. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(10):2914-26.
4. Chulvi I. Resistance training combined with superimposed partial occlusion. A review. *Rev Andal Med Deporte.* 2011;4(3):121-8.
5. Wernbom M, Augustsson J, Raastad T. Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise? *Scand J Med Sci Sports.* 2008;18:401-6.
6. Fash CA, Rossow LM, Thiebaud RS, Loennecke JP, Kim D, Abe T, Beck TW, et al. Vascular adaptations to low-load resistance training with and without blood flow restriction. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(4):715-24
7. Sato Y. The history and future of KAATSU Training. *Int J KAATSU Training Res.* 2005;1(1): 1-5.
8. Takarada Y, Tsuruta T, Ishii N. Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *Jpn J Physiol.* 2004;54(6):585-92.

9. Abe T, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y, Kearns CF, Inoue K, et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily "KAATSU" resistance training. *Int J KAATSU Training Res.* 2005;1(1):6-12.
10. Cook SB, Clark BC, Ploutz-Snyder LL. Effects of exercise load and blood-flow restriction on skeletal muscle function. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1708-13.
11. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bemben MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108(1):147-55.
12. Clark BC, Manini TM, Hoffman RL, Williams PS, Guiler MK, Knutson MJ, et al. Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(5):653-62.
13. Patterson S, Ferguson R. Increase in calf post-occlusive blood flow and strength following short-term resistance exercise training with blood flow restriction in young women. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108(5):1025-33.
14. Yasuda T, Fujita S, Ogasawara R, Sato Y, Abe T. Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2010;30(5):338-43.
15. Loenneke JP, Wilson JM, Marin PJ, Zourdos MC, Bemben MG. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol.* 2011;112(5):1849-59.
16. Loenneke JP, Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *J Strength Cond Res.* 2009;31:77-84.
17. Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *Int J Sports Med.* 2010;31:1-4.
18. Abe T, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Thiebaud RS, Gembem MG. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: A brief review. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2012;32(4):247-52.
19. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Loenneke JP, Naimo MA. Practical Blood Flow Restriction Training Increases Acute Determinants of Hypertrophy Without Increasing Indices of Muscle Damage. *J Strength Cond Res.* 2013;27(11):3068-75.
20. Cook C, Kilduff L, Beaven M. Improving Strength and Power in Trained Athletes with 3 Weeks of Occlusion Training. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9:166-72.
21. Rassier DE, Macintosh BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *J Biol Med.* 2000; 33(5):499-508.
22. Gülllich A, Schmidtbleicher D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *N Stud Athletics.* 1996;11(4):67-81.
23. Anthony N, Bishop D. Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities. *Am J Sports Med.* 2009;39(2):147-66.
24. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM, et al. Meta-Analysis of postactivation potentiation and power: Effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res.* 2013;27(3):854-9.
25. Abbate F, Sargeant AJ, Verdijk PWL, De Haan A. Effects of high-frequency initial pulses and post-tetanic potentiation on power output of skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 2000;88:35-40.
26. Sale DG. Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exer Sport Sci Rev.* 2002;30(3):138-43.
27. Sociedad Internacional para el avance de la kineantropometría (ISAK). *Estándares internacionales para la valoración antropométrica.* Australia. 2001.
28. De Villareal ES, González-Badillo JJ, Izquierdo M. Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long term acute jumping performance. *Eur J Appl Physiol.* 2007;100:393-401.
29. Kilduff LP, Owen N, Bevan H, Bennett M, Kingsley MI, Cunningham D. Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *J Sports Sci Med.* 2008;26:795-802.
30. Young WB, Jenner A, Griffiths K. Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *J Strength Cond Res.* 1998;12(2):82-4.
31. Yasuda T, Brechue WF, Fujita T, Sato Y, Abe T. Muscle activation during low intensity muscle contractions with varying levels of external limb compression. *J Sports Sci Med.* 2008;7(4):467-74.
32. Fry CS, Glynn EL, Drummond MJ, Timmerman KL, Fujita S, Abe T, et al. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *J Appl Physiol.* 2010;108:1199-209.
33. Loenneke JP, Fahs CA, Thiebaud RS, Rossow LM, Abe T, Ye X, et al. The acute muscle swelling effects of blood flow restriction. *Acta Physiol Hung.* 2012;99(4):400-10.
34. Yasuda T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Effects of blood flow restricted low intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength. *PLoS One.* 2012;7(12):e52843.
35. Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T, Bemben MG. Blood flow restriction pressure recommendations: The hormesis hypothesis. *Med Hypotheses.* 2014;82(5):623-6.
36. Häussinger D, Hallbrucker C, Vom-Dahl S, Lang F, Gerok W. Cell swelling inhibits proteolysis in perfused rat liver. *Biochem J.* 1990;272:239-42.
37. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with relatively low vascular occlusion. *J Appl Physiol.* 2000;88(6):2097-106.
38. Abe T, Kawamoto K, Yasuda T, Kearns CF, Midorikawa T, Sato Y. Eight days KAATSU-resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes. *Int J KAATSU Training Res.* 2005;1:19-23.
39. Fujita T, Brechue WF, Kurita K, Sato Y, Abe T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with res-tricted muscle blood flow. *Int J KAATSU Training Res.* 2008;4:1-8.
40. Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki M, Ozaki H, Sato Y, Abe T. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(10):2525-33.
41. ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:687-708.
42. Doessing S, Heinemeier KM, Holm L, Mackey AL, Schjerling P, Rennie M, et al. Growth hormone stimulates the collagen synthesis in human tendon and skeletal muscle without affecting myofibrillar protein synthesis. *J Physiol.* 2010;588:341-51.
43. Armstrong LE, Whittlesey MJ, Casa DJ, Elliott TA, Kavouras SA, Keith NR, et al. No effect of 5% hypohydration on running economy of competitive runners at 23 degrees C. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:1762-9.

Short-term adaptations in sedentary individuals during indoor cycling classes

Ricardo de Melo dos Santos¹, Flávio Costa e Costa¹, Thais Sepeda Saraiva¹, Marília Maniglia de Resende², Nadja Cristinne Silva Carvalho³, Alessandro Beda⁴, Bianca Callegari¹

¹Human Motricity Sciences Laboratory, Institute of Health Sciences, Federal University of Pará, Belém, Pará, Brazil. ²Estácio Pará College, Belém, Pará, Brazil. ³BioSiX - Biomedical Signal Processing, Analysis and Simulation Group, Postgraduate Program of Electrical Engineering, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil. ⁴Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

Recibido: 30.01.2015
Aceptado: 18.05.2015

Summary

Indoor cycling (IC) has recently been increasing in popularity and gaining recognition as an effective training activity. However, few studies have investigated the benefits of IC for sedentary participants, and the electrical activity of muscles during IC classes, in fitness clubs, has not been reported. The aim of this study was to compare muscle activity, heart rate (HR), and subjective effort between two groups (sedentary participants and trained teachers of the fitness club), over three IC classes. Thirty-eight volunteers were split into two groups according to their fitness status and weekly training load. Each participant completed three IC classes in a private gym over separate days. Variables were compared both between groups and within classes. Exercise intensity, assessed using the HR, was similar in both groups. The subjective perceived effort, assessed using the Borg Scale, was significantly higher in the sedentary group. However, the surface electromyographic (sEMG) data showed adaptive responses in this group after three classes. There was a trend for a gradual reduction in fatigue in sedentary participants, especially for the gluteus maximus and biceps femoris muscles, raising doubts regarding the inclusion of individuals with different training levels in the same class. The root mean square and median frequency of the sEMG data changed over the three IC classes, indicating adaptation to fatigue in the sedentary group, but not in trained participants. Thus, IC can be incorporated into protocols for sedentary individuals, but the short-term adaptation suggests that developing a specific class/protocol for beginners might be appropriate. They could then be included in an advanced class after the third day of training.

Key words:

Bicycling. Muscle fatigue. Electromyography. Motor performance.

Adaptaciones a corto plazo en individuos sedentarios durante las clases de ciclismo indoor

Resumen

Ciclismo indoor (CI) está ganando reconocimiento y popularidad en los últimos años y pocos estudios han investigado los beneficios para los participantes sedentarios. No se han publicado estudios sobre la actividad eléctrica de los músculos que participan en las clases reales de CI. El objetivo de este estudio fue comparar el tiempo y el efecto del grupo en las variables de la actividad eléctrica muscular, frecuencia cardíaca (FC) y el esfuerzo subjetivo en ambos grupos (profesores sedentarios y entrenados en un gimnasio). Treinta y ocho voluntarios fueron divididos en dos grupos de acuerdo a su estado de entrenamiento semanal. Cada sujeto completó en días separados, tres clases CI en un gimnasio privado. Las variables se compararon entre los grupos y entre las clases. La intensidad del ejercicio que llegaron los sujetos, en términos de FC, fue similar en ambos grupos, aunque el esfuerzo subjetivo, medido por la escala de Borg, mostró diferencias significativas en la percepción del esfuerzo entre los grupos, siendo mayor en el grupo sedentario. Sin embargo, los datos muestran respuestas sEMG adaptativas en este grupo después de tres clases. Hubo una tendencia de reducción gradual de la fatiga en sedentarios, especialmente para GM y BF, y hace cuestionable la inclusión de las personas con diferente nivel de entrenamiento en el mismo salón de clases. Los resultados mostraron que tres clases de CI llevaron a cambios de comportamiento en el RMS y en la FM, lo que indica la adaptación a la fatiga en el grupo sedentario, pero no en los entrenados. Por lo tanto, IC puede ser incorporado en los protocolos para sedentarios, pero esta adaptación a corto plazo a la fatiga sugiere la posibilidad de nuevos estudios, con clase / protocolo específico para los principiantes. Ellos podrían ser incluidos en la clase avanzada a partir del tercer día de entrenamiento.

Palabras clave:

Ciclismo.
Fatiga muscular.
Electromiografía.
Rendimiento motor.

Correspondencia: Bianca Callegari
E-mail: callegaribi@uol.com.br

Introduction

Regular participation in cardiorespiratory training elicits cardiovascular improvements, which attracts many people to private gyms and fitness clubs. Indoor cycling (IC) is one of the activities available at these venues and it has become increasingly popular in recent years. IC is characterized by workout steps, as well as variable intensity and involvement of both the cardiovascular system and skeletal muscles. Participants often perform the classes in a dimly lit fitness room, where they cycle to loud rhythmic music in a group on stationary bikes; the teacher provides verbal motivation and instructions^{1,2}. IC classes are thought to expend a large amount of energy and are usually very demanding and challenging for participants. They have also been described as an excellent way of losing weight as part of a fitness program³.

Despite its worldwide popularity, few scientific studies have assessed the impact of IC on metabolic and cardiovascular functions^{1,3}, and surface electromyography (sEMG) has only been used in studies with outdoor cycling sessions^{4,5}, or with common stationary bikes⁶. sEMG is a useful tool to assess musculoskeletal recruitment patterns, neuromuscular adaptations, and fatigue. IC classes have completely different features (e.g. rhythm, loud music, verbal motivation) to other kinds of training⁶. This study, which focuses on IC, is therefore novel research, which adds to information in this area.

It is unclear whether IC is a fitness activity that should be undertaken by sedentary people (including the elderly and other specific groups, such as those unfamiliar with cycling), who want to begin a physical activity program. It is well known that training leads to important cardiorespiratory and muscular adaptations⁷; therefore, we wished to investigate how the commands given by a highly trained teacher should be perceived and executed by each student. Some authors describe IC as a strenuous physical activity, which is not suitable for everyone⁸. Bianco *et al* (2010), on the other hand, concluded that IC lessons can be adapted to all fitness levels³. International recommendations exist on the monitoring of training, including the use of HR bands for safety². However, there can be difficulties in estimating the intensity of exercise performed by participants in IC classes in fitness clubs, since chest HR transmitters and wrist monitor recorders are not available to everyone. This exposes the participants to risks. In fact, participants who do not bring their own devices, only have a subjective perception of their effort and of the exercise intensity.

The aim of this study was to evaluate the time course of the sEMG variables, HR, and subjective effort in sedentary participants while they performed three IC classes and to compare their results with the trained teachers of the fitness club. We hypothesized that teachers, as high-level cyclists, would also adopt a more efficient strategic pedaling technique, which might prevent early fatigue, and that this might be observed from the sEMG results.

Material and methods

Participants

Thirty-eight volunteers were allocated to two groups according to their fitness status and weekly training load. The trained participants (n =

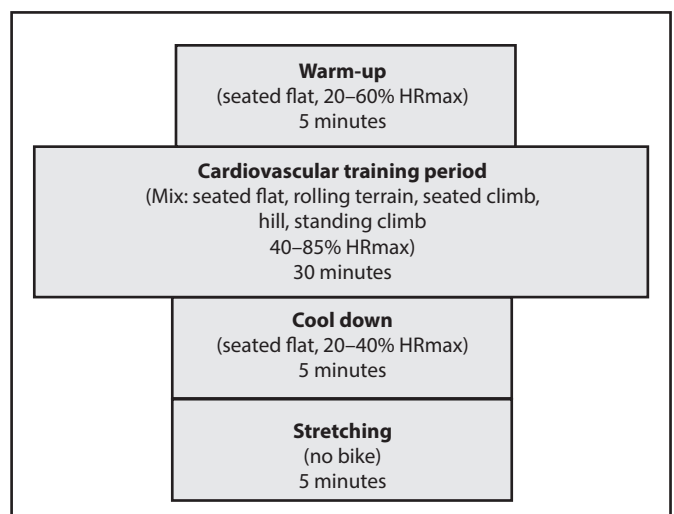
10) were all IC instructors of fitness clubs, had been regularly teaching IC classes for at least five years before the study, and, on average, taught five classes a day, four times a week. The sedentary group (n = 28) comprised new clients from fitness clubs, who engaged in less than 150 minutes of moderate-intensity exercise each week (ASCM guidelines) and had never experienced an IC class prior to the current study. The exclusion criteria included a history of musculoskeletal dysfunction or trauma in the past 24 months and any training on a cycle ergometer (for the sedentary group). During their participation, participants were asked to refrain from alcohol and caffeine. Each volunteer signed a consent form and the protocol was approved by the Federal University of Pará's human ethics committee (204/11).

Procedures

After a few pedalings (15–20 rides) for familiarization with the bike, the participants performed three pedaling with maximum load (Maximum load pedaling - MLP) to record the maximum voluntary electrical activation. They were instructed to pedal the bike while the load was gradually increased until the pedals came to a complete stop. The last complete cycle was used for calculations, in line with a technique adapted from Rouffet and Hautier⁹. The mean value of the three tests was used to normalize all sEMG data.

Each participant completed three IC classes, lasting 45 minutes each. These were completed on separate days, with an interval of 48 hours between them. All procedures took place in a private gym, during the evening (between 18:00 p.m. and 21:00 p.m.; room temperature and relative humidity of 22±2.7 °C and 48±4.5%, respectively). The researchers did not change the protocol used by teacher for the IC class; this encouraged the participants to follow the recommended pedaling frequency and cycle resistance, within their limitations. The classes were always the same and were divided into four stages: warm-up (5 min), cardiovascular training period (30 min), cool down (5 min), and stretching (5 min), as presented in Figure 1. All calculations and analysis were related to the cardiovascular training period.

Figure 1. Structure of the class.



HRmax: Maximum heart rate.

The HR was recorded by using a chest HR transmitter worn by the participants and a wrist monitor recorder (Polar FT7, USA). The data from the entire class were downloaded via a Flow Link interface and the mean values over every 5 s during the class were calculated. After the end of each class the participants' effort on the Borg Scale of Perceived Exertion (Borg Scale) was collected, by asking them to choose, from 0 to 10, the number that best represented their level of tiredness¹⁰. All data were processed and analyzed using MATLAB (Matlab10; Mathworks Inc., Natick, MA, USA).

EMG data acquisition and analysis system

Disposable surface electrodes (Meditrace Al/AgCl) with a 10-mm diameter were used. The electromyographic signals were recorded through a bipolar arrangement with an inter-distance of 20 mm. Surface electrodes were placed on the skin of the dominant leg, parallel to the direction of muscle fibers, to record the electrical activity of the gluteus maximus (GM), biceps femoris (BF), rectus femoris (RF), and semitendinosus (ST) muscles. The reference electrode was attached on the olecranon, in line with SENIAM guidelines¹¹. An 8-resolution channel data acquisition system (model EMG820C, Emgssystem Inc.; São José dos Campos, Brazil), consisting of a signal conditioner with a band-pass filter of 20-450 Hz and amplifier gain of 2000, was used to obtain the biological signals. All data were processed and exported for analysis by specific software (EMGLab EMG system, Inc.). sEMG activity was captured by using differential surface electrodes (SDS500) and converted with an A/D board (EMG Sys 30306, EMG System do Brasil, Brazil) with 14-bit resolution input range, sampling frequency of 2000 Hz, common rejection module greater than 100dB, signal-to-noise ratio less than 0.3 μ V, and impedance of 109 Ω .

The root mean square (RMS) data was acquired from the raw EMG data by full-wave rectification using a continuous average. The time constant was set as 400 ms as recommended previously¹². In order to reduce variations and condense the data, the system averaged the RMS values in 10-s epochs and normalized the data relative to the maximum voluntary electrical activation when pedaling with MLP⁹. The power spectra density from every 1024 samples (1 s period) was calculated using a fast Fourier transformation and the median frequency (MF) was determined. Both the RMS and MF were only calculated during onset of muscle activation. The criteria for establishing the onset and offset activation were based on a voltage threshold (three standard deviations beyond the mean value during baseline)^{5,13}. The RMS and MF were analyzed over time using linear regression.

sEMG data were analyzed using a pre-specified routine described in MATLAB and the following variables were compared both between and within groups: MF variation (initial MF – final MF) and RMS variation (initial RMS – final RMS). The initial MF and initial RMS relate to the first 5 minutes of the cardiovascular training period. The final MF and final RMS relate to the last 5 minutes of the same period.

In addition, sEMG data were expressed as a pair of parameters representing the slopes of the RMS and MF in the joint analysis of spectra and amplitude (JASA) plot, as previously proposed by Lin *et al.*¹⁴. With this method, both characteristics of the EMG are considered, and represent muscle behavior according to the quadrants methodology as follows:

- Upper-right quadrant: increase in both RMS and MF, indicating an increase in muscle force.
- Lower-right quadrant: increase in the RMS with decrease in the MF, indicating muscle fatigue.
- Upper-left quadrant: decrease in the RMS and increase in the MF, indicating the adaptation of the involved muscles.
- Lower-left quadrant: decrease in the RMS and decrease in the MF, indicating decline in force produced.

Therefore, lower quadrants express decline of force and fatigue and are a signal of physiological failure.

Statistical Analysis

The sample size was estimated using SigmaStat 3.5. Assuming a confidence interval of 95% and power of 80%, the required sample was determined to be 10 per group. Data were tested for normality using the D'Agostino test. Data are presented as mean and standard deviation. The statistical analysis was performed with SPSS (version 15.0, SPSS Inc., Chicago, USA). For the parameters considered, the overall differences between the groups (group effect) and the interaction between the classes and group factors (class-group effect) were tested with general linear model statistics. Post-hoc tests were carried out using the Sidak procedure.

Results

General details

Four sedentary participants (14.3%) withdrew from the study due to micro traumas or pain following the first class. Table 1 shows the demographic characteristics of participants.

Figure 2 contains an example of a raw EMG signal from one participant during the three IC classes (training cardiovascular and cool down period).

Heart rate and subjective effort

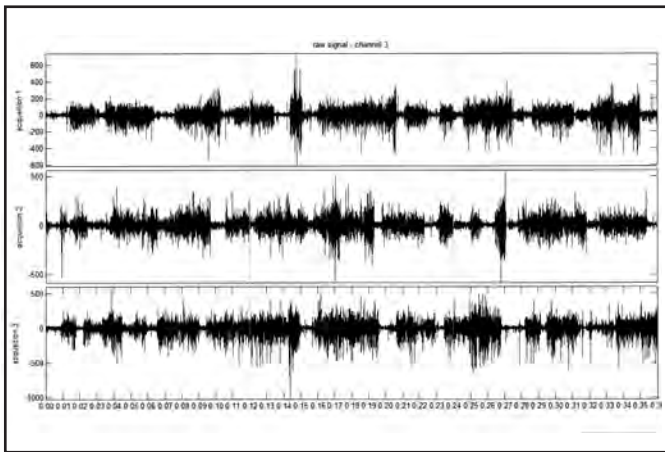
The trained group showed a significantly lower level of fatigue on the Borg Scale ($p = 0.001$) and a lower HR in comparison with the

Table 1. Demographic characteristics of the participants.

Variables	Sedentary participants (n=28) Mean (SD)	Trained (n=10) Mean (SD)	p-value
Age (years)	24.0 (2.1)	27.0 (4.4)	0.06
Weight (kg)	57.6 (1.6)	62.7 (1.9)	0.09
Height (m)*	1.65 (1.61)	1.69 (1.56)	0.12
BMI (kg/m ²)	23.9 (1.7)	22.3 (1.3)	0.06
Resting HR (beats/min)	82.73 (6.16)	63.77 (3.54)*	0.03*

Mean and standard deviation (SD): age, weight, height, BMI, Resting HR. * $p < 0.05$, differences between groups.

Figure 2. Raw EMG recorded for the rectus femoris muscle during the three acquisitions (recorded during 35 minutes of cardiovascular training and cool down period of IC classes). Participant 9, trained group.



sedentary group ($p = 0.004$). In addition, there was a significant class-group interaction on the level of fatigue on the Borg Scale ($p = 0.002$), as presented in Table 2.

SEMG data

Figure 3 depicts the RMS variation measured for both groups. All muscles considered in the sedentary group had higher RMS levels than those in the trained group. There was also a class-group interaction for all muscles, except for the RF. In the trained group, the RMS variation was not significantly different between classes, for any muscle.

As shown in Figure 4, for the GM and BF, the MF variation in the first class was significantly higher in the sedentary group than the trained group. For sedentary participants, the MF decreased significantly over the three classes for both GM and BF. In trained participants, the MF variation was not significantly different between classes, for any muscle. The p -values for all comparisons are shown in Table 3.

Figure 3. RMS variation (% MLP) during 3 IC classes in trained and sedentary groups.

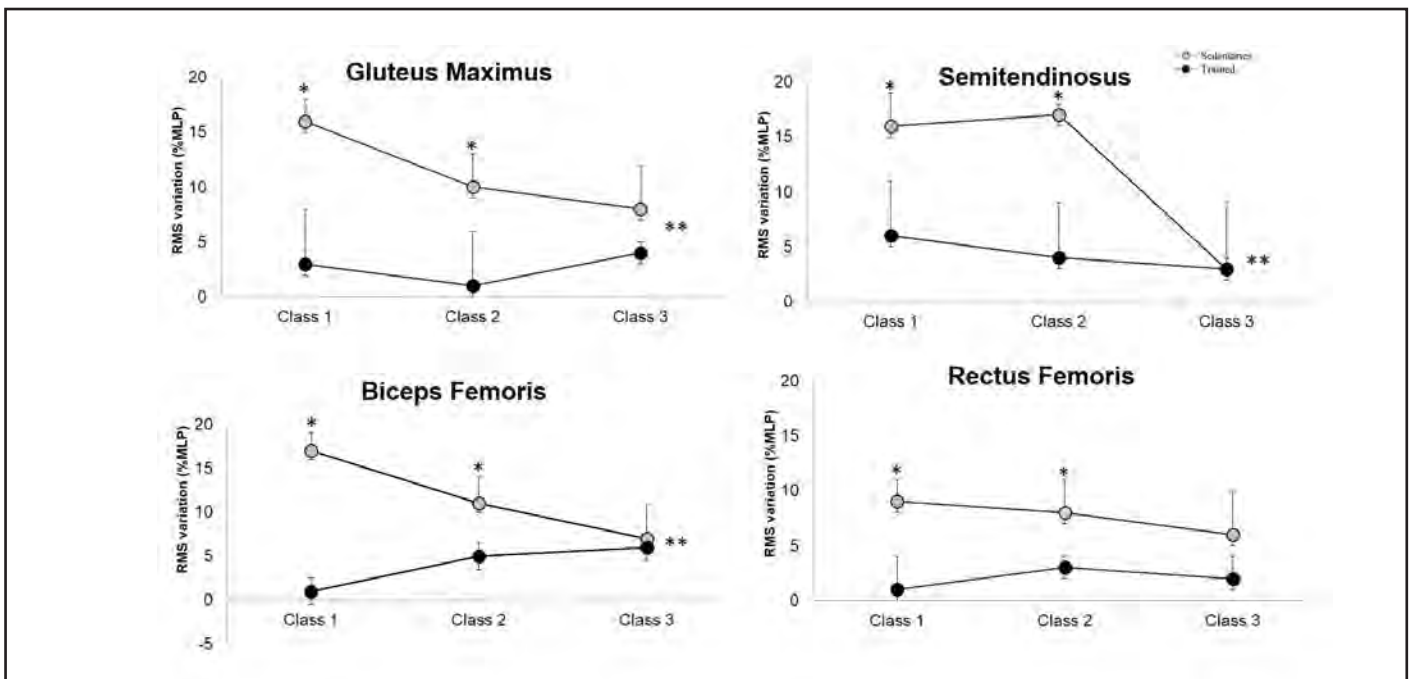


Table 2. Comparison between groups and IC classes.

	Mean heart rate (beats/min)					Borg Scale of Perceived Exertion				
	Class 1	Class 2	Class 3	Group effect	Class-group effect	Class 1	Class 2	Class 3	Group effect	Class-group effect
Trained	135.3 (2.7)	136.7 (2.4)	137.8 (2.3)	$p = 0.004$	$p = 0.53$	4.1 (1.1)	4.2 (0.7)	3.9 (1.3)	$p = 0.001$	$p = 0.002$
Sedentary	152.3 (4.7)	146.7 (3.3)	147.9 (1.6)			10 (0)	9.2 (0.7)	9.9 (1.3)		

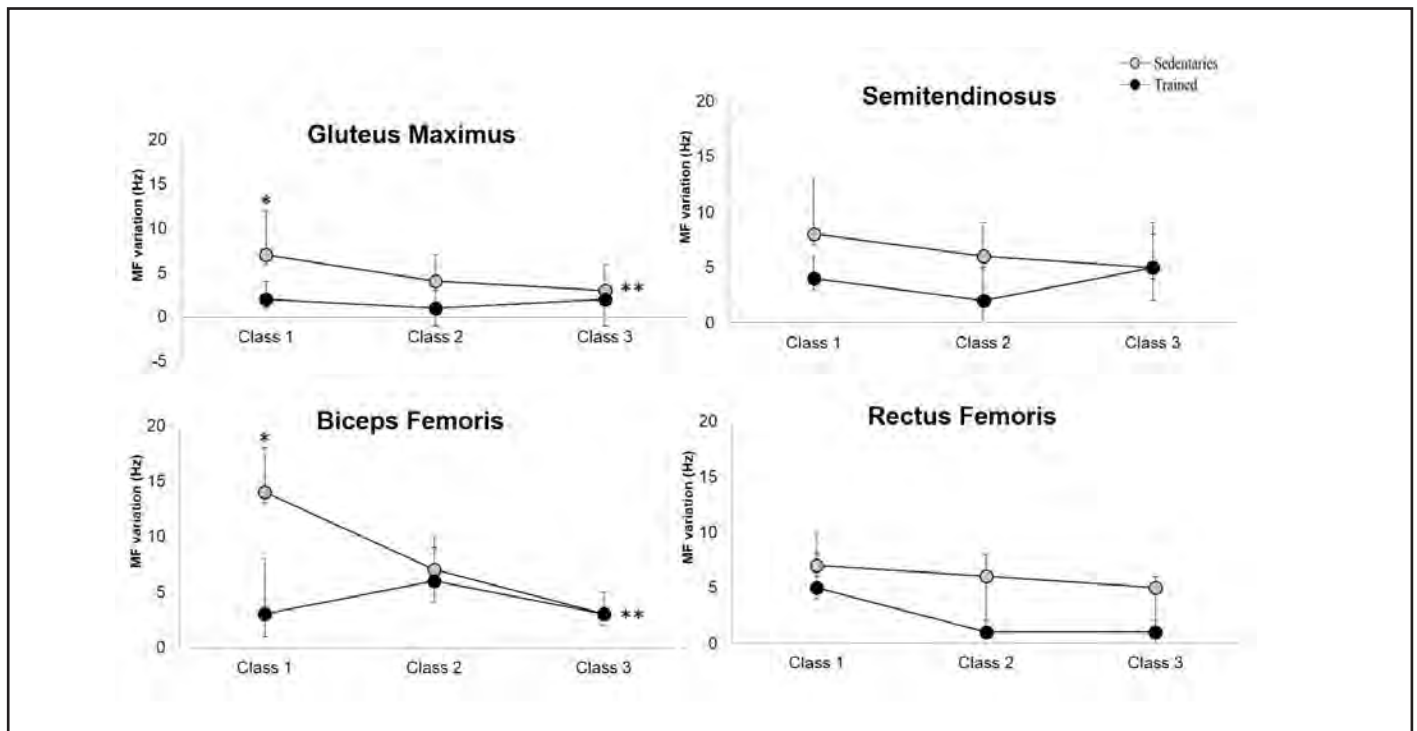
Mean heart rate and subjective effort assessed using the Borg Scale in IC classes for both groups. Values are given as mean (SD).

Table 3. Significance of group effect and class/group effect (p-values).

	RMS				FM			
	BF	GM	RF	ST	BF	GM	RF	ST
Group effect, Class 1	0.0000*	0.0000*	0.0042*	0.0072*	0.0040*	0.0100*	0.3500	0.2158
Group effect, Class 2	0.0023*	0.0001*	0.0032*	0.0002*	0.2350	0.1260	0.1350	0.4550
Group effect, Class 3	0.0923	0.0824	0.1230	0.2532	0.1269	0.4563	0.7369	0.1458
Class/group effect	0.0026*	0.0018*	0.2724	0.0001*	0.0006*	0.0172*	0.0943	0.3596

ANOVA tests (p-values), *p < 0.05

Figure 4. MF variation (Hz) during 3 IC classes in trained and sedentary groups.



JASA method

Tables 4 and 5 summarize the JASA analysis of the 10 trained and 24 sedentary participants, respectively.

For the GM, 50% of the 10 participants in the trained group and 83% of the 24 participants in the sedentary group manifested muscle fatigue or force decrease after the first class. This number remained unchanged for the trained group, but progressively decreased to 37% after the third class in the sedentary group. For the trained group, all of the other muscles showed significant differences in the distribution, when compared over the three classes. In contrast, in the sedentary group, for each muscle, there was a gradual reduction of participants in the lower quadrants over the three classes. The results for GM and BF show a significant reduction in the number of participants that fell into these lower quadrants (which represent fatigue and decrease in force).

Discussion

The main purpose of this study was to evaluate the exercise intensity pattern of an IC class in a real setting (fitness club) and to compare inexperienced sedentary individuals with trained instructors. Previous studies stated that IC is a high intensity exercise, but none assessed the EMG activity^{1,3}.

Our results showed that the exercise intensity, in terms of the HR, was significantly higher for the untrained group, but there was no class-group effect. This means that the HR reached by all participants similarly ranged from moderate to very high. However, the subjective perceived effort, measured by the Borg Scale, was significantly higher for sedentary participants (positive class and group effect). The nature of this exercise explains the high subjective effort reported. Some authors recommend

Table 4. Summary of RMS, MF distribution in the four quadrants of JASA plot for muscles in trained group (n = 10).

Quadrant in JASA plot	EMG measurements		GM		ST		BF		RF	
	RMS	MF								
Class I										
Force increase	+	+	3	50%	4	70%	5	80%	1	30%
Adaptation	-	+	2		3		3		2	
Fatigue	+	-	2	50%	2	30%	1	20%	2	70%
Force decrease	-	-	3		1		1		5	
Total			10		10		10		6	
Class II										
Force increase	+	+	4	50%	1	30%	2	50%	4	50%
Adaptation	-	+	1		2		3		1	
Fatigue	+	-	2	50%	2	70%	3	50%	2	50%
Force decrease	-	-	3		5		2		4	
Total			10		10		10		10	
Class III										
Force increase	+	+	2	50%	4	70%	3	70%	2	50%
Adaptation	-	+	3		3		4		3	
Fatigue	+	-	2	50%	2	30%	2	30%	2	50%
Force decrease	-	-	3		1		1		3	
Total			10		10		10		10	75
<i>p</i> value				1		0.4		0.47		0.79

RMS: root medium square; MF: median frequency; GM: gluteus maximum; ST: semitendinosus; BF: biceps femoris; RF: rectus femoris; +: slope increase; - slope decrease. * chi-square test (significance 0.05).

Table 5. Summary of RMS, MF distribution in the four quadrants of JASA plot for muscles in sedentary group (n = 24).

Quadrant in JASA plot	EMG measurements		GM		ST		BF		RF	
	RMS	MF								
Class I										
Force increase	+	+	3	17%	5	37%	6	29%	6	37%
Adaptation	-	+	1		4		1		3	
Fatigue	+	-	6	83%	4	63%	7	71%	4	63%
Force decrease	-	-	14		11		10		11	
Total			24		24		24		24	
Class II										
Force increase	+	+	4	37%	7	37%	7	46%	6	37%
Adaptation	-	+	5		2		4		3	
Fatigue	+	-	4	63%	4	63%	4	54%	1	63%
Force decrease	-	-	11		11		9		14	
Total			24		24		24		24	
Class III										
Force increase	+	+	11	63%	10	50%	8	58%	10	40%
Adaptation	-	+	4		2		6		2	
Fatigue	+	-	3	37%	4	50%	2	42%	0	60%
Force decrease	-	-	6		8		8		12	
Total			24		24		24		24	
<i>p</i> value				0.01*		0.1		0.04*		0.45

RMS: root medium square; MF: median frequency; GM: gluteus maximum; ST: semitendinosus; BF: biceps femoris; RF: rectus femoris; +: slope increase; - slope decrease. * chi-square test (significance 0.05).

that the exercise intensity for novice individuals should be lower than the 50-85% recommended by ASCM⁸. They also suggest that the volume of standing climb during the classes should be reduced for novices¹. In our study, the teacher instructed participants to increase intensity when cycling on the stationary bikes, but this was done voluntarily and at a level chosen by the participant. The participants applied the teacher's command in a rotary actuator on the bike, deducting subjectively the amount of load. Furthermore, the teacher requested the participants to control their effort using their HR reading. This was done with reference to their maximum HR (HRmax), which was calculated using the formula 220-age beats/min. However, consistently quantifying participants' effort can be an issue, since the use of chest HR transmitters is a practice not typically followed by the fitness club, and only the participants in our study received one.

Many studies have attempted to provide analysis of pedaling, and have investigated issues such as characterization of lower limb muscle activation patterns, level, timing, coordination or fatigue^{4,5,9,15-17}. However, none of these were carried out during a real set (IC class), in a fitness club environment.

In our study, separate and joint analyses of RMS and MF values were used to compare the behavior of individuals, who had not previously taken part in IC with trained instructors.

The RMS values of all four muscles were significantly higher in the sedentary group, in all classes. The performance comparison between trained and untrained muscle in conventional cycling has been previously studied^{18,19} and it is known that high-level cyclists often adopt a pedaling technique that allows the agonist and antagonist muscles in the leg to pedal more efficiently⁷. As showed in our results, trained cyclists had lower RMS values for the same load, meaning that their muscles can perform the biomechanics of cycling with less intensity, which preserves this group from early fatigue^{15,20}.

Despite this expected result, it was also evident that there was a decreasing RMS trend, in the evolution of the three classes, in the muscles of the sedentary participants. In the literature, it is well documented that the repeated performance of a task facilitates neuromuscular adaptations in response to overload, resulting in more skilled movement, and changes in patterns of muscle activation. This improved movement control is characterized by decreased amplitude and duration of muscle activity in the electromyogram^{21,22}.

The MF variation was significantly higher in the GM and BF in the sedentary group for the first class. It was also evident that there was a trend of high variations in the sedentary group, especially in the first and second classes. This demonstrates that the sedentary group experienced more fatigue than the trained group, and that this difference was more evident in the initial classes.

We also used the JASA method to consider both RMS and MF over all the classes. The JASA results supported the isolated RMS analysis and showed a significant decrease in the number of participants who fell into the lower quadrants, representing fatigue, in the later classes. No differences were seen in the trained group. This indicates that the sedentary group adapted to the exercise over the three IC classes, whereas the trained group did not.

It has been proposed that greater cycling efficiency, and more economical cadence, are evidence of skilled muscle recruitment in highly

trained cyclists^{15,20,23,24}, and that this prevents early fatigue. Our findings are consistent with this hypothesis. However, it is interesting that this adaptation appeared to occur over only three IC classes.

Three stages of learning have been proposed: the cognitive, associative, and autonomous stages²⁵. After extensive practice, the performer reaches the autonomous phase, which is characterized by fluent and seemingly effortless motions. Thus, performance improves motor skills, and this is seen in trained cyclists.

Nevertheless, the amount of training necessary to really change performances is a controversial issue²⁶. Several authors have suggested peripheral adaptations, assessed by sEMG, as effects of short-term training, but they had considered workouts of longer than 3 weeks^{27,28}. Creer *et al.* concluded that, in a trained cycling population, four weeks of high-intensity sprint training, combined with endurance training, increased motor unit activation more than endurance training alone. In contrast, there is evidence in the literature to suggest that neuroplastic changes can occur over very short training intervals²⁹⁻³¹. Wiemann and Hahn (1997) compared the effect of short-term training on the muscle activity of the hamstrings. The authors showed significantly decreased RMS values in participants after stretching and stationary cycling performed for only 15 minutes³².

IC requires considerable effort and there are doubts about its suitability for sedentary people. These findings suggest that IC can be incorporated into protocols for this population, but their fitness levels should be taken into account because each performance depends on the individual's physical fitness. Short-term adaptations to fatigue were seen in the neuromuscular activation and this corroborates the need for further study in the area. This could include the possibility of developing a specific class/protocol for beginners, who might then be included in an advanced class after the third day of training.

In summary, the Borg Scale responses indicated that the IC classes were more exhausting for the sedentary group, although the sEMG data showed adaptive responses in this group after three classes. There was a trend for a gradual reduction in fatigue in this group, especially for GM and BF muscles and this raises doubts regarding inclusion of individuals with different training status in the same class.

Acknowledgement

MS/ FAPESP- PPSUS 003/12 and PROPESP/UFPA- PIBIC. CAPES-COFECUB project n°819-14.

References

1. Battista RA, Foster C, Andrew J, Wright G, Lucia A, Porcari JP. Physiologic responses during indoor cycling. *J Strength Cond Res*. 2008;22:1236-41.
2. Balady GJ, Chaitman B, Foster C, Froelicher E, Gordon N, Van Camp S, *et al.* Automated external defibrillators in health/fitness facilities: supplement to the AHA/ACSM Recommendations for Cardiovascular Screening, Staffing, and Emergency Policies at Health/Fitness Facilities. *Circulation*. 2002;105:1147-50.
3. Bianco A, Bellafiore M, Battaglia G, Paoli A, Caramazza G, Farina F, *et al.* The effects of indoor cycling training in sedentary overweight women. *J Sports Med Phys Fitness*. 2010;50:159-65.
4. Hautier CA, Arsac LM, Deghdegh K, Souquet J, Belli A, Lacour JR. Influence of fatigue on EMG/force ratio and cocontraction in cycling. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:839-43.

5. Hug F, Dorel S. Electromyographic analysis of pedaling: a review. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19:182-98.
6. Kang J, Chaloupka EC, Mastrangelo MA, Hoffman JR, Ratamess NA, O'Connor E. Metabolic and perceptual responses during Spinning® cycle indoor session in novice adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:853-9.
7. Hawley JA, Stepto NK. Adaptations to training in endurance cyclists: implications for performance. *Sports Med.* 31:511-20.
8. López-Miñarro PA, Muyor Rodríguez JM. Heart rate and overall ratings of perceived exertion during Spinning® cycle indoor session in novice adults. *Science & Sports.* 2010;25:238-244.
9. Rouffet DM, Hautier CA. EMG normalization to study muscle activation in cycling. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008;18:866-78.
10. Wergel-Kolmert U, Wisén A, Wohlfart B. Repeatability of measurements of oxygen consumption, heart rate and Borg's scale in men during ergometer cycling. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2002;22:261-5.
11. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10:361-74.
12. Farina D, Merletti R, Enoka RM. The extraction of neural strategies from the surface EMG. *J Appl Physiol.* 2004;96:1486-95.
13. Dorel S, Couturier A, Hug F. Intra-session repeatability of lower limb muscles activation pattern during pedaling. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008;18:857-65.
14. Lin MI, Liang HW, Lin KH, Hwang YH. Electromyographical assessment on muscular fatigue—an elaboration upon repetitive typing activity. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14:661-9.
15. Blake OM, Wakeling JM. Muscle Coordination during an outdoor cycling time trial. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44:939-48.
16. Egaña M, Ryan K, Warmington SA, Green S. Effect of body tilt angle on fatigue and EMG activities in lower limbs during cycling. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:649-56.
17. Macdonald JH, Farina D, Marcora SM. Response of electromyographic variables during incremental and fatiguing cycling. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:335-44.
18. Casale R, Rainoldi A, Nilsson J, Bellotti P. Can continuous physical training counteract aging effect on myoelectric fatigue? A surface electromyography study application. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84:513-7.
19. St Clair Gibson A, Schabert EJ, Noakes TD. Reduced neuromuscular activity and force generation during prolonged cycling. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 281:R187-96.
20. Louis J, Hauswirth C, Easthope C, Brisswalter J. Strength training improves cycling efficiency in master endurance athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112:631-40.
21. Scully HE, Basmajian JV. Motor-unit training and influence of manual skill. *Psychophysiology.* 1969;5:625-32.
22. Zachry T, Wulf G, Mercer J, Bezodis N. Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. *Brain Res Bull.* 2005;67:304-9.
23. Coyle EF, Sidossis LS, Horowitz JF, Beltz JD. Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24:782-8.
24. Ettema G, Lorås HW. Efficiency in cycling: a review. *Eur J Appl Physiol.* 2009;106:1-14.
25. Laubach M, Wessberg J, Nicolelis MA. Cortical ensemble activity increasingly predicts behaviour outcomes during learning of a motor task. *Nature.* 2000;405:567-71.
26. Schmidt R, Lee T. *Motor control and learning: A behavioral emphasis.* 3rd ed: Champaign, IL: Human Kinetics; 1999.
27. Tillin NA, Pain MT, Folland JP. Short-term training for explosive strength causes neural and mechanical adaptations. *Exp Physiol.* 2012;97:630-41.
28. Ziemba AW, Chwalbińska-Moneta J, Kaciuba-Uściłko H, Kruk B, Krzeminski K, Cybulski G, et al. Early effects of short-term aerobic training. Physiological responses to graded exercise. *J Sports Med Phys Fitness.* 2003;43:57-63.
29. Classen J, Liepert J, Wise SP, Hallett M, Cohen LG. Rapid plasticity of human cortical movement representation induced by practice. *J Neurophysiol.* 1998;79:1117-23.
30. Brasil-Neto JP, Valls-Solé J, Pascual-Leone A, Cammarota A, Amassian VE, Cracco R, et al. Rapid modulation of human cortical motor outputs following ischaemic nerve block. *Brain.* 1993;116 (Pt 3):511-25.
31. Creer AR, Ricard MD, Conlee RK, Hoyt GL, Parcell AC. Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *Int J Sports Med.* 2004;25:92-8.
32. Wiemann K, Hahn K. Influences of strength, stretching and circulatory exercises on flexibility parameters of the human hamstrings. *Int J Sports Med.* 1997;18:340-6.

Diferencias en las fuerzas de reacción del suelo entre zapatillas de carrera con dos tipos de *drop*

Juan José Ruiz Lloris¹, José Carlos Cuevas García², M^a. Ángeles Gómez González², Alfonso Martínez Nova²

¹ Práctica Privada. Cáceres. ²Centro Universitario de Plasencia. Universidad de Extremadura.

Recibido: 04.12.2014
Aceptado: 25.05.2015

Resumen

Antecedentes: En las zapatillas de correr, el *drop* hace referencia a la diferencia entre el grosor de la suela del talón y el grosor de la suela del antepié y dedos. El *drop* se clasifica en tres tipos según la medición. Cada uno tiene características propias que afectan a la consecución del ciclo de la carrera. Se conoce poco el efecto del *drop* sobre la cinética, Por eso el objetivo del estudio fue comparar las fuerzas de reacción con dos tipos de *drop*.

Material y métodos: Se realizó un estudio a 14 sujetos varones que corrían al menos 4 horas a la semana y que debían aportar dos pares de zapatillas de correr, un par de rodaje rápido y otro par de rodaje largo. Se midieron las fuerzas de reacción del suelo (velocidad de carrera, tiempo de apoyo y fuerzas de frenado, propulsión, despegue y oscilación), con plataforma de fuerzas SVE/IBV. Se recogieron los datos a cada sujeto y También se procedió a determinar el *drop* de cada par de zapatillas.

Resultados: En el tiempo de apoyo en ambos pies, entre los *drops* máximo y mínimo tanto hubo una diferencia de en el pie derecho como en el pie izquierdo hubo diferencias significativas ($p = 0,001$ y $p = 0,010$, indicando que el tiempo se reducía con el uso de un *drop* menor. Por esto hubo correlación positiva en los dos *drops*, entre el tiempo de apoyo y velocidad del paso . ($r = -0,717$, $p = 0,004$)

Conclusiones: En conclusión pudimos decir que Las zapatillas con menor *drop* influyen en la cinética de la carrera, acortando el tiempo de apoyo de la zapatilla con el suelo. Sin embargo, ni las características antropométricas, ni llevar diferente *drop* en las zapatillas influyó en las fuerzas de reacción del suelo.

Palabras clave:
Carrera. *Drop*.
Fuerzas de reacción.
Zapatillas.

Differences in ground reaction forces between running shoes with two types of drop

Summary

Background: In running shoes, drop is referred to the difference between the thickness of sole of the heel and thickness of sole of the forefoot and toes. The drop is classified into three types according to the measurement. Every drop has its own characteristics that affect the realization of race cycle. Little is known the effect of drop on the kinetics, for this reason the objective of the study was to compare the forces of reaction with two types of drop.

Material and methods: We conducted a study in 14 male subjects who ran on at least 4 hours a week and which should bring two pairs of running shoes, a pair of fast taxiing and another pair of long running. The ground reaction forces were measured (running speed, contact time, and braking, propulsion, take off and oscillation forces), with SVE/IBV force platform. We collected the data to each subject and also proceeded to determine the drop of each pair of shoes.

Results: In the time of support in both feet, between the drops of maximum and minimum both in the right foot and left foot there were significant differences ($p = 0,001$ and $p = 0,010$), indicating that the time was reduced with the use of one smaller drop. For this reason there was positive correlation in two drops, between the time of support and the step speed. ($r = -0,717$, $p = 0,004$)

Conclusions: We conclude that with lower drop shoes influence the kinetics of the race, shortening the time of the shoe with the ground support. However, neither features anthropometric, nor carry different drop in running shoes influenced the ground reaction forces.

Key words:
Running. Drop.
Reaction forces.
Running shoes.

Correspondencia: Alfonso Martínez Nova
E-mail: podoalf@unex.es

Introducción

El deporte se ha convertido hoy en día en un auténtico fenómeno social. La práctica de todo tipo de modalidades deportivas se ha extendido a lo largo del mundo entero, lo que da un carácter universal difícilmente igualable por otro tipo de manifestación cultural. Todas las sociedades, desde las más avanzadas, hasta las más pobres y recónditas, practican algún tipo de manifestación deportiva, ya sea por diversión, necesidad, entretenimiento, mejora física¹.

Actualmente, la carrera a pie está ganando seguidores, debido a lo beneficioso de su práctica y a la facilidad para practicarla². El calzado usado se ha convertido en un importante factor a tener en cuenta. Existen zapatillas deportivas adaptadas a todas las modalidades (velocidad, fondo, montaña, etc) y también a las necesidades y tipo de pie^{3,4}.

Una de las características que están en boga en la actualidad es el *Drop*. Esto hace referencia a la diferencia de grosor entre la suela en la zona de apoyo del talón y la zona del antepié y dedos. La carrera a pie es una actividad en el que los tobillos y articulaciones metatarsófalángicas desarrollan sus movimientos principalmente en flexión y extensión⁵. Así, las diferentes alturas del *Drop*, modificarán los grados de movimiento en estas articulaciones y lo que puede afectar a la dinámica del resto del cuerpo⁶.

Así, con un mayor *drop*, la articulación del tobillo adquiere mayor pronación⁷. Del mismo modo aumenta significativamente la flexión de cadera, lo que también produce un aumento de la extensión de la rodilla, lo que finalmente provoca que el despegue digital sea más brusco⁷.

El *drop* de 12 mm proporciona una mayor sensación de amortiguación, pero reduce la propiocepción natural del corredor. Además al haber más grosor el tobillo tiene que iniciar la zancada con la flexión dorsal y así el pie tendrá mayor ángulo de caída. En general provocará un apoyo de talón anterior de lo normal. El corredor que lleve este *drop* en sus deportivas presenta en la gráfica de fuerzas un primer pico que corresponde con el contacto de talón y otro pico que representa el medioapoyo⁸.

Las zapatillas con *drop* de 8 mm, favorecen la transición de la pisada y permiten una mayor rapidez en la carrera. En este caso se aprecia un apoyo total de talón un poco más retrasado, pero aun así las fuerzas de reacción son mayores en el apoyo de talón. El calzado con *drop* de 8 mm tiene mayor pico en el contacto de talón, es decir las fuerzas de reacción del suelo son mayores. Y el segundo pico es menos alto, disminuyendo con respecto al anterior.

El de 0 mm de *drop* imita el correr descalzo, pero con protección en la planta del pie. Es un calzado que no lleva diferencia de grosor entre el talón y el antepié. Permite una mayor propiocepción y una mayor sensación del terreno, pero biomecánicamente hablando el corredor inicia su apoyo por el mediopié o antepié, observándose en las gráficas un único pico que representa al despegue del pie.

La preferencia de *drop* en cada corredor es muy variable, dependiendo de la técnica de carrera, tipo de contacto inicial con el suelo, experiencia, nivel atlético, etc. Sin embargo, se investiga en la actualidad sobre la relación del *drop* con las lesiones. Cuando hay menor *drop*, hay menor flexión plantar, lo que ayuda a prevenir sobrecargas a nivel de la musculatura flexora y del tendón de Aquiles.

Con mayor *drop* hay mayor participación de la musculatura posterior, y por lo tanto una mayor flexión plantar por el apoyo más anteriorizado hacia el antepié. Esto puede originar problemas musculares en el sistema flexor, como sobrecarga en el gastrocnemio o tendinitis aquilea⁴. Además, puede provocar fracturas metatarsales por estrés, por el impacto mayor sobre el antepié^{4,9}.

Aunque se conoce el efecto del *drop* en la cinemática (movimientos), es algo más desconocido su relación con la cinética (fuerzas). Puesto que el *drop* puede modificar la dinámica corporal, el objetivo de este estudio fue comparar las fuerzas de reacción del suelo en corredores habituales con dos tipos de *drop*.

Material y métodos

Características de la muestra

La muestra se compuso de 14 corredores de sexo masculino, con una edad media de $30,5 \pm 10,3$ años, un peso medio de $73,3 \pm 8,8$, una altura media de $173 \pm 5,5$ cm y un índice de masa corporal de $24,4 \pm 3,2$. Todos los corredores, tras la explicación verbal del estudio aceptaron participar, firmando consentimiento informado.

Criterios de inclusión y exclusión

Para ser incluido en el grupo de estudios, los sujetos del debían ser corredores habituales (mínimo 4 horas/semana), debían traer dos pares de zapatillas de correr, un par de rodaje lento (*drop* máximo) y otro par de rodaje rápido (*drop* mínimo). Se excluyeron del estudio aquellos corredores no habituales (menos de 4 horas/semana), aquellos que se encontraran lesionados o en proceso de recuperación de una lesión que pudiera falsear los datos y aquellos que en el momento del estudio no pudieran aportar los dos pares de zapatillas con diferentes *drops*.

Medición del *drop*

Para clasificar el *drop* de las zapatillas se midieron los dos pares de zapatillas de cada corredor. Según la medición, se clasificará en el grupo *drop* mínimo o *drop* máximo. El *drop* se midió tomado un punto central en el talón (sin tener en cuenta los tacos de la suela), y del antepié, donde del mismo modo buscamos un punto central en el lateral de la zapatilla. $Drop = \text{Altura suela retropié} - \text{altura suela antepié}$ (Figura 1). La media del *drop* máximo fue de $13 \pm 1,4$ mm (rango 11.15), mientras que las del *drop* mínimo fue de $8,5 \pm 1,6$ mm (5-10).

Medición de las fuerzas en la carrera

Las fuerzas de reacción del suelo se midieron con la plataforma de fuerzas NED/SVE del Instituto Biomecánico de Valencia/IBV¹⁰. Ésta mide las fuerzas de reacción del suelo (verticales, mediolaterales y anteroposteriores) mediante una plataforma incluida en un pasillo de marcha o carrera. Se seleccionaron las siguientes variables, velocidad de carrera (m/s), tiempo de apoyo (s), fuerza de frenado (N), fuerza de propulsión (N), fuerza de despegue (N) y fuerza de oscilación (N).

Figura 1. Drop en una de las zapatillas.



Protocolo de medición

Para medir a cada paciente le pedíamos que se subiese a la plataforma. Sobre la plataforma se realizó el estudio en dos fases. Primero se procedió a la medición de la velocidad de referencia. El sujeto tenía que ir de un extremo a otro de la plataforma corriendo. Se aceptaron rangos de carrera lenta, entre 1,9 y 2,4 m/s (7-8,5 km/h). Posteriormente, el sujeto pasó corriendo a esa velocidad de referencias en seis ocasiones (para poder hacer la media entre todas ellas).

En cada repetición el sistema informático mostraba la velocidad de carrera. Para que todas las repeticiones pudieran ser aceptadas y darlas como válidas, el valor de velocidad debía estar rango numérico entre -10 y +10%. Las repeticiones se desecharon si la velocidad de carrera difería de ese rango, lo que podría sesgar los datos de fuerzas obtenidos.

Los sujetos realizaron este protocolo en dos ocasiones, con sus zapatillas de *drop* máximo y mínimo.

Análisis estadístico

Una vez se obtuvieron todos los datos de la muestra, las variables se pasaron al programa estadístico SPSS (v. 15.0, licencia campus UEX). Se realizaron estudios estadísticos descriptivos. Para el contraste de variables se emplearon la prueba *t* de *student* para muestras pareadas y correlaciones de Pearson.

Resultados

La velocidad del paso derecho e izquierdo con ambos *drops* fueron de 2,29 y 2,32 m/s (*drop* máximo) y 2,29 y 2,34 (*drop* mínimo), no presentando diferencias significativas ($p = 0,248$ y $p = 0,242$ respectivamente).

El tiempo de apoyo del pie derecho con el *drop* máximo fue de 0,30 ms, mientras en el *drop* mínimo fue de 0,28 ms, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,001$). Del mismo modo, el pie izquierdo también presentó una media de 0,29 ms con el *drop* máximo, y el *drop* mínimo presentó 0,29 ms de media, siendo esta diferencia significativa (Tabla 1, $p = 0,010$).

Tabla 1. Tiempo de apoyo con ambos *drops*.

		Media Ms	Desviación típ.	P
Par 1	Tº Apoyo D Máximo	0,30	0,01	0.001
	Tº Apoyo D Mínimo	0,28	0,01	
Par 2	Tº Apoyo I Máximo	0,29	0,02	0.010
	Tº Apoyo I Mínimo	0,28	0,01	

Tabla 2. Correlación entre velocidad del paso y tiempo de apoyo en pie derecho.

		Tº Apoyo D Máximo	Tº Apoyo D Mínimo
Veloc. Paso D Max.	Correlación de Pearson <i>p</i>	-,717(**) 0,004	
Tº Apoyo D Max.	Correlación de Pearson <i>p</i>		-0,632(*) 0,015
		Veloc. Paso I Máximo	Tº Apoyo I Mínimo
Veloc. Paso I Máximo	Correlación de Pearson <i>p</i>	-0,444 0,112	
Tº Apoyo I Mínimo	Correlación de Pearson <i>p</i>		-0,336 0,240

Se encontró una correlación positiva entre la velocidad del paso del pie derecho con el *drop* máximo y el tiempo de apoyo del pie derecho con el *drop* máximo ($r = -0,717$, $p = 0,004$). También se halló esta correlación con el *drop* mínimo. Sin embargo en el pie izquierdo, no se hallaron correlaciones significativas (Tabla 2).

La fuerza de despegue en el pie derecho, fue de 1408,5 N para el *drop* máximo por 1414,7 N para el *drop* mínimo, no presentando diferencias significativas ($p = 0,937$, Tabla 3). Las fuerzas de frenado, propulsión y oscilación tampoco presentaron diferencias significativas entre ambos *drops* (Tabla 3).

Del mismo modo, tampoco se encontraron diferencias significativas entre ambos *drops* en las fuerzas de reacción del suelo ($p > 0,05$ en todos los casos, Tabla 4).

En las correlaciones establecidas entre la edad, peso, altura y tiempo de apoyo del *drop* máximo y mínimo, no se encontraron relaciones significativas ($p > 0,05$ en todos los casos).

Tabla 3. Fuerzas de frenado, fuerzas de propulsión, fuerzas de despegue, y fuerzas de oscilación con ambos *drops* en el pie derecho.

		Media	Desviación típ.	p
Par 1	Fuerza Frenado D Máximo	152,5	49,6	0,541
	Fuerza Frenado D Mínimo	158,2	48,9	
Par 2	Fuerza Propulsión D Máximo	156,3	38,9	0,445
	Fuerza Propulsión D Mínimo	159,9	38,5	
Par 3	Fuerza Despegue D Máximo	1408,5	310,7	0,937
	Fuerza Despegue D Mínimo	1414,7	277,9	
Par 4	Fuerza Oscilación D máximo	1083,9	296,7	0,599
	Fuerza Oscilación D Mínimo	1132,1	422,8	

Tabla 4. Fuerzas de frenado, fuerzas de propulsión, fuerzas de despegue, y fuerzas de oscilación con ambos *drops* en el pie izquierdo.

		Media	Desviación típ.	P
Par 1	Fuerza Frenado I Drop Máximo	157,4	43,3	0,921
	Fuerza Frenado I Drop Mínimo	156,5	38,94	
Par 2	Fuerza Propulsión I Drop Máximo	151,5	38,2	0,488
	Fuerza Propulsión I Drop Mínimo	158,2	31,1	
Par 3	Fuerza Despegue I Drop Máximo	1379,3	391,1	0,505
	Fuerza Despegue I Drop Mínimo	1428,3	347,3	
Par 4	Fuerza Oscilación I Drop Máximo	1128,1	330,8	0,761
	Fuerza Oscilación I Drop Mínimo	1110,9	380,6	

Discusión

El objetivo de este estudio fue comparar las fuerzas de reacción del suelo en corredores habituales con dos tipos de *drop*, no encontrándose diferencias en las fuerzas de reacción del suelo, pero si en el tiempo de contacto del pie con el suelo

Diferentes partes del calzado, como la suela, el corte, etc. tienen repercusión biomecánica en la carrera¹¹. Una característica intrínseca de la zapatilla, como el *drop*, (en las medidas estudiadas) no afectó de manera considerable a las fuerzas de reacción del suelo en la carrera. No obstante, según Logan *et al*¹² zapatillas más ligeras provocarían mayor impacto de las fuerzas de reacción del suelo sobre el organismo.

El tiempo de apoyo tendió a aumentar con un *drop* mayor, ya que el pie necesita más tiempo para hacer mayor flexión dorsal a la hora de abordar el choque de talón. Esto provocaría el mayor tiempo de contacto del pie en el suelo.

Con los resultados observamos una correlación entre velocidad de apoyo y tiempo de apoyo sólo en el derecho. No obstante el pie izquierdo no presentó diferencias significativas entre las dos variables, pudiéndose explicar con una posible dominancia del hemisferio derecho en los corredores analizados. (Tabla 2).

En nuestro estudio los dos pares de zapatillas aportadas por los corredores fueron de similar peso, aunque con diferente *drop*. Sin embargo, no solicitamos zapatillas de competición, que son mucho más ligeras. Pensamos que este hecho pudo influir en que los corredores

no presentaron diferencias en las fuerzas de reacción del suelo. Quizás, pidiendo un tercer par de zapatillas, de competición, se podrían haber visto modificaciones.

En el estudio de Verdejo y Mills¹³ sobre las interacciones y la durabilidad del EVA en las mediasuelas del calzado específico del running se habla de que a mayor material en la mediasuela, menor impacto de las fuerzas de reacción del suelo. Sin embargo ellos estudiaron el grosor de toda la suela, y nosotros solo el talón.

En nuestra muestra no se observaron relaciones significativas entre los valores antropométricos y las variables cinéticas de la marcha, por lo que, la antropometría no parece tener una gran influencia en las fuerzas de reacción del suelo.

Como limitaciones del estudio, encontramos que no se pudo contar con los mismos modelos de zapatillas para ambos *drops*. Tampoco se pudo comprobar el estado de desgaste de las zapatillas. Estos hechos pueden sesgar los resultados obtenidos, por lo que los resultados se deben tomar con cautela.

Del mismo modo, la antropometría de cada corredor pudo haber influenciado los resultados, por lo que en posteriores estudios se pretende homogeneizar la muestra para no encontrar estas limitaciones.

Conclusiones

Las zapatillas con menor *drop* influyen en la cinética de la carrera, acortando el tiempo de apoyo de la zapatilla con el suelo. Sin embargo,

ni las características antropométricas, ni llevar diferente *drop* en las zapatillas influyó en las fuerzas de reacción del suelo

Bibliografía

1. Izquierdo M. *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. Madrid: Panamericana; 2008:98-101.
2. Queen RM, Abbey AN, Wiegierinck JI, Yoder JC, Nunley JA. Effect of shoe type on plantar pressure: A gender comparison. *Gait posture*. 2010;18-22.
3. Van der Wall. Long-distance running: running for a long life. *Neth Heart J*. 2014;22:89-90.
4. Rossi WA. Why Shoes Make "normal" gait impossible. *Podiatr Manag*. 1999;50-61.
5. Kulmala JP, Korhonen MT, Kuitunen S, Suominen H, Heinonen A, Mikkola A, Avela J. Which muscles compromise human locomotor performance with age? *JR Soc Interface*. 2014;11(100):858-61.
6. Horvais N, Samozino P. Effect of midsole geometry on foot-strike pattern and running kinematics. *Footwear Sci*. 2013;5(2):81-8.
7. Chien HL, Lu TW, Liu MW. Effects of long-term wearing of high-heeled shoes on the control of the body's center of mass motion in relation to the center of pressure during walking. *Gait Posture*. 2014;39(4):1045-50.
8. Moreno AV, Gutiérrez E, Pérez JC. Consideraciones para el análisis de la marcha humana. Técnicas de videogrametría, electromiografía y dinamometría. *Rev Ingen Biomed*. 2008;2(3):16-26.
9. Cauthon DJ, Langer P, Coniglione TC. Minimalist shoe injuries: Three case reports. *The foot*. 2013;1-4.
10. IBV. NedSVE/IBV Sistema de Valoración del equilibrio. Valencia: Universidad politécnica de Valencia; 2010:123-5.
11. FernándezVillarejo M, Gijón Noguero G. Factores del calzado deportivo de carrera que influyen en la práctica deportiva: revisión sistemática. *Arch Med Deporte*. 2014;31(1):41-50.
12. Logan S, Hunter I, Hopkins JT, JT, Feland JB, Parcell AC. Ground reaction force differences between running shoes, racing flats, and distance spikes in runners. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2010;9:147-53.
13. Verdejo R, Mills NJ. Heel-shoe interactions and the durability of EVA foam running-shoe midsoles. *Journal of biomechanics*. 2004;37:1379-86.

Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas

Oswaldo Costa Moreira^{1,2}, Diego A. Alonso-Aubin¹, Cláudia E. Patrocínio de Oliveira^{1,3}, Ramón Candia-Luján⁴, José A. de Paz⁴

¹Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. España. ²Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Viçosa. Campus Florestal. Minas Gerais. Brasil. ³Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. Minas Gerais. Brasil. ⁴Facultad de Ciencias de la Cultura Física. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.

Recibido: 30.03.2015

Aceptado: 29.06.2015

Resumen

El estudio de la composición corporal es un tema de interés creciente que puede ser utilizado tanto para la investigación como para fines clínicos. Para los profesionales de las ciencias de la salud es importante conocer las características de los diferentes métodos de evaluación y análisis de la composición corporal, ya que cambios en ésta guardan relación directa con la salud y el riesgo de enfermedades. Actualmente, los métodos de análisis de la composición corporal son divididos en tres grupos, donde están el directo, los indirectos y los doblemente indirectos. El método directo es la disección de cadáveres. Entre los indirectos encontramos la tomografía axial computarizada, la resonancia magnética nuclear (RMN), la absorciometría dual de rayos X y la plestimografía; y en lo referente a los métodos doblemente indirectos destacan la antropometría y la impedancia bioeléctrica. Así, este trabajo tiene como objetivo revisar los métodos más utilizados para el análisis de la composición corporal, describiéndoles, analizando sus aplicaciones, ventajas y desventajas. Se llevó a cabo una búsqueda de artículos en las bases de datos PubMed, Web of Science, Scopus, SportDiscus y Google Académico. Las palabras usadas fueron, *body composition*, *body mass*, *body fat*, *muscle mass*, *fat mass*, *measurement*, *assessment* y *evaluation*, aisladas o combinadas, y sus respectivos sinónimos en castellano y portugués. Fueron encontrados 221 artículos, de los cuales fueron seleccionados 59 para esta revisión. Se concluye que los diferentes métodos para evaluar la composición corporal presentan ventajas y desventajas, que deben ser analizados cuando se elige el método a ser empleado, para intentar minimizar sus desventajas y potencializar sus ventajas.

Key words:

Composición corporal.
Antropometría. DXA.
Grasa corporal. Masa corporal.

Methods of assessment of body composition: an updated review of description, application, advantages and disadvantages

Summary

The study of body composition is a topic of growing interest that can be used both for research and for clinical purposes. For professionals of health sciences is important to know the characteristics of the different methods of evaluation and analysis of body composition because, it changes are directly related to health and disease risk. Currently, methods of analysis of body composition are divided into three groups, which are direct, indirect and double indirect. The direct method is the dissection of cadavers. Indirect find computed tomography, magnetic resonance imaging, dual X-ray absorptiometry and plethysmography and in terms of the doubly indirect methods include anthropometry and bioelectrical impedance. Thus, this paper is aimed to review the most used for analysis of body composition by describing, analyzing their applications, advantages and disadvantages methods. Was conducted a search of article in databases PubMed, Web of Science, Scopus, SportDiscus and Google Scholar. The words used were, *body composition*, *body mass*, *body fat*, *muscle mass*, *fat mass*, *measurement*, *assessment* and *evaluation*, isolated or combined and their alternatives in Castilian and Portuguese. Were selected articles that were in English, Castilian and Portuguese. They were found 221 articles, of which 59 were selected for this review. It is concluded that the different methods for assessing body composition have advantages and disadvantages, which should be analyzed when choosing the method to be used to try to minimize the disadvantages and empower its advantages.

Palabras clave:

Body composition.
Anthropometry. DXA. Body fat.
Body mass.

Apoios recibidos: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, por la beca de doctorado fornecida para Oswaldo Costa Moreira y a el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, por la beca de doctorado fornecida para Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG por la ayuda con los costes de publicación del presente trabajo de investigación.

Correspondencia: Oswaldo Costa Moreira

E-mail: osvaldo.moreira@ufv.br

Introducción

El rápido cambio en el campo de las ciencias de la salud, hace que la formación inicial de los profesionales que están involucrados en este área se vuelva rápidamente obsoleta. Nuevos equipos y tecnologías, así como procedimientos y nuevas prácticas son temas que requieren constante actualización de conocimientos en las ciencias de la salud¹.

El estudio de la composición corporal es un tema de interés creciente y que puede ser llevado a cabo tanto para fines de investigación (sirviendo como modelo para futuras aplicaciones prácticas), como para fines clínicos, para hacer un análisis de las condiciones clínicas de determinado sujeto o grupo de sujetos. En las dos vertientes, los profesionales del área de las ciencias de la salud deben tener conocimiento de los métodos, de sus técnicas, sus ventajas y desventajas para que pueda elegir cuál de las diferentes opciones es la más adecuada para sus necesidades.

Además, para los profesionales de las ciencias de la salud es importante conocer las características de los diferentes métodos de evaluación y análisis de la composición corporal, toda vez que cambios en ésta tienen relación directa con el estado de salud del sujeto y con el incremento o la disminución del riesgo de desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas^{2,3}.

Así, el objetivo de este trabajo fue revisar los métodos más utilizados para la evaluación de la composición corporal, describiéndolos, analizando sus aplicaciones, ventajas y desventajas.

Estrategia de búsqueda de los artículos

La búsqueda de artículos se llevó a cabo, en el mes de enero del 2015, en las bases de datos PubMed, Web of Science, Scopus, SportDiscus y Google Academico. Las palabras usadas fueron, *body composition, body mass, body fat, muscle mass, fat mass, measurement, assessment y evaluation*, aisladas o combinadas y sus respectivos sinónimos en castellano y portugués. Los criterios de inclusión de los artículos fueron los siguientes: que los estudios estuviesen en inglés, castellano o portugués, realizado en humanos, que fueron publicados en revistas periódicas indexadas en una de las bases, que los términos de búsqueda estuviesen en el título o resumen del artículo, sin restricción en la fecha de publicación y que fuera posible el acceso al artículo completo.

Después de descartar los artículos repetidos, fueron obtenidos 221 artículos que cumplieren los criterios establecidos de búsqueda. Fueron analizados por su resumen y en el caso de contener alguna información relevante o no clara, el estudio era seleccionado y capturado como texto completo para lectura. Artículos referenciados en los trabajos leídos, cuando fue necesario, también se consultaron en su versión original. En total, fueron seleccionados 59 artículos de acuerdo con los objetivos de este estudio. Aunque no se estableció la fecha, como criterio de inclusión de los estudios, se intentó buscar estudios más recientes (últimos 5 años) que aportasen informaciones más actualizadas sobre los métodos de evaluación de la composición corporal.

Organización de la composición corporal

Los principales componentes del organismo humano están organizados en cinco niveles, jerarquizados según su connotación biológica, siendo estos el nivel atómico, el molecular, el celular, el tisular y el global^{4,5}. En el nivel atómico, la masa corporal está compuesta básicamente por once elementos químicos, así la composición corporal podría dividirse en oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, calcio, fósforo, potasio, azufre, sodio, cloruro y magnesio. Ya a nivel molecular, la composición corporal puede ser dividida en seis componentes: los lípidos, las proteínas, los carbohidratos, los minerales óseos, los minerales no óseos y el agua^{4,5}.

La composición corporal en el nivel celular tiene tres compartimentos: las células, los líquidos extracelulares y los sólidos extracelulares. Por otro lado, el nivel tisular de la composición corporal está formado por cinco componentes: el tejido adiposo, tejido muscular esquelético, tejido óseo, órganos y vísceras y tejido residual. Por último, en el nivel global la composición corporal no es resultado del fraccionamiento del cuerpo, pero sí de las propiedades de éste como talla, índice masa corporal, superficie corporal y densidad corporal^{6,7}.

Este interés en medir la composición corporal tuvo su inicio en el siglo XIX. Hasta el inicio del siglo XX, el análisis de la composición corporal era llevado a cabo a través de la disección de cadáveres, que actualmente es considerada el único método directo de evaluación de la composición corporal. Después, a mediados del siglo XX surgieron los métodos indirectos que establecen los principios utilizados hasta el día de hoy, el pesaje hidrostático (estándar para todos los otros métodos indirectos) y el modelo de dos componentes (masa grasa y masa libre de grasas) como base para los estudios de la composición corporal⁸.

Actualmente, los métodos de análisis de la composición corporal son divididos en tres grupos: el directo, los indirectos y los doblemente indirectos. El método directo tiene que ver con la disección de cadáveres y por más que cuente con una excelente fiabilidad, su aplicación y utilidad es muy limitada.

Métodos indirectos de análisis de la composición corporal

Los métodos indirectos de evaluación de la composición corporal, no realizan la manipulación de los tejidos que son analizados, por lo que se realiza un análisis de la composición corporal *in vivo*. Estos métodos son validados a partir del método directo o de la densitometría y posibilitan medir/estimar los tejidos corporales. A pesar de tener alta fiabilidad, los métodos indirectos son poco accesibles, limitados y con alto coste financiero⁸.

En esta revisión, serán abordados los métodos de la tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética nuclear (RMN), absorciometría dual de rayos X (DXA) y la plestomografía, debido a que son utilizadas en la investigación y en los medios clínicos.

Tomografía axial computarizada

La TAC se basa en el uso de un escáner de emisión de rayos-X que traspasan al sujeto. Esta técnica fue la primera que se utilizó para determinar el área muscular de sección transversal (AST) y la grasa abdominal en 1979 y 1982 respectivamente. La intensidad de salida del rayo-X es monitorizada por una serie de detectores que codifican la señal para producir una imagen visual de 10 mm de grosor aproximadamente. Así pues, la transmisión de salida se utiliza para calcular el coeficiente de atenuación media a lo largo de la longitud del haz de rayos-X. Estos coeficientes se miden en unidades Hounsfield (UH)⁹.

Junto con la RMN, la TAC es considerada el método más preciso para medir la cantidad y distribución del músculo y del tejido adiposo en el cuerpo¹⁰. Así este método fue utilizado en estudios de Rantalainen *et al.*¹¹, en niños y adultos jóvenes para medir los efectos de la actividad física, el sexo y la madurez en la sección transversal y distribución de material óseo del hueso de la tibia; de Friedenreich *et al.*¹², en mujeres menopáusicas practicantes de ejercicio físico regular, para evaluar el tejido graso; y de Mueller *et al.*¹³, en un hombre muy mayor (más de 90 años de edad), corredor de maratón, para evaluar el tejido muscular y graso de sus piernas.

Una de las mayores ventajas de esta técnica es que permite medir la grasa infiltrada en el músculo esquelético. Además, tiene gran precisión ($r^2=0,99$) y repetitividad (coeficiente de variación entre 1,2% y 4,3%)¹⁴, proporciona mayor información sobre los músculos, tejido adiposo y órganos que otros métodos como DXA o impedancia bioeléctrica¹⁴. Las desventajas de este método tienen que ver con la exposición del paciente a una elevada dosis de radiación y el coste de este instrumento¹⁴.

Resonancia Magnética Nuclear

La RMN es una técnica que puede proporcionar imágenes de los componentes corporales y la composición química de los tejidos. Así mismo, puede utilizarse para conocer la composición corporal total o de un área concreta.

Esta técnica se basa en la interacción entre los núcleos atómicos del hidrógeno y los campos magnéticos generados y controlados por el dispositivo. Cuando un sujeto se coloca en el interior del imán de un aparato de RMN, los momentos magnéticos de los fotones tienden a alinearse con el campo del imán. Cuando un campo de radiofrecuencia pulsada se aplica a los tejidos del cuerpo, los protones del hidrógeno absorben la energía. Cuando la radiofrecuencia pulsada se apaga, los protones vuelven gradualmente a su estado anterior y liberan la energía absorbida en forma de otra señal de radio frecuencia pulsada que se utiliza para el desarrollo de las imágenes de resonancia magnética. Para incrementar el contraste entre el tejido adiposo y el músculo esquelético, los sistemas de captación de datos de las resonancias magnéticas están programados para conocer la densidad de los protones específicos y los tiempos de relajación de los diferentes tejidos. La técnica de adquisición de datos spin-echo utiliza los tiempos de relajación T1 de tejido adiposo y músculo esquelético para proporcionar imágenes de alta calidad. De manera específica, el tiempo de relajación T1 para el tejido adiposo es mucho más rápido que para el músculo esquelético¹⁵.

Algunos ejemplos de estudios que utilizaron la RMN para evaluar la composición corporal son de Honda *et al.*¹⁶, en mujeres atletas de élite, en que los autores evaluaron el efecto del tipo de ejercicio (alto o bajo impacto) en la geometría de la tibia; de Osawa *et al.*¹⁷, en hombres saludables, en que fue evaluado el efecto del entrenamiento interválico de alta intensidad en el AST de los músculos del tronco y muslo, bien como en la masa libre de grasa sin hueso; y de Souza-Teixeira *et al.*¹⁸, en personas con esclerosis múltiple, para evaluar el efecto del entrenamiento de fuerza en la AST del cuádriceps.

Las ventajas de este método son la validez para medir la grasa visceral y la capacidad de establecer inferencias sin someter al sujeto a las radiaciones de la TAC¹⁹; su precisión es muy elevada, con un $r^2=0,99$ y un coeficiente de variación entre 2,1 y 6,5%²⁰; la consideración de este método como *gold standard* a la hora de medir la masa muscular o AST²¹ y a la hora de medir la cantidad y el volumen de tejido adiposo abdominal²⁰. Además, este método no emite radiación ionizante²¹.

Por otro lado, las posibles desventajas de este método son el elevado coste y la baja accesibilidad a esta técnica²⁰; la realización manual de las mediciones y la necesidad de mucho material clínico¹⁹; y la definición de diferentes depósitos de tejido adiposo, que depende de la configuración del escáner de RMN²⁰.

Absorciometría dual de rayos X

La DXA es un instrumento utilizado para medir diferentes parámetros de la composición corporal como la masa muscular, la masa grasa y la densidad mineral ósea (DMO), pudiéndose detectar posibles enfermedades. En un principio la DXA fue concebida para medir la DMO, con las mejoras tecnológicas fue ampliando sus posibilidades de medición, siendo considerada, actualmente, como el método de referencia en el estudio de la composición corporal en investigaciones clínicas¹⁴.

El procedimiento por el cual la DXA estima la composición corporal se establece a través de la atenuación de fotones. Cuando los fotones atraviesan los tejidos de los sujetos son absorbidos o diseminados por el efecto fotoeléctrico y el efecto Compton. El efecto Compton consiste en el aumento de la longitud de onda de un fotón de rayos X cuando choca con un electrón libre y pierde parte de su energía. La frecuencia o la longitud de onda de la radiación dispersada dependen de la dirección de la dispersión. En general el efecto de atenuación de fotones desciende al aumentar la energía del fotón²².

El estudio de la composición corporal con DXA asume que existen tres tipos de componentes en el cuerpo con base en las propiedades de atenuación de los rayos X: masa grasa, masa muscular y la masa mineral esquelética. Los tejidos blandos por su alto contenido en agua y compuesto orgánico reducen de menor manera el flujo de fotones en comparación con el mineral del hueso y por ello, los píxeles que contienen hueso son mucho más fáciles de distinguir^{9,23}.

Así la DXA permite separar primeramente al cuerpo en dos componentes principales: el tejido óseo y el tejido blando, pudiendo separarse el tejido blando en masa grasa y masa magra²⁴, siendo un instrumento interesante para aquellas personas que tienen un mayor factor de riesgo de pérdida de masa muscular debido a enfermedades como la osteoporosis, cáncer o esclerosis múltiple.

Este método fue utilizado por Beraldo *et al.*²⁵, en pacientes con HIV, para validar ecuaciones de predicción de la composición corporal; por Kim *et al.*²⁶, en adultos coreanos (mayores de 18 años), para probar la relación entre medidas antropométricas e índices de grasa corporal; por Lima *et al.*²⁷, en mujeres obesas que utilizan *Bypass* gástrico, para evaluar el efecto de la pérdida de peso en la DMO y comparar los resultados medidos por ultrasonido con los medidos por la DXA; por de Knecht *et al.*²⁸, en recién nacidos, para evaluar la precisión de las medidas de la composición corporal; y por Rodrigues de Faria *et al.*²⁹, en adolescentes con edad entre 10 y 19 años, para evaluar la masa grasa de los mismos y comparar las medidas de la DXA y la impedancia bioeléctrica.

Como cualquier instrumento de medición, la DXA tiene asociadas ventajas y desventajas. Las posibles ventajas de este método tienen que ver con ser una técnica no invasiva, fácilmente aplicable y con una radiación muy pequeña (<0,1 µGy), equiparable a la que se recibe durante un vuelo transoceánico o a un 10% de la sufrida en una radiografía de tórax²³, así como con un tiempo de aplicación muy reducido⁹ y que mide diferentes regiones corporales, como masa grasa, masa muscular y DMO, por separado^{22,23}; presenta menor coste con respecto a los métodos considerados *gold standard* como son la RMN y la TAC³⁰; está considerada como el nuevo *gold standard* para la medición de la composición corporal, ya que permite realizar mediciones de segmentos corporales en serie, posee una elevada precisión y fiabilidad ($r^2=0,996$) y baja variabilidad de medida (coeficiente de variación menor que 4%) en relación a otros métodos de referencia^{9,31}; además, permite el diagnóstico y el seguimiento de la osteoporosis¹⁴; estima la grasa abdominal^{19,31}; es capaz de cuantificar la masa grasa con un coeficiente de variación del 2%²⁰; y para la masa muscular de las extremidades inferiores tiene buenas correlaciones RMN y TAC³¹.

Las desventajas de este método tienen que ver con el tamaño de la zona de exploración, ya que en un principio se desarrolló para determinados grupos de edad (mujeres ancianas) y para focalizar la determinación en algunas áreas corporales, así como la dificultad de medición en personas con una altura mayor de 190 cm y una anchura, incluyendo sus brazos, de más de 58 cm³²; presenta posibles diferencias entre aparatos de diferentes fabricantes cuando se evalúa una muestra²³; aún no proporciona una buena fiabilidad para ser considerada *gold standard* en personas con un peso inferior a 40 kg³³; aún no presenta una precisión muy grande para medir pequeños cambios de masa muscular, tras un periodo de entrenamiento³⁴; es un aparato caro³⁵; sus medidas de masa grasa pueden sufrir variabilidad por el estado de hidratación de una persona²², aunque existan otros autores que niegan esta influencia del estado de hidratación¹; debe ser utilizada con cuidado para medir la masa grasa en niños³⁶; y las actualizaciones de los *software* utilizados por los aparatos suelen incluir nuevos algoritmos para calcular la composición corporal lo que puede afectar a los cálculos de las mediciones en los individuos²³.

Pletismografía

En la pletismografía por desplazamiento de aire se estima la composición corporal indirectamente a través del volumen de aire que desplaza dentro de una cámara cerrada³⁷. En este método, es utilizada

la relación inversa entre presión y volumen, basada en la ley de Boyle para determinar el volumen corporal. Una vez que este volumen es determinado, es posible establecer la composición corporal por medio de los principios de la densitometría⁸.

Algunos trabajos de investigación utilizaron este método, como el estudio realizado por Harrod *et al.*³⁸, en mujeres embarazadas y sus niños recién nacidos, para determinar la asociación entre el tabaquismo durante el embarazo y las alteraciones en la masa grasa, masa muscular y antropometría en los primeros cinco meses de vida; por Gianni *et al.*³⁹, en niños en edad escolar, para determinar la influencia del nacimiento prematuro sobre la composición corporal de estos niños; por Bailey *et al.*⁴⁰, en mujeres universitarias de 18 a 25 años, para evaluar la relación entre el número de pasos diarios sobre la adiposidad; por ten Haaf y Weijs⁴¹, en atletas adultos, para validar las ecuaciones de predicción de gasto energético en reposo existentes y desarrollar una nueva ecuación específica para atletas recreativos; y por Aguirre *et al.*⁴², en niños chilenos en edad prepuberal, para evaluar la validez de las estimaciones de la grasa corporal basada en mediciones de los pliegues cutáneos y análisis de impedancia bioeléctrica en comparación con un modelo de tres componentes, teniendo en cuenta las posibles diferencias por sexo y estado nutricional.

Las ventajas de este método son que posee una elevada precisión y fiabilidad de medida cuando es comparado con otros métodos, como por ejemplo el pesaje hidrostático ($r^2=0,84-0,90$)⁴³; es un método rápido (duración de la evaluación entre 3 y 5 minutos) y fácil de aplicar⁸. Las desventajas tienen que ver con el mantenimiento de una temperatura constante para que la ley de Boyle pueda aplicarse y la presuposición de que la persona dentro del aparato respira normal durante las mediciones del volumen corporal³⁷; en niños este método presenta una tendencia a sobreestimar la masa grasa en sujetos con mayor proporción de grasa corporal y subestimar en aquellos con menor proporción de grasa⁸.

Métodos doblemente indirectos de análisis de la composición corporal

Los métodos doblemente indirectos de análisis de la composición corporal también son técnicas para medir la composición corporal *in vivo* y en general, fueron validados a partir de los métodos indirectos y por eso, presentan un margen de error muy grande, cuando son comparados con los métodos indirectos. Entretanto, en razón de los altos costes de los métodos indirectos y de la sofisticación metodológica, los métodos doblemente indirectos como la antropometría y la impedancia bioeléctrica ganan importancia debido a su sencillez, seguridad, facilidad de interpretación y bajas restricciones culturales⁸. Además, estos métodos presentan mejor aplicación práctica y menor coste financiero, lo que permite su empleo en investigaciones y estudios epidemiológicos. A continuación serán abordados los métodos de la antropometría y de la impedancia bioeléctrica.

Impedancia bioeléctrica

La impedancia bioeléctrica se utiliza para el cálculo del agua total del cuerpo, masa grasa y masa libre de grasa. Este método se basa en el prin-

cipio de que la conductividad del agua del cuerpo varía en los diferentes compartimentos, así este método mide la impedancia a una pequeña corriente eléctrica aplicada a medida que pasa a través del cuerpo⁴⁴.

La impedancia varía de acuerdo con el tejido que se está evaluando, siendo que la masa libre de grasa presenta una buena conductibilidad eléctrica por poseer elevada concentración de agua y electrólitos, mientras la masa grasa no es un buen conductor eléctrico, lo que permite decir que la impedancia es directamente proporcional a la cantidad de grasa corporal⁸.

Los valores de impedancia bioeléctrica se convierten en valores que reflejan el agua corporal total o líquido extracelular para posteriormente, a través de ecuaciones, conocer la masa muscular^{9,14}.

La fiabilidad y precisión de este método puede sufrir influencia de varios factores como el tipo de instrumento, puntos de colocación de los electrodos, nivel de hidratación, alimentación, ciclo menstrual, temperatura del ambiente y la ecuación de predicción utilizada y en general es cercana a $r^2=0,84$ en comparación con la DXA^{44,45}.

De esta manera, algunos cuidados deben ser observados antes de la realización de la impedancia bioeléctrica, para evitar la producción de errores, como no comer o beber cuatro horas antes de la prueba, no hacer ejercicios 12 horas antes, orinar 30 minutos antes, no ingerir alcohol 24 horas antes y no haber usado de diuréticos en los últimos siete días⁸.

Ejemplos de investigaciones que utilizaron este método de evaluación de la composición corporal son los estudios realizados por Madsen *et al.*⁴⁶, en hombres jóvenes saludables de la India, para verificar los efectos de un programa de ciclismo sobre la composición corporal de estos sujetos; por Saladino⁴⁷, en pacientes con disturbios alimentarios, para evaluar los cambios en la composición corporal de estos durante el tratamiento; por Camina-Martín *et al.*⁴⁸, en hombres mayores con y sin demencia, para comparar la antropometría y la impedancia bioeléctrica y para verificar la relación entre la demencia y la composición corporal; y por Esco *et al.*⁴⁹, en atletas universitarias del sexo femenino, para evaluar la fiabilidad de este método para medir la composición corporal en los distintos segmentos corporales.

Las principales ventajas de este método son su carácter no invasivo, que el aparato es relativamente barato, la evaluación presenta un bajo coste, es de fácil aplicación y es un método muy rápido¹⁰. Entretanto, presenta desventajas como limitaciones de aplicación en pacientes que presentan retención de líquidos, edemas periféricos, problemas hidrostáticos o que haga uso de medicación diurética y en deportistas no es un método adecuado ya que tiene un error del 3% lo cual es demasiado grande como para dar las instrucciones adecuadas del deportista de su estado de salud. Además de esto, un ligero cambio en el lugar de los electrodos puede producir una variabilidad de un 2% de los resultados en diferentes días¹⁰.

Antropometría

La antropometría consiste en la evaluación de las diferentes dimensiones corporales y en la composición global del cuerpo, siendo utilizada para diagnosticar el estado nutricional de poblaciones y la presencia o ausencia de factores de riesgo cardiovascular, como la obesidad o la cantidad de grasa abdominal^{8,50}.

De las innumerables técnicas utilizadas en la antropometría, el índice de masa corporal (IMC) es el más empleado y aporta informaciones acerca del estado nutricional del sujeto¹⁰. La relación entre circunferencia de la cintura y de la cadera también es otra técnica antropométrica muy empleada y recomendada por la Organización Mundial de la Salud como un buen predictor de la obesidad central en estudios poblacionales⁵¹. Estas dos técnicas antropométricas tienen especial importancia pues valores elevados en el IMC o de la razón cintura-cadera están asociados con una mayor incidencia de mortalidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares⁵².

Estas técnicas fueron utilizadas en estudios de Costa-Moreira *et al.*⁵⁰ en profesores universitarios de Brasil, para evaluar la prevalencia de los factores de riesgo cardiovascular; por Sales y Moreira⁵³, en niños entre 11 y 14 años de edad, para evaluar la influencia de la participación en clases de educación física sobre la capacidad cardiorrespiratoria y la composición corporal; por Maia-Ribeiro⁵⁴, en personas mayores de la ciudad de Maués/AM, para evaluar la asociación de factores relacionados con la aptitud funcional y el riesgo de caída; y por Oliveira *et al.*⁵⁵, en mujeres sedentarias, para evaluar el efecto de ocho semanas de práctica de gimnasia localizada sobre la composición corporal de las mismas.

Otra técnica antropométrica ampliamente empleada es la medición de diferentes pliegues cutáneos. Esta técnica se basa en el hecho de que la mayoría de la grasa corporal está en el tejido subcutáneo. Aunque, como la distribución de grasa subcutánea no es uniforme, es decir, hay regiones con más y otras con menos cantidad de grasa en diferentes partes del cuerpo, las medidas de pliegues cutáneos deben ser realizadas en diferentes partes del cuerpo⁸.

A partir de la medida de los pliegues cutáneos es posible estimar la densidad corporal utilizando algunas ecuaciones matemáticas, desarrolladas para diferentes grupos poblacionales con características diversas. Con los valores calculados de la densidad corporal, es posible estimar el la masa grasa y la masa magra corporal^{1,4,10}.

El nivel de precisión de la medida de la composición corporal por el método de los pliegues cutáneos depende del tipo y calibración del compás utilizado, del nivel de entrenamiento, precisión y técnica del evaluador y de la precisión en la identificación de los puntos anatómicos que deben ser medidos⁸. No obstante, este método asume algunos principios que pueden llevar a un error, como considerar que la compresión ejercida por el instrumento o evaluador sobre el pliegue es siempre la misma; inferir la cantidad de MG visceral a partir de la subcutánea; o considerar que el patrón de MG es constante a lo largo de los tejidos¹⁴.

Así, considerando estos factores y teniendo en cuenta que cada ecuación utilizada para la estimación de la densidad corporal, masa grasa o masa magra contiene un error, en relación a su *gold standard* de comparación, que puede sumarse a errores como la falta de precisión del evaluador o del compás, es posible que este método presente baja fiabilidad y elevada variación^{1,10}.

En este sentido, este método es más recomendable para estudios poblacionales, donde los errores, que pudieran cometerse, son diluidos en un número mayor de personas. Cuando es utilizado en muestras más reducidas, es más aconsejable la utilización del sumatorio de pliegues, sin el uso de ninguna ecuación predictiva, para intentar evitar errores e incrementar la precisión y la consistencia de las medidas obtenidas por este método^{8,14}.

Es uno de los métodos más empleados en investigaciones de campo, como por ejemplo el deporte^{56,57}, siempre y cuando no es posible tener un aparato más sofisticado de evaluación de la composición corporal en el ambiente donde van a realizarse las pruebas o el desplazamiento del grupo de evaluados hasta un laboratorio sea algo difícil^{10,14}.

Algunos estudios que utilizaron esta técnica fueron los de Alvear-Órdenes *et al.*⁵⁶, en jugadores de rugby, para evaluar en porcentaje de grasa; de Fernández-Gonzalo *et al.*⁵⁷, en 30 futbolistas varones prepúberes, para describir la evolución del rendimiento fisiológico y de la técnica en estos jóvenes; de Pereira *et al.*⁵⁸, en estudiantes de una pequeña ciudad de Brasil, para evaluar el nivel de aptitud física de los mismos; y por Moreira *et al.*⁵⁹, en profesores universitarios, para verificar la asociación de factores de riesgo cardiovascular con el incremento de la presión arterial.

Las ventajas del método de antropometría son el bajo costo de su aplicación, cuando es comparado con otros métodos, la facilidad de

su aplicación, su sencillez, la facilidad de transporte lo que permite su utilización en investigaciones de campo, además de estar validado para una amplia franja poblacional que engloba desde niños, hasta mayores, pasando por atletas y personas enfermas^{8,10}. Por otro lado, este método presenta desventaja como un gran margen de error, entre 3 y 11%¹⁰; la necesidad de ser realizado por personas altamente entrenadas para que la medida sea fiable; la posibilidad de producir resultados dispares cuando las mediciones son realizadas por personas diferentes o con instrumentos diferentes; la necesidad de determinación exacta de los puntos anatómicos para que se produzca comparaciones entre resultados; la variabilidad individual en la técnica de sujetar la piel, que puede producir resultados distintos; la dificultad de aplicación en personas obesas o con grandes cantidades de grasa; y su no recomendación en situaciones de deshidratación o retención de líquidos^{8,10,14}.

Tabla 1. Comparación de los métodos de evaluación de la composición corporal.

Método	Accesibilidad	Especificidad	Precisión	Reproducibilidad	Radiación
TAC	Muy baja	Muy alta	Muy alta	CV 1,2-4,3%	Si (6-10mSv)
RMN	Muy baja	Muy alta	Muy alta	CV 2,1-6,5%	No
DXA	Baja	Baja	Alta	CV <1-4%	Si (0,003-0,06mSv)
Plestimografía	Baja	Media	Alta	CV adultos 1,7-4,5% Niños 25% Niñas 44%	No
Impedancia Bioeléctrica	Alta	Baja	Media	CV 4-9,8%	No
Antropometría	Muy alta	Baja	Baja	Muy variable	No

TAC: tomografía axial computarizada; RMN: resonancia magnética nuclear; DXA: doble absorciometría de rayos X; CV: coeficiente de variación.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de los métodos de evaluación de la composición corporal.

Método	Ventajas	Desventajas
TAC	Gran precisión y repetitividad	Exposición a altas radiaciones y material caro
RMN	Gran precisión y repetitividad para el tejido adiposo y muscular en todo el cuerpo y zonas específicas	Caro, realización manual de las mediciones, variación dependiente de la configuración del escáner
DXA	Fácil de usar, baja radiación, muy preciso para extremidades y grasa	Caro y se requiere de un radiólogo especializado para ser manejado
Plestimografía	Precisión y rapidez	Material caro y poco preciso en algunas enfermedades
Impedancia bioeléctrica	Barato, portátil, simple, seguro y rápido	Para población específica, mala precisión en individuos y grupos
Antropometría	Barato, no invasivo	Baja reproducibilidad, sensibilidad y especificidad

TAC: tomografía axial computarizada; RMN: resonancia magnética nuclear; DXA: doble absorciometría de rayos X.

Consideraciones finales

A través de la revisión realizada fue posible observar que existen varios métodos para medir la composición corporal y cada uno de ellos presenta ventajas y desventajas. Así, el profesional de la salud que fuera a realizar la medida de la composición corporal deberá elegir entre los diversos métodos, de acuerdo con su objetivo, siempre teniendo en cuenta los costes de aplicación del método, el nivel de entrenamiento del evaluador, el tiempo disponible para ejecución de la medida, la fiabilidad del método para lo que se desea medir y los posibles riesgos de aplicación de este método para los evaluados, para intentar minimizar las desventajas del método elegido y potencializar sus ventajas.

De manera general, se recomendarían los métodos indirectos (TAC, RMN, DXA y plestografía) para estudios con muestras más pequeñas y que puedan ser evaluadas en laboratorio, por presentaren mayor fiabilidad y menor variabilidad que los métodos doblemente indirectos. A su vez, estos últimos, serían más indicados en estudios poblacionales, como los estudios epidemiológicos, y en estudios donde la muestra se queda imposibilitada de desplazarse hasta un laboratorio de evaluación de la composición corporal. De esta manera, la menor fiabilidad y mayor variabilidad de los métodos doblemente indirectos serían compensadas por un mayor número de personas evaluadas, que podría promover la dilución de los posibles errores, y por los bajos costes de aplicación de los mismos.

No obstante, se sugiere que las informaciones presentes en este estudio puedan ser aplicadas en el campo práctico ya sea para intentar establecer diagnósticos de enfermedades relacionadas con la obesidad, para elegir el mejor método para evaluar la salud, monitorizar los efectos del entrenamiento sobre componentes de la composición corporal indicadores del estado de salud, o aún para acompañar la progresión de determinadas enfermedades que puedan afectar la composición corporal o que sean por ella afectadas, y para ayudar a elegir mejores herramientas que permitan el estudio del perfil de composición corporal de deportistas de diferentes modalidades deportivas, en virtud de la relación de esta con el rendimiento competitivo.

Bibliografía

- Moran JM, Lavado-García JM, Pedrera-Zamorano JD. Methods for nurses to measure body composition. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2011;19(4):1033-8.
- American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59.
- American College of Sports Medicine. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(2):459-71.
- Porbén SS, Borrás AL. Composición corporal. *Acta Medica*. 2003;11(1):26-37.
- Wang ZM, Pierson RN, Jr., Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr*. 1992;56:19-28.
- Heymsfield SB, Pietrobelli A, Wang Z, Saris WH. The end of body composition methodology research? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2005;8(6):591-4.
- Shah AH, Bilal R. Body Composition, its Significance and Models for Assessment. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2009;8(2):198-202.
- Sant'anna MSL, Priore SE, Franceschini SCC. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. *Rev Paul Pediatr*. 2009;27(3):315-21.
- Lustgarten MS, Fielding RA. Assessment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for their use in phase II clinical trials. *J Nutr Health Aging*. 2011;15(5):368-75.
- Ayvaz G, Çimen AR. Methods for Body Composition Analysis in Adults. *The Open Obesity Journal*. 2011;3:62-9.
- Rantalainen T, Weeks BK, Nogueira RC, Beck BR. Effects of bone-specific physical activity, gender and maturity on tibial cross-sectional bone material distribution; a cross-sectional pQCT comparison of children and young adults aged 5-29 years. *Bone*. 2015;72:101-8.
- Friedenreich CM, MacLaughlin S, Neilson HK, Stanczyk FZ, Yasui Y, Duha A, et al. Study design and methods for the Breast Cancer and Exercise Trial in Alberta (BETA). *BMC Cancer*. 2014;14(1):919.
- Mueller SM, Knechtle B, Knechtle P, Toigo M. Physiological alterations after a marathon in the first 90-year-old male finisher: case study. *Springerplus*. 2014;3:608.
- Thibault R, Genton L, Pichard C. Body composition: why, when and for who? *Clin Nutr*. 2012;31(4):435-47.
- Lukaski H. Sarcopenia: assessment of muscle mass. *J Nutr*. 1997;127(5 Suppl):994S-997S.
- Honda A, Matsumoto M, Kato T, Umemura Y. Exercise characteristics influence femoral cross-sectional geometry: a magnetic resonance imaging study in elite female athletes. *Osteoporos Int*. 2015;26(3):1093-8.
- Osawa Y, Azuma K, Tabata S, Katsukawa F, Ishida H, Oguma Y, et al. Effects of 16-week high-intensity interval training using upper and lower body ergometers on aerobic fitness and morphological changes in healthy men: a preliminary study. *Open Access J Sports Med*. 2014;5:257-65.
- Souza-Teixeira F, Costilla S, Ayán C, García-López D, González-Gallego J, de Paz JA. Effects of resistance training in multiple sclerosis. *Int J Sports Med*. 2009;30(4):245-50.
- Kaul S, Rothney MP, Peters DM, Wacker WK, Davis CE, Shapiro MD, et al. Dual-energy X-ray absorptiometry for quantification of visceral fat. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20(6):1313-8.
- Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *Br J Radiol*. 2012;85(1009):1-10.
- Zhao X, Wang Z, Zhang J, Hua J, He W, Zhu S. Estimation of total body skeletal muscle mass in Chinese adults: prediction model by dual-energy X-ray absorptiometry. *PLoS One*. 2013;8(1):e53561.
- Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, Heymsfield SB. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *Am J Physiol*. 1996;271(6 Pt 1):E941-51.
- Plank LD. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2005;8(3):305-9.
- Wang Z, Heymsfield SB, Chen Z, Zhu S, Pierson RN. Estimation of percentage body fat by dual-energy x-ray absorptiometry: evaluation by in vivo human elemental composition. *Phys Med Biol*. 2010;55(9):2619-35.
- Beraldo RA, Vassimon HS, Navarro AM, Foss-Freitas MC. Development of predictive equations for total and segmental body fat in HIV-seropositive patients. *Nutrition*. 2015;31(1):127-31.
- Kim SG, Ko KD, Hwang IC, Suh HS, Kay S, Caterson I, et al. Relationship between indices of obesity obtained by anthropometry and dual-energy X-ray absorptiometry: The Fourth and Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV and V, 2008-2011). *Obes Res Clin Pract*. 2014. pii: S1871-403X(14)00769-8.
- Lima TP, Nicoletti CF, Marchini JS, Junior WS, Nonino CB. Effect of Weight Loss on Bone Mineral Density Determined by Ultrasound of Phalanges in Obese Women After Roux-en-y Gastric Bypass: Conflicting Results With Dual-Energy X-ray Absorptiometry. *J Clin Densitom*. 2014;17(4):473-8.
- de Knecht VE, Carlsen EM, Bech Jensen JE, Lade Rasmussen AM, Pryds O. DXA Performance in a Pediatric Population: Precision of Body Composition Measurements in Healthy Term-Born Infants Using Dual-Energy X-ray Absorptiometry. *J Clin Densitom*. 2015;18(1):117-23.
- Rodrigues de Faria E, Rocha de Faria F, Siqueira Santos Gonçalves V, Castro Franceschini SD, Gouveia Peluzio MD, et al. Prediction of body fat in adolescents: comparison of two electric bio impedance devices with dual-energy x-ray absorptiometry. *Nutr Hosp*. 2014;30(n06):1270-8.
- Chen Z, Wang Z, Lohman T, Heymsfield SB, Outwater E, Nicholas JS, et al. Dual-energy X-ray absorptiometry is a valid tool for assessing skeletal muscle mass in older women. *J Nutr*. 2007;137(12):2775-80.
- Glickman SG1, Marn CS, Supiano MA, Dengel DR. Validity and reliability of dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of abdominal adiposity. *J Appl Physiol* (1985). 2004;97(2):509-14.

32. Nana A, Slater GJ, Hopkins WG, Burke LM. Techniques for undertaking dual-energy X-ray absorptiometry whole-body scans to estimate body composition in tall and/or broad subjects. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2012;22(5):313-22.
33. Shypailo RJ, Butte NF, Ellis KJ. DXA: can it be used as a criterion reference for body fat measurements in children? *Obesity (Silver Spring).* 2008;16(2):457-62.
34. Delmonico MJ, Kostek MC, Johns J, Hurley BF, Conway JM. Can dual energy X-ray absorptiometry provide a valid assessment of changes in thigh muscle mass with strength training in older adults? *Eur J Clin Nutr.* 2008;62(12):1372-8.
35. Company J, Ball S. Body Composition Comparison: Bioelectric Impedance Analysis with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Adult Athletes. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 2010;14(3):186-201.
36. Silva DR, Ribeiro AS, Pavão FH, Ronque ER, Avelar A, Silva AM, et al. Validity of the methods to assess body fat in children and adolescents using multi-compartment models as the reference method: a systematic review. *Rev Assoc Med Bras.* 2013;59(5):475-86.
37. Fields DA, Goran MI, McCrory MA. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am J Clin Nutr.* 2002;75(3):453-67.
38. Harrod CS, Fingerlin TE, Chasan-Taber L, Reynolds RM, Glueck DH, Dabelea D. Exposure to prenatal smoking and early-life body composition: The healthy start study. *Obesity (Silver Spring).* 2015;23(1):234-41.
39. Gianni ML, Roggero P, Piemontese P, Morlacchi L, Bracco B, Taroni F, et al. Boys who are born preterm show a relative lack of fat-free mass at 5 years of age compared to their peers. *Acta Paediatr.* 2015;104(3):e119-23.
40. Bailey BW, Borup P, Tucker L, LeCheminant J, Allen M, Hebbert W. Steps measured by pedometry and the relationship to adiposity in college women. *J Phys Act Health.* 2014;11(6):1225-32.
41. ten Haaf T, Weijts PJ. Resting energy expenditure prediction in recreational athletes of 18-35 years: confirmation of Cunningham equation and an improved weight-based alternative. *PLoS One.* 2014;9(9):e108460.
42. Aguirre CA, Salazar GD, Lopez de Romaña DV, Kain JA, Corvalán CL, Uauy RE. Evaluation of simple body composition methods: assessment of validity in prepubertal Chilean children. *Eur J Clin Nutr.* 2015;69(2):269-73.
43. Demerath EW, Guo SS, Chumlea WC, Towne B, Roche AF, Siervogel RM. Comparison of percent body fat estimates using air displacement plethysmography and hydrodensitometry in adults and children. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26:389-97.
44. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2008;11:566-72.
45. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol.* 2006; 51: R203-28.
46. Madsen C, Mogensen P, Thomas N, Christensen DL, Bygbjerg IC, Mohan V, et al. Effects of an outdoor bicycle-based intervention in healthy rural Indian men with normal and low birth weight. *J Dev Orig Health Dis.* 2015;6(1):27-37.
47. Saladino CF. The efficacy of Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) in monitoring body composition changes during treatment of restrictive eating disorder patients. *J Eat Disord.* 2014;4;2(1):34.
48. Camina Martín MA, de Mateo Silleras B, Nescolarde Selva L, Barrera Ortega S, Domínguez Rodríguez L, Redondo Del Río MP. Bioimpedance vector analysis and conventional bioimpedance to assess body composition in older adults with dementia. *Nutrition.* 2015;31(1):155-9.
49. Esco MR, Snarr RL, Leatherwood MD, Chamberlain N, Redding M, Flatt AA, et al. Comparison of total and segmental body composition using DXA and multi-frequency bioimpedance in collegiate female athletes. *J Strength Cond Res.* 2014 Oct 28. [Epub ahead of print].
50. Costa Moreira O, Rodrigues de Oliveira RA, Patrocínio Oliveira CE, Doimo LA, dos Santos Amorim PR, Camaroti Laterza M, et al. Risk factors for cardiovascular disease in professors from a public university. *Invest Educ Enferm.* 2014;32(2):280-90.
51. World Health Organization. Prevention and Control of Noncommunicable Diseases: Guidelines for Primary Health Care in Low Resource Settings. Geneva: World Health Organization; 2012.
52. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1423-34.
53. Sales WF, Moreira OC. Capacidade cardiorrespiratória e composição corporal de estudantes participantes e não participantes de aulas de educação física. *Brazilian Journal of Biomechanics.* 2012;6(3):153-58.
54. Maia Ribeiro EA, Ribeiro EE, Viegas K, Teixeira F, dos Santos Montagner GF, Mota KM, et al. Functional, balance and health determinants of falls in a free living community Amazon riparian elderly. *Arch Gerontol Geriatr.* 2013;56(2):350-7.
55. Oliveira CEP, Moreira OC, Pereira LS, Doimo LA. Efeito de oito semanas de treinamento de ginástica localizada sobre a composição corporal de mulheres sedentárias. *R Bras Ci e Mov.* 2013;21(3):134-40.
56. Alvear-Ordenes I, García-López D, De Paz JA, González-Gallego J. Sweat lactate, ammonia, and urea in rugby players. *Int J Sports Med.* 2005;26(8):632-7.
57. Fernandez-Gonzalo R, De Souza-Teixeira F, Bresciani G, García-López D, Hernández-Murúa JA, Jiménez-Jiménez R, et al. Comparison of technical and physiological characteristics of prepubescent soccer players of different ages. *J Strength Cond Res.* 2010;24(7):1790-8.
58. Pereira ES, Moreira OC, Brito ISS, Matos DG, Mazini Filho ML, Oliveira CEP. Aptidão física relacionada à saúde em escolares de município de pequeno porte do interior do Brasil. *Rev Educ Fis.* 2014;25(3):459-68.
59. Moreira OC, Oliveira RAR, Andrade Neto F, Amorim W, Oliveira CEP, Doimo LA, et al. Associação entre risco cardiovascular e hipertensão arterial em professores universitários. *Rev Bras Educ Fis Esporte.* 2011;25(3):395-404.

Metodología de determinación de la transición aeróbica-anaeróbica en la evaluación funcional

Raúl Domínguez¹, Manuel V Garnacho-Castaño², José L Maté-Muñoz¹

¹Departamento de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad Alfonso X El Sabio. Madrid. ²TecnoCampus Mataró-Maresme. Escuela Superior de Ciencias de la Salud. Universidad Pompeu Fabra. Barcelona.

Recibido: 28.08.2015

Aceptado: 10.12.2015

Resumen

El consumo de oxígeno máximo ($VO_{2m\acute{a}x}$) es considerado el parámetro más importante en la determinación de la capacidad funcional de una persona. Como consecuencia del gran estrés que supone la realización de pruebas de esfuerzo con un carácter máximo, se ha buscado la valoración de la capacidad funcional a través de pruebas con un carácter submáximo, siendo el *umbral láctico* (UL) el parámetro más estudiado. Se han propuesto diversas metodologías en la determinación del UL, si bien, aquellas metodologías que asocian el UL a unas determinadas concentraciones fijas de lactato sanguíneo no parecen adecuadas, siendo la metodología más adecuada la del ajuste algorítmico. El UL indica el comienzo de una participación progresivamente mayor de la glucólisis anaeróbica al metabolismo energético, siendo conocida dicha intensidad de ejercicio como transición aeróbica-anaeróbica. El inicio de la transición aeróbica-anaeróbica, además de caracterizarse por un incremento de las concentraciones de lactato con respecto a los valores de reposo, se acompaña de un incremento desproporcional de la respuesta ventilatoria, electromiográfica y de activación del sistema nervioso simpático, en relación a los incrementos de la intensidad de ejercicio, que hasta ese momento habían mantenido una relación proporcional. De este modo, en el inicio de la transición aeróbica-anaeróbica se puede observar una respuesta de tipo umbral a nivel electromiográfico, que se conoce *umbral de electromiografía* (UE), en los niveles de catecolaminas en plasma, umbral de catecolaminas (UC), y de la ventilación pulmonar, *umbral ventilatorio* (VT1). A pesar de que la transición aeróbica-anaeróbica se ha estudiado ampliamente en ejercicios empleados para el desarrollo de la resistencia cardiorrespiratorio, recientemente se está estudiando en ejercicios empleados en el entrenamiento contrarresistencia, como la media sentadilla, donde las respuestas son similares a las observadas en cicloergómetro.

Key words:

Catecolaminas.
Electromiografía. Resistencia.
Umbral láctico.
Umbral ventilatorio.

Methodology to elucidate the aerobic-anaerobic transition in functional assessment

Summary

The *maximum oxygen consumption* ($VO_{2m\acute{a}x}$) is considered the most important parameter to determine the functional ability of a person. Due to the large stress involved in the maximum effort testing, the submaximal effort test have achieved a relevant role in the capacity functional assessment, being *lactic threshold* (UL) the parameter most studied. They have proposed different methodologies in determining the UL, although those who associate UL methodologies to certain fixed blood lactate concentrations considered inadequate, the most appropriate methodology of the algorithmic adjustment. The UL marks the beginning of a progressively greater share of the anaerobic glycolysis energy metabolism, being known that as exercise intensity aerobic-anaerobic transition. The onset of transition aerobic anaerobic also characterized by an increase in lactate concentrations over resting values, is accompanied by a disproportionate increase in ventilatory, electromyographic response and activation of the sympathetic nervous system in relation to increases the intensity of exercise, which until then had maintained a proportional relationship. Thus, at the start of the aerobic-anaerobic transition can observe a response threshold type to electromyographic level, the threshold for electromyography (EU) is known, in levels of plasma catecholamines, threshold catecholamines (UC), and pulmonary ventilation, ventilatory threshold (VT1). Although the aerobic-anaerobic transition has been studied extensively in exercises employed for the development of cardiorespiratory endurance, recently it is you studying exercises employed in contrarresistencia training, as the half-squat, where the responses are similar to those observed in l cycle ergometer.

Palabras clave:

Catecholamines.
Electromyography. Endurance.
Lactate threshold.
Ventilatory threshold.

Correspondencia: Raúl Domínguez

E-mail: rdomiher@uax.es

Introducción

El ejercicio de resistencia cardiorrespiratoria implica a los sistemas cardiovascular, pulmonar y muscular. El parámetro más empleado en la determinación de la capacidad de resistencia es el denominado *consumo de oxígeno máximo* ($VO_{2máx}$), al implicar a los tres sistemas anteriormente mencionados, debido a que esta medida fisiológica refleja *la cantidad máxima de oxígeno que un organismo es capaz de captar, transportar y consumir por unidad de tiempo*¹. Por ello, la *Organización Mundial de la Salud* (OMS) considera que el $VO_{2máx}$ es el parámetro más importante en la determinación de la capacidad funcional de una persona², asociándose bajos niveles de $VO_{2máx}$ con un aumento en el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares como hipertensión, diabetes y síndrome metabólico³.

Debido al gran estrés que supone la realización de pruebas de esfuerzo con un carácter máximo, se ha buscado la valoración de la capacidad funcional y de adaptación al esfuerzo mediante pruebas con un carácter submáximo^{4,5}, siendo el umbral láctico (UL), definido como *la intensidad de ejercicio a partir de la cual comienzan a incrementarse las concentraciones de lactato con respecto a los valores de reposo durante una prueba incremental*⁶, el parámetro más empleado. El término umbral lleva implícito un cambio repentino y brusco, debido a que cualquier estímulo por debajo de dicha intensidad no es suficiente para desencadenar ningún tipo de respuesta⁶. Considerando que la cinética del lactato durante una prueba incremental comienza durante las primeras intensidades con un ligero descenso o estabilización en las concentraciones sanguíneas de lactato antes de observar un incremento progresivo⁷, algunos autores han considerado más apropiado el término *transición* que el de *umbral*⁸. Debido a que la intensidad en la que tiene lugar el UL supone el inicio de un incremento progresivo cada vez más creciente del metabolismo glucolítico anaeróbico al ejercicio^{9,10}, Kindermann⁹, decidieron emplear el término de *transición aeróbica-anaeróbica*. En este acontecimiento fisiológico, además del incremento mencionado en las concentraciones de lactato, se observa una respuesta similar (tipo umbral) a diferentes niveles, sugiriendo una respuesta global del organismo a la intensidad de ejercicio. Por ello, el objetivo del presente estudio ha consistido en la realización de una revisión bibliográfica sobre los diferentes estudios que han abordado el estudio de la transición aeróbica-anaeróbica en ejercicios empleados para el desarrollo de la resistencia cardiorrespiratoria.

Determinación del umbral láctico

El lactato es un subproducto de la glucólisis anaeróbica, motivo por el que el estudio de la respuesta de las concentraciones de lactato al ejercicio se considera un buen indicador de la contribución de la glucólisis anaeróbica al ejercicio. La determinación del UL requiere la realización de una prueba incremental en la que, tras cada intensidad de ejercicio se debe tomar una muestra de lactato sanguíneo. Posteriormente, tras extrapolar las concentraciones de lactato sanguíneo con respecto a la intensidad de ejercicio ante una gráfica, comprobamos que a las intensidades más bajas, generalmente, se observa un leve descenso o estabilización de las concentraciones de lactato hasta que se produce un punto de inflexión, a partir del cual se observa un aumento continuo y progresivo⁷.

Con el propósito de determinar de forma objetiva el punto de inflexión en la curva de lactato en relación a la intensidad de ejercicio, se han propuesto distintos criterios (Tabla 1). Davis¹¹ proponen que el UL se identifique como la intensidad de ejercicio a partir de la cual se observa un incremento sistemático en las concentraciones de lactato, mientras que Farrell¹² identifican al UL como la intensidad de ejercicio que precede a dos incrementos sucesivos en las concentraciones de lactato durante una prueba incremental. Otros investigadores han propuesto determinar el UL como la intensidad de ejercicio que precede a incrementos de 0,2 mmol·L⁻¹ con respecto al valor más bajo observado durante un test incremental¹³, aumentos de 0,5 mmol·L⁻¹ con respecto a la intensidad precedente durante una prueba incremental¹⁴ o bien a valores superiores a 0,5 mmol·L⁻¹⁽¹⁵⁾ o 1 mmol·L⁻¹⁽¹⁶⁾ si tomamos como referencia los valores de reposo. Todos estos métodos de detección del UL denominadas metodologías de *inspección visual* presentan dos grandes limitaciones: 1) la fiabilidad depende de la experiencia de los investigadores; 2) el UL únicamente se puede detectar en intensidades que hayan sido utilizadas durante la prueba incremental.

Otras metodologías han asociado el UL a la intensidad a la que se alcanzan unas concentraciones fijas de lactato durante una prueba incremental. De este modo, el UL se asociaría con aquella intensidad de ejercicio en la que se alcanzan 2 mmol·L⁻¹⁽⁹⁾, 2,2 mmol·L⁻¹⁽¹⁷⁾, 2,5 mmol·L⁻¹⁽¹⁸⁾, 3 mmol·L⁻¹⁽¹⁹⁾ o 4 mmol·L⁻¹⁽²⁰⁾ durante la realización de un test incremental. Estas metodologías presentan el inconveniente de que no consideran que las concentraciones de lactato en sangre pueden sufrir variaciones *interindividuales* e *intraindividuales* y es que, las concentraciones de lactato en sangre se verán directamente influidas por las reservas de glucógeno²¹, así como por otros factores como son el tipo de fibra muscular, la actividad enzimática lipolítica y glucolítica o la densidad capilar y mitocondrial que afectan directamente a la curva del lactato en sangre²².

Por tanto, la determinación del UL deberá hacerse en base a la curva de la cinética del lactato durante una prueba incremental y, con el objetivo de determinar las limitaciones de las metodologías de inspección visual el UL debería determinarse atendiendo a criterios matemáticos. De este modo, el UL se identificaría como el punto de corte de dos regresiones lineales (metodología de ajuste algorítmico) que, además de ser una metodología objetiva, permite determinar el UL en intensidades de trabajo que no han sido empleadas durante la realización del test incremental (Figura 1).

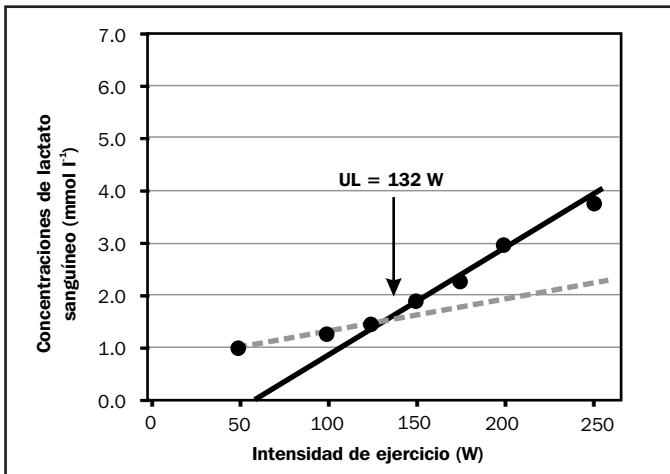
Al igual que existen diferentes metodologías de determinación del UL, éste ha recibido otras nomenclaturas en la literatura, habiéndose empleado términos como *umbral anaeróbico*⁹, *umbral aeróbico*¹⁰, *inicio de acumulación de lactato en sangre*^{12,18-20}, *mínimo equivalente de lactato*²³ o *lactato mínimo*²⁴ (Tabla 1), si bien, todos los términos hacen referencia al mismo concepto fisiológico.

A pesar de la importancia del $VO_{2máx}$, tanto en el rendimiento como en la salud, en deportistas de resistencia cardiorrespiratoria dicho parámetro no ha demostrado discriminar el rendimiento entre sujetos con un nivel similar²⁵, a diferencia del UL, que sí ha demostrado tener la sensibilidad de diferenciar el rendimiento en deportistas de resistencia cardiorrespiratoria con similar $VO_{2máx}$ ¹⁶. Ello ha llevado a que en modalidades de resistencia cardiorrespiratoria, el UL sea el indicador de rendimiento más importante^{26,27}, bien sea expresado en relación al

Tabla 1. Nomenclaturas empleadas para hacer referencia al umbral láctico y diferentes criterios para su determinación.

Nomenclatura	Criterio de detección
Umbral láctico	<p>Intensidad a partir de la cual se observa un incremento sistemático de las concentraciones de lactato durante una prueba incremental¹¹</p> <p>Intensidad en la que se produce un incremento de 0,5 mmol·L⁻¹ en las concentraciones de lactato con respecto al valor de reposo en una prueba incremental¹⁵</p> <p>Intensidad en la que se produce un incremento de 1 mmol·L⁻¹ en las concentraciones de lactato con respecto a las encontradas a una intensidad baja de ejercicio (40-60% VO_{2máx}) durante una prueba incremental³³</p> <p>Intersección entre la regresión exponencial de la curva del lactato con la bisectriz de las tangentes de la parte superior e inferior de la regresión³⁴</p> <p>Intensidad en la que se produce un incremento de 0,2 mmol·L⁻¹ en las concentraciones de lactato con respecto al valor más bajo en una prueba incremental¹³</p> <p>Intensidad que precede al primer incremento en las concentraciones de lactato con respecto a los valores de reposo en una prueba incremental³⁵</p> <p>Intensidad en la que tiene lugar un primer incremento en los niveles del lactato y que corresponde con el punto de intersección de 2 regresiones lineales en la cinética del lactato durante una prueba incremental³⁶</p> <p>Intensidad que precede a un incremento superior a 0,5 mmol·L⁻¹ de lactato con respecto a la carga anterior durante una prueba incremental¹⁴</p> <p>Intensidad que precede a aquella en la que se produce un incremento de 1 mmol·L⁻¹ en las concentraciones de lactato con respecto a los valores de reposo en una prueba incremental¹⁶</p>
Inicio de acumulación de lactato en sangre	<p>Intensidad que precede al inicio de 2 aumentos progresivos en las concentraciones de lactato en una prueba incremental¹²</p> <p>Intensidad en la que las concentraciones de lactato se asocian a un valor de 4 mmol·L⁻¹(20)</p> <p>Intensidad en la que las concentraciones de lactato se asocian a un valor de 2,5 mmol·L⁻¹(18)</p> <p>Intensidad en la que las concentraciones de lactato se asocian a un valor de 3 mmol·L⁻¹(19)</p>
Umbral anaeróbico	Intensidad en la que las concentraciones de lactato se asocian a un valor de 2 mmol·L ⁻¹ (9)
Máximo estado estable	Intensidad en la que las concentraciones de lactato se asocian a un valor de 2,2 mmol·L ⁻¹ (17)
Lactato mínimo	Valor más bajo al representar las concentraciones de lactato en una regresión polinomial de 2º orden ²⁴
Mínimo equivalente de lactato	Intensidad en la que tiene lugar el valor más bajo en el cociente lactato·VO ₂ ⁻¹ durante una prueba incremental ²³

Figura 1. Determinación del UL durante la realización de una prueba incremental en cicloergómetro mediante una metodología de ajuste algorítmico.



% VO_{2máx}²⁸ o a la potencia o velocidad a la que tiene lugar^{29,30}. Además, debido a que la intensidad óptima para mejorar el UL es una intensidad próxima a él⁶, conlleva que dicha intensidad de ejercicio sea empleada para la programación del entrenamiento tanto en deportistas³¹ como en población sedentaria³² o con patología cardiovascular y/o pulmonar⁷.

Umbral ventilatorio

La valoración de la ventilación por minuto y el resto de parámetros respiratorios nos permite conocer el sustrato y el metabolismo empleado durante el ejercicio³⁷. Ante un ejercicio de tipo incremental, durante los primeros intervalos de trabajo la *ventilación por minuto* (VE), el *consumo de oxígeno* (VO₂) y el *dióxido de carbono* (VCO₂) aumentan de forma gradual hasta que se llega a una intensidad correspondiente al UL. El aumento de la glucólisis anaeróbica una vez alcanzado el UL conlleva a un aumento en la generación de protones resultantes de la disociación del ácido láctico que son tamponados, mayoritariamente, por el

Figura 2A. Determinación del VT1 a través de aquella intensidad de ejercicio en la que se observa un incremento desproporcional de la VE en relación a la intensidad de ejercicio durante una prueba de tipo incremental.

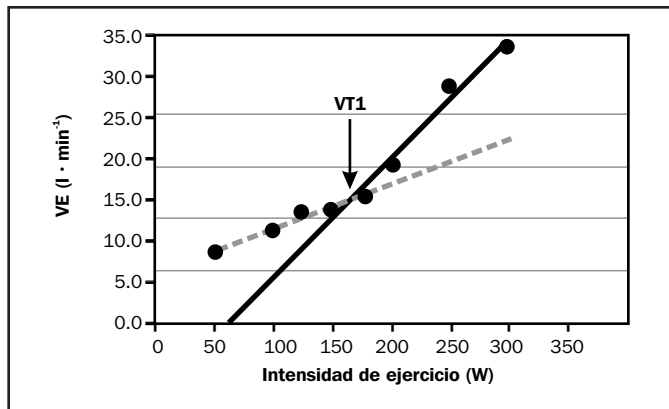


Figura 2B. Determinación del VT1 a través de aquella intensidad de ejercicio en la que el VCO₂ aumenta en mayor proporción que el VO₂ durante una prueba de tipo incremental.

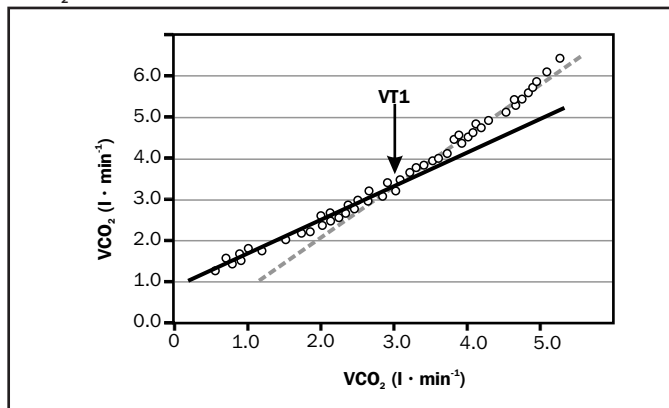
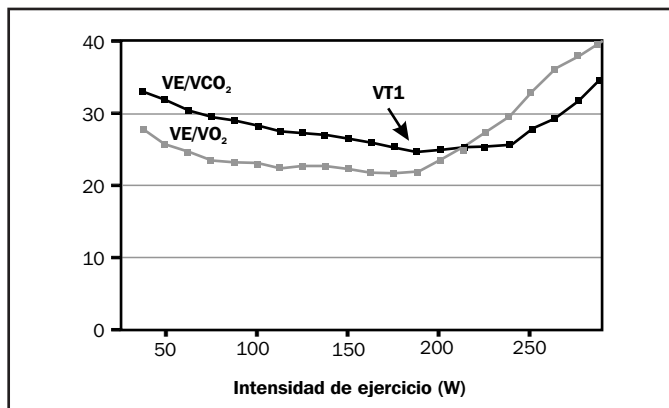


Figura 2C. Determinación del VT1 a través de aquella intensidad de ejercicio en la que se observa un incremento del VE·VO₂⁻¹ sin que se produzca un aumento concomitante en el VE·VCO₂⁻¹.



sistema del bicarbonato incrementando la producción de VCO₂^{5,38}. Esta situación metabólica estimula a los cuerpos carotídeos, aumentando la

VE de manera desproporcional con respecto a los anteriores incrementos en la intensidad de ejercicio³⁹ (Figura 2a). Ello ha dado lugar a que a la intensidad a la que se produce el UL, se pueda detectar también mediante ergoespiometría, el conocido como *umbral ventilatorio* (VT) o *primer umbral ventilatorio* (VT1).

El comportamiento del VO₂ durante una prueba incremental, es el de aumentar de forma proporcional a la intensidad de ejercicio. Al llegar a una intensidad de VT1, el desigual comportamiento del VO₂ (que muestra incrementos proporcionales a la intensidad de ejercicio) con respecto al VCO₂ (que aumenta de forma desproporcional en relación a los incrementos de la intensidad), ha llevado a que diferentes autores identifiquen a incrementos en la relación VCO₂·VO₂⁻¹^{18(40,41)} (Figura 2b) o incrementos desproporcionales en la *tasa de intercambio respiratorio* (RER)⁴² como criterios de detección del VT1.

Igualmente, la pérdida de la relación lineal entre la VE y el VCO₂, la intensidad de ejercicio, que no tiene lugar en el VO₂, ha dado lugar a otro criterio en la determinación del VT1 mediante el que éste coincide con la intensidad de ejercicio en la que se observan aumentos del *equivalente ventilatorio del oxígeno* (VE·VO₂⁻¹) sin que se produzcan cambios en el *equivalente ventilatorio del dióxido de carbono* (VE·VCO₂⁻¹) durante una prueba de tipo incremental⁴³ (Figura 2c).

Por último, no debemos obviar a otro parámetro respiratorio empleado en la determinación del VT1, como es la *presión parcial de oxígeno al final de la espiración* (PeTO₂). Durante una prueba de tipo incremental, el PeTO₂ se reduce constantemente hasta un punto en el que se produce una inflexión y comienza a incrementarse. El valor mínimo en el PeTO₂ refleja la mayor utilización relativa del oxígeno en la oxidación de sustratos en relación al VO₂ y, en definitiva, una mayor contribución del metabolismo aeróbico al metabolismo energético. Por tanto, se ha propuesto que la intensidad de ejercicio en la que el PeTO₂ muestra un valor más bajo sea un criterio válido en la determinación del VT1¹¹.

Meyer⁵ propone la combinación de criterios a la hora de determinar el VT1. Uniendo las diferentes metodologías que encontramos en la literatura, el VT1 se podría identificar como aquella intensidad de ejercicio en la que se produce un incremento desproporcional de la VE, RER, VCO₂, VE·VO₂⁻¹ sin aumentos concomitantes en el VE·VCO₂⁻¹, ni pérdida de la linealidad del VO₂ con respecto a los incrementos en la intensidad de ejercicio, al tiempo que el PeTO₂ registra los niveles más bajos antes de comenzar a incrementarse sistemáticamente (adaptado de Tabla 2).

En términos de rendimiento, mientras el VO_{2max} no se modifica en deportistas de resistencia cardiorrespiratoria entrenados⁴⁴, el %VO_{2max} en el que se sitúa el VT1 puede mejorar como respuesta al entrenamiento aún en deportistas de resistencia de élite^{45,46}. Además, en población deportista de resistencia el VT1 y UL discriminan el rendimiento entre deportistas con similar VO_{2max}¹⁶. Por tanto, al igual que el UL, el %VO_{2max} al que se encuentra el VT1 es un buen indicador de la capacidad de *fitness* y del nivel de adaptación al ejercicio^{5,25}, siendo este parámetro empleado en la programación del entrenamiento tanto en deportistas como en población sana o con patología cardiovascular o pulmonar³⁷. Además, la determinación, del VT1, a diferencia del UL presenta la ventaja de ser una metodología no invasiva⁴⁷.

Tabla 2. Nomenclaturas empleadas para hacer referencia al umbral ventilatorio y diferentes criterios para su determinación.

Nomenclatura	Criterio de detección
Umbral ventilatorio	Intersección de 2 regresiones en el que el eje x queda representado por VO_2 y el eje y por VCO_2 ⁴¹ Intensidad en la que $\text{VCO}_2 \cdot \text{VO}_2^{-1} > 1$ ⁴⁰ Intensidad en la que se asocia un menor valor a PeTO_2 ⁴⁸ Intensidad en la que se produce un incremento del VEO_2 y de VE ⁴
Umbral anaeróbico	Intensidad en la que se produce un primer incremento desproporcional del RER con respecto a la intensidad de ejercicio ⁴² Intensidad en la que se produce un incremento en VE y VCO_2 ³⁸ Intensidad en la que tiene lugar un primer incremento en el PETO_2 ¹¹ Intensidad en la que tiene lugar un incremento en el VEO_2 sin un aumento concomitante del VECO_2 ⁴³
Umbral aeróbico	Intensidad en la que se produce un primer incremento desproporcional de la VE ¹⁰

Umbral de catecolaminas

Los niveles sanguíneos de adrenalina y noradrenalina se consideran los principales marcadores del grado de activación del sistema nervioso simpático⁴⁹. A nivel metabólico, las catecolaminas estimulan la glucogenólisis muscular y hepática. Durante una prueba incremental se observa que los niveles de adrenalina y noradrenalina en relación a la intensidad de ejercicio presentan un comportamiento paralelo a las concentraciones de lactato^{50,51}, presentando, una respuesta de tipo *umbral*, que ha dado lugar al denominado *umbral de catecolaminas* (UC)^{50,52} (Figura 3). El UC coincide con la intensidad de ejercicio a la que tiene lugar el UL^{53,54}, proponiéndose una relación de tipo causal. De este modo, el incremento de la actividad del sistema nervioso simpático estimularía la glucólisis anaeróbica, explicando el incremento de los niveles de lactato y el inicio de la denominada transición aeróbica-anaeróbica⁵⁵.

Umbral de electromiografía

Al monitorizar la actividad electromiográfica de los miembros inferiores durante el desarrollo de pruebas incrementales en cicloergómetro se ha observado que, a partir de una intensidad de ejercicio se produce

Figura 3. Determinación del umbral de catecolaminas, a través de aquella intensidad de ejercicio en la que tiene lugar un incremento desproporcional de los niveles de adrenalina en sangre, durante una prueba de tipo incremental en cicloergómetro.

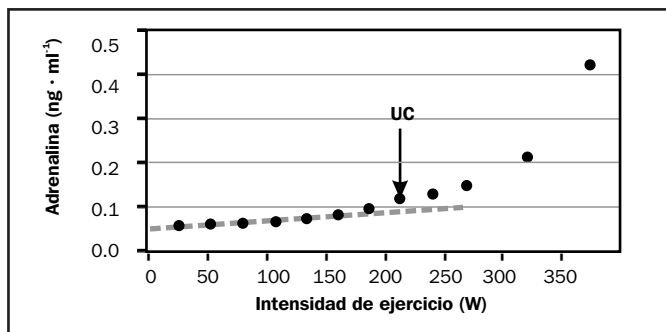
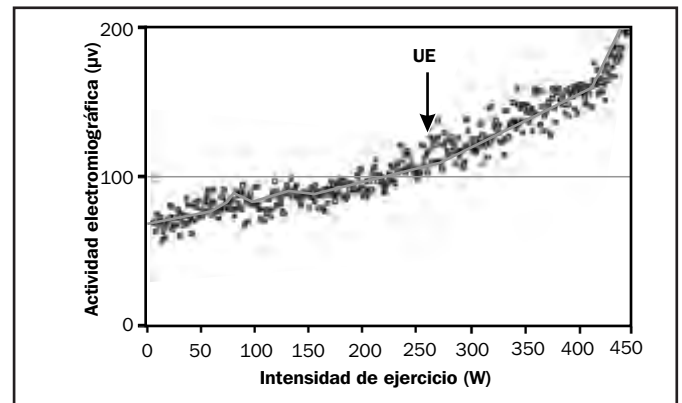


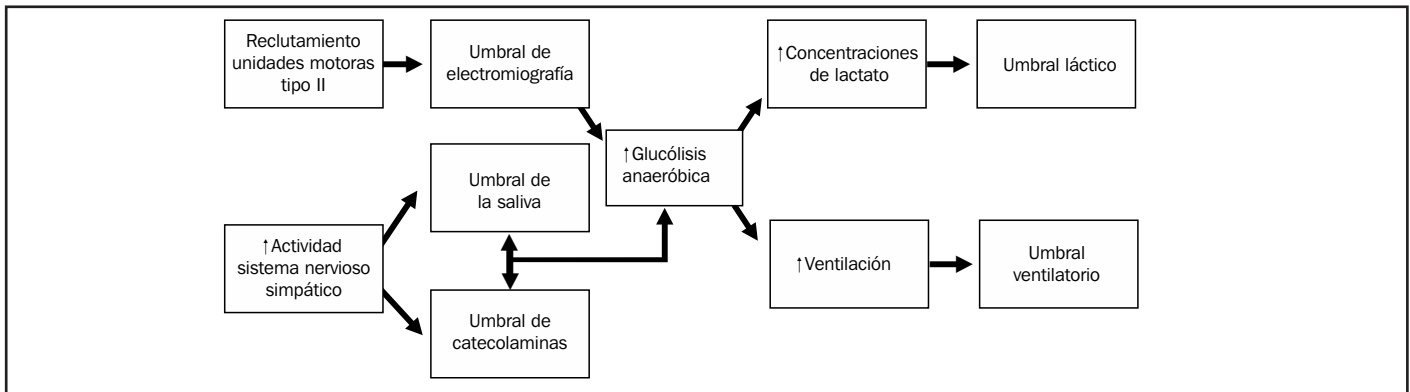
Figura 4. Determinación del umbral de electromiografía a partir del registro de la actividad eléctrica medida en el vasto lateral y recto femoral durante una prueba incremental en cicloergómetro.



un incremento desproporcionado de la actividad electromiográfica en relación a los aumentos en la intensidad de ejercicio^{56,57} que se ha denominado *physical working capacity at fatigue threshold* (PWC)^{58,59} o *umbral de electromiografía* (UE)^{60,61} (Figura 4). El aumento de la actividad electromiográfica se asocia con el inicio en el reclutamiento de unidades motoras tipo II al ejercicio⁶² y, la mayor actividad glucolítica de este tipo de unidades motoras^{63,64} explicaría que la intensidad a la que tiene lugar el UE coincida con aquella a la que tiene lugar el UL^{61,65} y el VT1^{60,61,66}.

Umbral de la saliva

Durante la realización de test incrementales progresivos se ha verificado modificaciones en la composición de la saliva, observando, un incremento desproporcional, tipo umbral, en relación a los incrementos en la intensidad de ejercicio, en los niveles de Na^+ y Cl^- que coincide con el UC⁶⁷ y el UL⁶⁸. La fuerte asociación encontrada entre el UC y el UL con la composición de los electrolitos presente en la saliva dio lugar a denominar a esa intensidad de ejercicio como *umbral de la saliva* (US)^{67,68}. Chicharro⁶⁹ propuso que el aumento de la actividad del sistema nervioso simpático es el responsable de modificar las tasas de absorción

Figura 5. Integración de la respuesta de los distintos umbrales propuestos para determinar la transición aeróbica-anaeróbica.

y reabsorción del Na⁺ y Cl⁻, siendo el origen del US. Posteriormente, se observó un comportamiento idéntico entre las concentraciones de amilasa salival y las de lactato en sangre, proponiéndose al punto de ruptura de las concentraciones de amilasa salival en relación a los incrementos de la intensidad de ejercicio, como una alternativa en la determinación del US⁷⁰.

A pesar de que la transición aeróbica-anaeróbica ha sido ampliamente estudiada en ejercicios empleados para el desarrollo de la resistencia cardiorrespiratoria, es necesario indicar que, actualmente, este parámetro fisiológico se está empleando en ejercicios utilizados en el entrenamiento contrarresistencia, como es el caso de la prensa de piernas⁷¹, el *press* de banca⁷² o la media sentadilla⁷³⁻⁷⁵. De este modo, se ha comprobado que, tanto en los ejercicios de media sentadilla⁷³⁻⁷⁵ como de prensa de piernas⁷¹ existe una correlación fuerte entre el UL y el VT1. Dado que, en test discontinuos a intensidad de UL en ejercicios contrarresistencia, concretamente en media sentadilla, se ha observado un estado estable en las concentraciones de lactato sanguíneo y de los parámetros respiratorios⁷³⁻⁷⁵ siendo este comportamiento similar al observado en una sesión de ejercicio de la misma intensidad (UL) y duración en cicloergómetro⁷³, se ha propuesto que el entrenamiento contrarresistencia a intensidad de UL podría ser un parámetro adecuado para desarrollar tanto la resistencia muscular localizada como la resistencia cardiorrespiratoria⁷³⁻⁷⁵ (Figura 5).

Conclusiones

La denominada transición aeróbica-anaeróbica indica el inicio de una respuesta global del organismo al ejercicio como consecuencia de una progresivamente mayor contribución de la glucólisis anaeróbica al metabolismo energético. En el inicio de la transición aeróbica anaeróbica, por tanto, se podrá identificar un incremento desproporcional con respecto a la intensidad del ejercicio de las concentraciones de lactato sanguíneo, actividad electromiográfica, tasa ventilatoria y activación del sistema nervioso simpático, con respecto a intensidades inferiores en las que la relación había sido de tipo proporcional. De este modo, en el comienzo de la transición aeróbica-anaeróbica se puede observar una respuesta de tipo umbral a nivel electromiográfico, que se conoce *umbral de electromiografía* (UE), en los niveles de catecolaminas en plasma, *umbral de catecolaminas* (UC), y de la ventilación pulmonar, *umbral ventilatorio* (VT1).

Bibliografía

- Viana-Montaner BH, Gómez-Puerto JR, Centeno-Prada R, Beas-Jiménez JD, Melero-Romero D, Da Silva-Grigoletto ME. Comparación del VO_{2max} y del tiempo hasta el agotamiento en dos modalidades de ejercicio en triatletas. *Rev Andal Med Deporte*. 2009; 2(1): 7-11.
- Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood E. Exercise Capacity and Mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*. 2002;346(11):793-801.
- Jackson AS, Sui X, Herbert JR, Church TS, Blair SN. Role of life style and aging on the longitudinal change in cardiorespiratory fitness. *Arch Int Med*. 2009; 169(19):1781-7.
- Hollmann W. 42 years ago: development of the concepts of ventilatory and lactate threshold. *Sports Med*. 2001;31(5):315-20.
- Meyer T, Lucia A, Earnest CP, Kindermann W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters – theory and application. *Int J Sports Med*. 2005;26(1):38-48.
- Bosquet L, Léger L, Legros P. Methods to determine aerobic endurance. *Sports Med*. 2002;32(11):675-700.
- Davis JA, Rozenek R, DeCicco DM, Carizzi MT, Pham PH. Comparison of three methods for detection of the lactate threshold. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2007;27:381-4.
- Myers J, Ashley E. Dangerous curves: a perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. *Chest*. 1997;111(3):787-95.
- Kindermann W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur J Appl Physiol*. 1979;42:5-34.
- Skinner JS, McLellan TH. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res Q Exerc Sport*. 1980;51(1):234-48.
- Davis JA, Vodak P, Wilmore JH, Vodak J, Kurtz P. Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *J Appl Physiol*. 1976;41:544-50.
- Farrell PA, Wilmore JH, Coyle EF, Billing JE, Costill DL. Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med Sci Sports*. 1979;11(4):338-44.
- Weltman A, Snead D, Seip R, Schurrer R, Levine S, Rutt R, et al. Prediction of lactate threshold and fixed blood lactate concentrations from 3200-m running performance in male runners. *Int J Sports Med*. 1987;8(6):401-6.
- Zoladz J, Rademaker AC, Sargeant AJ. Non-linear relationship between O₂ uptake and power output at high intensities of exercise in humans. *J Physiol*. 1995;488:211-7.
- Hughson RL, Green HJ. Blood acid-base and lactate relationships studied by ramp work tests. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;4(4):297-302.
- Bentley DJ, Newell J, Bishop D. Incremental Exercise Test Design and Analysis: Implications for Performance Diagnostics in Endurance Athletes. *Sports Med*. 2007;37(7): 575-86.
- LaFontaine TP, Londeree BR, Spath WK. The maximal steady state vs selected running events. *Med Sci Sport Exerc*. 1981;13:190-3.
- Hurley BF, Hagberg JM, Allen WK, Seals DR, Young JC, Cuddihee RW, et al. Effect of training on blood lactate level during submaximal exercise. *J Appl Physiol*. 1984;56(5): 1260-4.
- Worms F, Kozariszczuk G, Hunger KL. Untersuchungen zur herzschlagfrequenz im aerob-anaeroben ubergang bei der fahrradergometrie im mittleren und hoheren lebensalter. *Med Sport*. 1985;25:85-91.
- Sjodin B, Jacobs I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med*. 1981;2(1):23-6.

21. Faude O, Kindermann W, Meyer T. Lactate threshold concepts. How valid are they? *Sports Med.* 2009;39(6):469-90.
22. Midgley AW, McNaughton LR, Jones AM. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance: can valid recommendations be given to runners and coaches based on current scientific knowledge? *Sports Med.* 2007;37(10):857-80.
23. Dickhuth HH, Yin L, Niess A, Röcker K, Mayer F, Heitkamp HC, et al. Ventilatory, lactatederived and catecholamine thresholds during incremental treadmill running: relationship and reproducibility. *Int J Sports Med.* 1999;20(2):122-7.
24. Pardono E, Sotero RC, Hiyane W, Mota MR, Campbell CSG, Nakamura FY, et al. Maximal lactate steady-state prediction through quadratic modeling of selected stages of the lactate minimum test. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1073-80.
25. Bassett DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32:70-84.
26. Celik, Kosar SN, Korkusuz F, Bozkurt M. Reliability and validity of the modified Conconi test on Concept II rowing ergometers. *J Strength Cond Res.* 2005;19(4):871-7.
27. Faria EW, Parker DL, Faria IE. The science of cycling: physiology and training, part 1. *Sports Med.* 2005;35(4):285-312.
28. Joyner MJ, Coyle EF. Endurance exercise performance: The physiology of champions. *J Physiol.* 2008;586:35-44.
29. Mezzaroba PV, Machado FA. Indirect Determination of Lactate Minimum Speed from a Single Maximal Performance in Young Swimmers. *J Sports Sci Med.* 2013;12:655-9.
30. Støren Ø, Rønnestad BR, Sunde A, Hansen J, Ellefsen S, Helgerud J. A time-saving method to assess power output at lactate threshold in well-trained and elite cyclists. *J Strength Cond Res.* 2014;28(3):622-9.
31. Lucía A, Hoyos J, Chicharro JL. Physiology of professional road cycling. *Sports Med* 2001;31(5):325-37.
32. Londeree B. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29(6):837-43.
33. Coyle EF, Martin WH, Ehsani AA, Hagberg JM, Bloomfield SA, Sinacore DR, et al. Blood lactate threshold in some well-trained ischemic heart disease patients. *J Appl Physiol.* 1983;54(1):18-23.
34. Bunc V, Heller J, Bojanovský I, Sprynarová S, Novak J. Determination of the individual anaerobic threshold with regard to the relationship between ventilatory and plasma lactate threshold in some well-trained ischemic heart disease patients. *Cas Lek Cesk.* 1984;123(29):899-903.
35. Yoshida T, Chida M, Ichioka M, Suda Y. Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *Eur J Appl Physiol.* 1987;56:7-11.
36. Hambrecht RP, Niebauer J, Fiehn E, Marburger CT, Muth T, Offner B, et al. Effect of an acute beta-adrenergic blockade on the relationship between ventilatory and plasma lactate threshold. *Int J Sports Med.* 1995;16(4):219-24.
37. Burnley B, Jones AM. Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *Eur J Sport Sci.* 2007;7(2):63-79.
38. Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol.* 1973;35(2):236-43.
39. Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Clearly MG. Effect of carotid body resection on ventilator and acid-base control during exercise. *J Appl Physiol.* 1975;39:354-8.
40. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol.* 1986;60(6):2020-7.
41. Sue DY, Wasserman K, Moricca RB, Casaburi R. Metabolic acidosis during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Use of the V-slope method for anaerobic threshold determination. *Chest.* 1988;94(5):931-8.
42. Wasserman K, McLroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol.* 1964;14:844-52.
43. Davis JA, Franc MH, Whipp BJ, Wasseman K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. *J Appl Physiol.* 1979;46:1039-46.
44. Legaz A, Easton R. Changes in performance, skinfold thicknesses, and fat patterning after three years of intense athletic conditioning in high level runners. *Br J Sports Med.* 2005;39:851-5.
45. Hoogeveen AR. The effect of endurance training on the ventilatory response to exercise in elite cyclist. *Eur J Appl Physiol.* 2000;82:45-51.
46. Lucía A, Hoyos J, Pérez M, Chicharro JL. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1777-82.
47. Svedahl K, Macintosh BR. Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. *Can J Appl Physiol.* 2003;28(2):299-323.
48. von Duvillard SP, LeMura LM, Bacharach DW, Di Vico P. Determination of lactate threshold by respiratory gas exchange measures and blood lactate levels during incremental load work. *J Manipulative Physiol Ther.* 1993;16:312-8.
49. Goldstein DS. Plasma norepinephrine and sympathetic neural activity in clinical cardiology. *Am J Cardiol.* 1981;48:1147-54.
50. Mazzeo RS, Marshall P. Influence of plasma catecholamines on the lactate threshold during graded exercise. *J Appl Physiol.* 1989;67:1319-22.
51. Weltman A, Wood CM, Womack CJ, Davis SE, Blumer JL, Alvarez J, et al. Catecholamine and blood lactate responses to incremental rowing and running exercise. *J Appl Physiol.* 1994;76:1144-9.
52. Schwarz L, Kinderman W. B-endorphin, adrenocorticotropin hormone, cortisol and catecholamines during aerobic and anaerobic exercise. *Eur J Appl Physiol.* 1990;61:165-71.
53. McMorris T, Sproule J, Draper S, Child R, Sexsmith JR, Forster CD, et al. The measurement of plasma catecholamine and lactate thresholds: A comparison of methods. *Eur J Appl Physiol.* 2000;82:262-7.
54. Urhausen A, Weiler B, Coen B, Kindermann W. Plasma catecholamines during endurance exercise of different intensities as related to the individual anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1994;69(1):16-20.
55. Febbraio MA, Lambert DL, Starkie RL, Proietto J, Hargreaves M. Effect of epinephrine on muscle glycogenolysis during exercise in trained men. *J Appl Physiol.* 1998;84:465-70.
56. Stout JR, Cramer JT, Mielke M, O'Kroy JA, Torok D, Zoeller RF. Effects of twenty eight days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on the physical working capacity at neuromuscular fatigue threshold. *J Strength Cond Res.* 2006;20:928-31.
57. Zoeller RF, Stout JR, O'Kroy JA, Torok DJ, Mielke M. Effects of 28 days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on aerobic power, ventilatory and lactate thresholds, and time to exhaustion. *Amino Acids.* 2007;33:505-10.
58. De Vries HA, Tichy MW, Houhh TJ, Smyth KD, Ticky AM, Housh A. A method for estimating physical working capacity at the fatigue threshold (PWC). *Ergonomics.* 1987;30:195-204.
59. De Vries HA, Housh TJ, Johnson GO, Evans SA, Sharp GD, Housh DJ, et al. Factors affecting the estimation of physical working capacity at the fatigue threshold. *Ergonomics.* 1990; 33:25-33.
60. Kendall KL, Smith AE, Graef JL, Walter AA, Moon JR, Lockwood CM, et al. Validity of electromyographic fatigue threshold as a non-invasive method for tracking changes in ventilatory threshold in college-aged men. *J Strength Cond Res.* 2010;24(1):109-13.
61. Lucía A, Sánchez O, Carvajal A, Chicharro JL. Analysis of the aerobic-anaerobic transition in elite cyclists during incremental exercise with the use of electromyography. *Br J Sports Med.* 1999;33:178-85.
62. Calderón FJ, Benito PJ, Peinado AB, Díaz V. Significado fisiológico de la transición aeróbica-anaeróbica. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte.* 2008;8(32):321-37.
63. McClaren DP, Gibson H, Poarry-Billings M, Edwards RHT. A review of metabolic and physiological factors in fatigue. *Exerc Sport Sci Rev.* 1989;17:29-68.
64. Taylor AD, Bronks R, Bryant AL. The relationship between electromyography and work intensity revisited: A brief review with references to lactic acidosis and hyperammonia. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1997;37:387-98.
65. Candotti CT, Melo MO, La Torre M, Pasini M, Dutra LA, Oliveira JLN, et al. Comparing the lactate and EMG thresholds of recreational cyclists during incremental pedaling exercise. *Can J Physiol Pharmacol.* 2008; 86:272-8.
66. Kang SK, Kim J, Kwon M, Eom H. Objectivity and validity of EMG method in estimating anaerobic threshold. *Int J Sports Med.* 2014;35(9):737-42.
67. Chicharro JL, Legido JC, Alvarez J, Serratos L, Bandres F, Gamella C. Saliva electrolytes as a useful tool for anaerobic threshold determination. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1994;68(3):214-8.
68. Chicharro JL, Calvo F, Álvarez J, Vaquero AF, Bandrés F, Legido JC. Anaerobic threshold in children: Determination from saliva analysis in field tests. *Eur J Appl Physiol.* 1995; 70:541-4.
69. Chicharro JL, Lucía A, Pérez M, Vaquero AF, Urena R. Saliva composition and exercise. *Sports Med.* 1998;26(1):17-27.
70. Calvo F, Chicharro JL, Bandrés F, Lucía A, Pérez M, Alvarez J, et al. Anaerobic threshold determination with analysis of salivary amylase. *Can J Appl Physiol.* 1997;22(6):553-61.
71. De Sousa NMF, Magosso RF, Pereira GB, Souza MV, Vieira A, Marine DA, et al. Acute Cardiorespiratory and metabolic responses during resistance exercise in the lactate threshold intensity. *Int J Sports Med.* 2012;33(2):108-13.
72. Moreira SR, Arsa G, Oliveira HB, Lima LC, Campbell CS, Simoes HG. Methods to identify the lactate and glucose thresholds during resistance exercise for individuals with type 2 diabetes. *J Strength Cond Res.* 2008;22(4):1108-15.
73. Garnacho-Castaño MV, Domínguez R, Ruiz-Solano P, Maté-Muñoz JL. Acute physiological and mechanical responses during resistance exercise executed at the lactate threshold workload. *J Strength Cond Res.* 2015;Apr 3 [Epub ahead of print].
74. Garnacho-Castaño MV, Domínguez R, Maté-Muñoz JL. Understanding the meaning of the lactate threshold in resistance exercises. *Int J Sports Med.* 2015;36:371-7.
75. Maté-Muñoz JL, Domínguez R, Barba M, Monroy AJ, Ruiz-Solano P, Garnacho-Castaño MV. Cardiorespiratory and metabolic responses to loaded half squat corresponding to the lactate threshold. *J Sport Sci Med.* 2015;14:648-56.



ANATOMÍA DEL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA PARA MUJERES

Por: Frédéric Delavier y Michael Gundill

Colección: En Forma

Edita: Ediciones Tutor S.A.

Marqués de Urquijo 34, 2º Izda. 28008 Madrid. Tel: 915 599 832 - Fax: 915 410 235

E-mail: info@edicionestutor.com Web: www.edicionestutor.com

Madrid 2015, 352 páginas, P.V.P.: 35 euros

Basada en las singularidades anatómicas de la mujer, esta nueva guía ilustrada establece el estándar para el entrenamiento de la fuerza femenina. Ofrece los ejercicios, la programación y los consejos necesarios para lograr los resultados deseados.

Las 290 ilustraciones en color permiten ver por dentro los 157 ejercicios y variantes que se describen,

junto con 49 programas para fortalecer, moldear y desarrollar los brazos, la región pectoral, la espalda, los hombros, los abdominales, las piernas y los glúteos. En cada ejercicio, las instrucciones, paso a paso junto con las ilustraciones anatómicas y las fotografías, aseguran la comprensión de cómo potenciar al máximo la eficiencia de aquellos.

Tanto si se está empezando un programa de entrenamiento como mejorando una rutina ya existente, haciendo ejercicio en casa o en el gimnasio, la obra incluye programas de probada eficacia para reducir la grasa, añadir musculatura magra y moldear todas las regiones del cuerpo.



CROSSFIT ENDURANCE PARA CORREDORES

Por: T.J. Murphy y Brian Mackenzie

Edita: Ediciones Tutor S.A.

Marqués de Urquijo 34, 2º Izda. 28008 Madrid. Tel: 915 599 832 - Fax: 915 410 235

E-mail: info@edicionestutor.com Web: www.edicionestutor.com

Madrid 2015, 224 páginas, P.V.P.: 19,95 euros

Aguante, fuerza, resistencia, resiliencia: estas son las claves para triunfar en este deporte están a niveles más altos que nunca, a menudo por culpa del entrenamiento.

En esa obra los autores examinan y echan abajo métodos tradicionales

de entrenamiento (el correr megadistancias y las dietas ricas en hidratos de carbono) para revelar nuevos principios para una vida entera corriendo con salud y potencia.

Presentan el entrenamiento de la resistencia con programas de 8 a 12 semanas que combinan entrenamientos

de *CrossFit™* y sesiones específicas de carrera.

Se incluyen programas de entrenamiento basados en *CrossFit* para distancias de entre los 5 km y el ultramaratón dirigidos a corredores de todos los niveles.



EL CERRO TORRE, LO IMPOSIBLE Y YO

Por: David Lama

Edita: Ediciones Tutor S.A.

Marqués de Urquijo 34, 2º Izda. 28008 Madrid. Tel: 915 599 832 - Fax: 915 410 235

E-mail: info@edicionestutor.com Web: www.edicionestutor.com

Madrid 2015, 248 páginas, P.V.P.: 18,00 euros

En este trepidante relato, David Lama nos explica con una sinceridad brutal los tres inviernos que pasó tratando de alcanzar la legendaria cima de la Patagonia.

Muestra cómo su ambicioso sueño despertó un durísimo debate internacional sobre las reglas del alpinismo

moderno y la relación entre el deporte y el espectáculo; y cómo él y su compañero (Peter Ortner), a pesar de todas las adversidades, consiguieron en 2012 ser los primeros en escalar en libre el Cerro Torre y alcanzar la cima.

Que "no tenía la menor posibilidad", esas fueron las palabras que el

gran escalador Jim Bridwell dedicó a David Lama cuando se enteró de los planes del tirolés. Por aquel entonces éste solo tenía 19 años, y nada le parecía más tentador que superar un reto aparentemente imposible.

¿A cuántos estímulos responde tu corazón?

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

Te quiere



Vichy Catalán y la prevención de las enfermedades cardiovasculares

Dra. Anna Vila Martí

Dietista-Nutricionista. Doctora en Nutrición y Metabolismo. Profesora de la Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya.

Las enfermedades cardiovasculares constituyen la primera causa de muerte en los países industrializados. La aparición de dichas enfermedades cardiovasculares está directamente relacionada con la alimentación y el los hábitos de vida, en el que el sedentarismo juega un papel muy destacado en su prevención.

Un aumento del colesterol LDL y de los triglicéridos está asociado con un aumento en el riesgo de padecer aterosclerosis por lo que la prevención de la aterosclerosis se debe basar en la reducción de los niveles de colesterol LDL y de los triglicéridos así como favorecer un aumento del colesterol HDL.

Si bien, las principales recomendaciones dietéticas se centran en modificar el perfil lipídico de la dieta, aumentando el consumo de grasa mono y poliinsaturada (aceite de oliva, pescado azul o frutos secos) y disminuir el aporte de grasa saturada (carnes, embutidos o bollería industrial), recientes estudios demuestran que la ingesta de agua mineral natural carbónica como Vichy Catalán contribuye a la reducción de los niveles de colesterol LDL.

El contenido en calcio y magnesio de Vichy Catalán puede contribuir a la reducción de colesterol en sangre ya que pueden formar jabones con los ácidos grasos procedentes de la digestión de los lípidos y con las sales biliares, de modo que reducen el porcentaje de grasa dietética absorbida y favorece la excreción de colesterol y su conversión en sales biliares en el hígado. Este efecto es mayor cuando el agua Vichy Catalán se consume junto con la comida.

Otro factor que aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares es el aumento de la presión arterial. Recientes estudios relacionan la ingesta durante 4 semanas de Vichy Catalán en las comidas con una reducción de la presión arterial sistólica en individuos jóvenes. Esto estaría explicado a partir de estudios que evidencian que la ingesta de bicarbonato sódico o bicarbonato potásico no afecta a

la presión arterial, a diferencia del cloruro sódico que sí la aumenta ya que la asociación entre la ingesta de cloruro sódico y la hipertensión arterial se basaría en la ingesta simultánea de sodio y cloruro. Además, existen diferencias en el efecto del bicarbonato sódico sobre la presión arterial cuando se administra en forma de bebida o con alimentos sólidos, siendo en la administración junto con las bebidas cuando la disminución de la presión arterial se hace más evidente.

De modo que, aunque el agua Vichy Catalán suponga una ingesta de 1 g de sodio al día, Vichy Catalán ayuda a disminuir la presión arterial reduciendo la presión arterial sistólica a causa de la ingesta de forma simultánea de 2 g de bicarbonato y solo 0,5 d de cloruro.

Bibliografía

- Schoppen S, Pérez-Granados AM, Carbajal A, Oubina P, Sanchez-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.
- Mejide R, López C, Sánchez de Enciso M, Rodríguez C, Freire A, Rodríguez-Vilamil JL, Tejeiro J. Efecto del consumo de agua bicarbonatada sódica con diferentes concentraciones de minerales en pacientes hipertensos. *Medicina Integrativa.* 2006;9: 450-9.
- 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): 948-953.
- Toxqui L, Pérez-Granados AM, Blanco-Rojo R, Vaquero MP. A sodium-bicarbonated mineral water reduces gallbladder emptying and postprandial lipaemia: A randomised four-way crossover study. *Eur J Nutr.* 2011; Doi: 10.1007/s00394-011-0244-x.

Ama tu vida

FONT
DOR

VICHY
CATALAN

Agenda

2016		
XXXV Jornadas de habilitación de agentes de control de dopaje	18-20 Enero Madrid	E-mail: pmartinescudero@med.ucm.es
XV Curso Internacional Teórico-Práctico de Patología de Rodilla	28-30 Enero Madrid	E-mail: congresos@clinicacentro.com web: www.clinicacentro.com
Jornada Novedades en... el baile aplicado a la Educación Física	30 Enero Madrid	E-mail: antiguosalumnosinef@hotmail.com
Curso de Traumatología del deporte, prevención de lesiones y prescripción de actividad física para médicos de medicina familiar y comunitaria	Enero- Febrero Murcia	E-mail: anavarro@ucam.edu web: www.ucam.edu/universidad/catedras/trauma
XVIII Jornadas SERME: Imagen en la rodilla	4-5 Febrero Barcelona	E-mail: serme@geyseco.es web: www.geyseco.es
III Congreso Internacional de Prevención de Lesiones Deportivas-XXIV Jornadas Nacionales de Traumatología del Deporte	10-12 Marzo Murcia	E-mail: prevencionlesiones@ucam.edu
3rd International Conference on Nutrition and Growth (N&G 2016)	17-19 Marzo Viena (Austria)	web: http://nutrition-growth.kenes.com/
Football Medicine Strategies: "Return to Play"	9-10 Abril Londres (Reino Unido)	E-mail: conference@isokinetic.com web: www.FootballMedicineStrategies.com / www.isokinetic.com
25th AMSSM Annual Meeting	16-20 Abril Dallas, TX (EE.UU.)	web: www.amssm.org/ConferencesDetails.php?IDconf=85&Past=
20th European Congress of Physical and Rehabilitation Medicine	23-28 Abril Estoril (Portugal)	web: www.esprm2016.com
I Curso de técnicas quirúrgicas: Tendón de Aquiles y tríceps sural	29-30 Abril Murcia	E-mail: anavarro@ucam.edu web: www.ucam.edu/universidad/catedras/trauma
XVII ESSKA Congress	4-7 Mayo Barcelona	web: www.esska-congress.org/
XV Congreso de la SEMAM (Sdad. Española de Medicina y Auxilio en Montaña)	5-8 Mayo Granada	www.semamweb.com/congresos-y-eventos/congresos/
54 Congreso de la Sdad. Española de Rehabilitación y Medicina Física	11-14 Mayo Málaga	web: www.sermef.es
III Congreso Internacional de Psicología aplicada al fútbol (AIPAF)	26-28 Mayo Deusto-Bilbao	web: www.jornadasaipaf.com
10th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress	29 Mayo-2 Junio Kuala Lumpur (Malasia)	web: www.isprm.org
International Congress of Exercise and Sport Sciences	2-5 Junio Netanya (Israel)	web: http://www.reg.co.il/wingate2016/welcome_en.ehtml
XII Congreso Internacional de Ciencias del Deporte y la Educación Física	Junio Pontevedra	web: www.sportis.es

Agenda

21st Annual Congress of the European College of Sport Science	6-9 Julio Viena (Austria)	web: www.ecss-congress.eu/2016/
International Convention on Science, Education and Medicine in Sport	31 Agosto - 4 Septiembre Sao Paulo (Brasil)	E-mail: icsspe@icsspe.org web: www.icsspe.org
XVII Congreso Internacional de Dietética	7-10 Septiembre Granada	web: www.icdgranada2016.com
25 Reunión Anual de la ESMAC (Sociedad Europea de Análisis de Movimiento en Adultos y Niños)	26 Septiembre - 1 Octubre Sevilla	web: www.esmac2016.com
XXXIV Congreso Mundial de Medicina del Deporte	29 Septiembre - 2 Octubre Estambul (Turquía)	web: www.fims.org
VI Congreso Hispanoamericano de Medicina del Fútbol	10-16 Octubre Quito (Ecuador)	web: www.hispamef.com/
XVI Congreso Mundial en Cineantropometría	31 Octubre - 2 Noviembre Mérida (México)	E-mail: fferreyro@uady.mx web: www.isakonline.com/
IV Congreso conjunto SEROD-AEA	9-12 Noviembre Bilbao	E-mail: e.torres@torrespardo.com web: www.torrespardo.com
XVI Congreso Nacional de la Sdad. Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE)	23-26 Noviembre Granada	E-mail: femedede@femedede.es web: www.femedede.es
3ª Convención Internacional sobre Ciencia, Educación y Medicina en el Deporte (ICSEMIS'2016)	Rio de Janeiro (Brasil)	web: www.icsspe.org/
53ª edición del Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT)	La Coruña	web: www.secot.es
XX Congreso Anual AEMEF	Palma de Mallorca	web: www.aemef.org
2017		
2017 Sports Science Summit	24-27 Enero Londres (Reino Unido)	web: www.lifescienceevents.com
5th CSIT World Sports Games	Junio Riga (Letonia)	web: www.csit.tv/en/world-sports-games
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/
XXI Congreso Internacional de Nutrición	22-27 Octubre Buenos Aires (Argentina)	web: www.icn2017.com
XII Congreso Bienal SETRADE	Pontevedra	web: www.setrade.org

2018

XXXV Congreso Mundial de
Medicina del Deporte

Brasil

web: www.fims.org

Cursos on-line 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 15/7/2014 A 15/7/2015)
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"

NUEVA ACREDITACIÓN (VÁLIDA DEL 1/9/2014 AL 1/9/2015)

Fecha límite de inscripción: 15/5/2015

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.

Más información:
www.femede.es



DESCRIPCIÓN

El hilano G-F 20 se encuentra disponible en dos presentaciones:

- **Synvisc®** (presentación de 2 ml).
- **Synvisc-One®** (presentación de 6 ml).

El hilano G-F 20 es un fluido elastoviscoso, estéril y apirógeno, que contiene hilanos. Los hilanos son productos derivados del hialuronato (sal sódica de ácido hialurónico), constituidos por disacáridos repetidos de N-acetilglucosamina y glucuronato sódico. El hilano A tiene un peso molecular medio de aproximadamente 6.000.000 y el hilano B es un gel hidratado. El hilano G-F 20 contiene hilano A e hilano B (8,0 mg \pm 2,0 mg por ml) en solución fisiológica tamponada de cloruro sódico (pH 7,2 \pm 0,3).

CARACTERÍSTICAS

El hilano G-F 20 es biológicamente similar al hialuronato. El hialuronato es un componente del líquido sinovial responsable de su elastoviscosidad. Sin embargo, las propiedades mecánicas (elastoviscosas) del hilano G-F 20 son superiores a las del líquido sinovial y de las soluciones de hialuronato de concentración comparable. El hilano G-F 20 tiene una elasticidad (módulo de almacenamiento G') a 2,5 Hz de 111 \pm 13 Pascales (Pa) y una viscosidad (módulo de pérdida G'') de 25 \pm 2 Pa. Elasticidad y viscosidad del fluido sinovial de la rodilla de humanos de 18 a 27 años de edad medidas con un método comparable a 2,5 Hz son G' = 117 \pm 13 Pa y G'' = 45 \pm 8 Pa. La degradación de los hilanos en el organismo sigue la misma vía que el hialuronato y sus productos de degradación carecen de toxicidad.

INDICACIONES Y MODO DE EMPLEO

El hilano G-F 20:

- Sustituye temporalmente y suplementa el líquido sinovial.
- Es eficaz en cualquier estadio de la patología articular.
- Es particularmente eficaz en pacientes que utilizan activa y regularmente la articulación afectada.
- Su efecto terapéutico se debe a la viscosuplementación, un proceso mediante el cual se restaura el estado fisiológico y reológico de los tejidos de la articulación con osteoartritis.

La viscosuplementación que se consigue mediante el tratamiento con hilano G-F 20 disminuye el dolor y las molestias, permitiendo una mayor amplitud de movimiento de la articulación. Estudios *in vitro* han demostrado que el hilano G-F 20 protege las células cartilaginosas contra ciertas lesiones físicas y químicas.

Synvisc ha sido concebido exclusivamente para la aplicación intraarticular por un médico, para el tratamiento del dolor asociado a la osteoartritis de rodilla, cadera, tobillo y hombro.

Synvisc-One ha sido concebido exclusivamente para la aplicación intraarticular por un médico, para el tratamiento del dolor asociado a la osteoartritis de rodilla.

CONTRAINDICACIONES

- No deberá inyectarse hilano G-F 20 en la articulación cuando exista estasis venosa o linfática en el miembro respectivo.
- El hilano G-F 20 no deberá utilizarse en articulaciones infectadas o intensamente inflamadas ni en pacientes que sufran enfermedades o infecciones de la piel en el área de aplicación de la inyección.

ADVERTENCIAS

- No inyectar intravascularmente.
- No inyectar en forma extraarticular o dentro de los tejidos y la cápsula sinovial. Efectos adversos, generalmente en el área de la inyección, han ocurrido después de la inyección extraarticular de **Synvisc**.
- No debe utilizarse junto a desinfectantes que contengan sales amónicas cuaternarias para la preparación de la piel ya que el hialuronato puede precipitarse en su presencia.

PRECAUCIONES

- El hilano G-F 20 no debe utilizarse si se produce un gran exudado intraarticular antes de la inyección.
- Como en todo proceso de invasión de articulación, se recomienda al paciente evitar toda actividad física intensa después de la inyección intraarticular y continuar con las actividades habituales pasados algunos días.
- El hilano G-F 20 no ha sido probado en mujeres embarazadas ni en menores de 18 años.
- El hilano G-F 20 contiene pequeñas cantidades de proteína aviar, por lo que no se debe utilizar en pacientes con hipersensibilidad a dicha proteína.

EFFECTOS ADVERSOS

- Efectos adversos que afectan al miembro inyectado: dolor transitorio, hinchazón y/o exudación en la articulación inyectada después de las inyecciones intraarticulares de hilano G-F 20. Tras la inyección intraarticular de **Synvisc** o **Synvisc-One** se han notificado casos de inflamación aguda, caracterizados por dolor, hinchazón, exudación y a veces calor y/o rigidez en la articulación. En el análisis del líquido sinovial se constata la existencia de líquido aséptico sin cristales. Esta reacción suele producirse en unos cuantos días como respuesta al tratamiento con fármacos antiinflamatorios no esteroideos (AINE), esteroides intraarticulares y/o artrocentesis. El beneficio clínico del tratamiento es evidente después de dichas reacciones.
- Los ensayos clínicos de **Synvisc/Synvisc-One** no han evidenciado ninguna infección intraarticular y son pocos los casos de los que se han informado durante el uso clínico de **Synvisc**.
- También se ha informado de reacciones de hipersensibilidad, incluidas reacción anafiláctica, reacción anafilatoide, choque anafilático y angioedema. La experiencia tras su comercialización ha identificado los siguientes efectos sistémicos que aparecen rara vez con la administración de **Synvisc**: erupción cutánea, urticaria, comezón, fiebre, náuseas, dolor de cabeza, mareos, escalofríos, calambres, parestesia, edema periférico, malestar, dificultades respiratorias, enrojecimiento y tumefacción faciales.
- En ensayos clínicos controlados con **Synvisc** no hubo diferencias estadísticamente significativas en el número de efectos adversos sistémicos entre el grupo de pacientes que recibió **Synvisc** y el que recibió tratamientos de control.
- En ensayos clínicos controlados con **Synvisc-One** se observó que el tipo de efectos adversos ocurridos y la frecuencia con que se detectaron eran similares en el grupo de pacientes que recibió **Synvisc-One** y el grupo tratado con placebo.

DOSIFICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

- No utilice el hilano G-F 20 si el envase está abierto o deteriorado.
- Utilice el contenido de la jeringa inmediatamente después de abrir el envase.
- Retire el líquido o exudado sinovial antes de inyectar hilano G-F 20.
- La inyección deberá realizarse a temperatura ambiente.
- Para extraer la jeringa del envase (o bandeja), sujétela por el cuerpo, sin tocar el émbolo.

- La administración debe realizarse en condiciones asépticas, teniendo especial cuidado al abrir el tapón de la punta de la jeringa.
- Gire el tapón gris antes de tirar del mismo para evitar pérdidas del producto.
- Utilice una aguja de tamaño adecuado:
- **Synvisc**, calibre 18 a 22.

Elija una aguja de longitud apropiada en función de la articulación que vaya a tratar.

- **Synvisc-One**, calibre 18 a 20.
- Para asegurar un sellado hermético y prevenir pérdidas durante la administración, asegure la aguja correctamente mientras sostiene con firmeza el adaptador Luer de la jeringa.
- No apriete excesivamente ni haga palanca al fijar la aguja o al extraer su protector, ya que podría romperse la punta de la jeringa.
- Inyecte únicamente en el espacio sinovial recurriendo, si es necesario, a orientación adecuada, como la fluoroscopia, especialmente en articulaciones tales como la cadera y el hombro.
- El contenido de la jeringa es para un solo uso. Las instrucciones de dosificación recomendadas indican que debe inyectarse el volumen completo de la jeringa (2 ml para **Synvisc** y 6 ml para **Synvisc-One**).
- No reutilice la jeringa ni la aguja. La reutilización de jeringas, agujas y/o cualquier producto de una jeringa usada puede comprometer la esterilidad del producto, causar su contaminación y/o perjudicar el tratamiento.
- Cuando utilice guía fluoroscópica, puede emplear un agente de contraste iónico o no iónico. No debe utilizarse más de 1 ml de agente de contraste por cada 2 ml de hilano G-F 20.
- No reesterilice el hilano G-F 20.

POSOLOGÍA Y DOSIS MÁXIMA RECOMENDADA

El régimen de dosis de hilano G-F 20 depende de la articulación que se esté tratando.

Osteoartritis de rodilla:

Synvisc

El régimen de tratamiento recomendado consiste en una serie de tres inyecciones de 2 ml en la rodilla, con una semana de separación entre ellas. Para obtener el máximo efecto, es esencial la administración de la serie completa, es decir, las tres inyecciones. La dosis máxima recomendada es de seis inyecciones en 6 meses y con un mínimo de 4 semanas entre regímenes de tratamiento.

Synvisc-One

El régimen de tratamiento recomendado es una inyección de 6 ml en la rodilla, que puede repetirse a los 6 meses si los síntomas del paciente lo exigen.

Osteoartritis de cadera / tobillo / hombro:

Synvisc

El régimen de tratamiento inicial recomendado es una sola inyección de 2 ml. Sin embargo, si tras esa inyección no se logra el alivio sintomático adecuado, se recomienda aplicar una segunda inyección de 2 ml. Los datos clínicos han demostrado que los pacientes se benefician de esta segunda inyección si se administra entre uno y tres meses después de la primera.

DURACIÓN DEL EFECTO

El tratamiento con hilano G-F 20 únicamente afecta a la articulación inyectada, no produce efectos sistémicos generales.

Synvisc

En general, se ha informado de que la duración del efecto en pacientes que responden al tratamiento es de hasta 26 semanas, si bien se han observado períodos más cortos y más largos. Sin embargo, los datos clínicos prospectivos de pacientes con osteoartritis de rodilla han demostrado que, tras aplicar una única serie de tres inyecciones de **Synvisc**, los beneficios del tratamiento se han prolongado hasta 52 semanas.

Synvisc-One

Los datos de algunos ensayos clínicos prospectivos en pacientes con osteoartritis de rodilla han mostrado una reducción del dolor hasta 52 semanas después de una única inyección de **Synvisc-One** además de mejoras relacionadas con la rigidez y la capacidad funcional.

Los datos clínicos de un ensayo controlado, aleatorizado, doble ciego en pacientes con osteoartritis de rodilla han mostrado una reducción estadística y clínicamente significativa del dolor en comparación con el placebo. Se trató a un total de 253 pacientes (124 recibieron **Synvisc-One** y 129 recibieron placebo). En el transcurso de 26 semanas, los pacientes que habían recibido **Synvisc-One** demostraron un cambio porcentual medio del dolor en relación con el valor inicial del 36%, mientras que los pacientes en el grupo que recibió placebo presentaron un cambio porcentual medio del dolor en relación con el valor inicial del 29%.

Otros datos clínicos prospectivos procedentes de dos estudios multicéntricos abiertos en pacientes con osteoartritis de rodilla han mostrado mejoras estadísticamente significativas en el alivio del dolor en comparación con el valor inicial hasta 52 semanas después de una única administración de **Synvisc-One**.

En el primer estudio, 394 pacientes que recibieron **Synvisc-One** demostraron un cambio estadísticamente significativo en la subpuntuación WOMAC A1 (dolor al caminar) (-28 \pm 19,89 mm en una EVA de 100 mm) en relación con el valor inicial durante 26 semanas. Además, se observaron cambios estadísticamente significativos en relación con el valor inicial en las puntuaciones WOMAC A1, WOMAC A, B y C en los seis períodos de observación entre las semanas 1 y 52, lo cual demuestra mejoras en el dolor al caminar y en el dolor (WOMAC A1: -32,7 \pm 19,95 mm; WOMAC A: -29,18 \pm 19,155 mm), la rigidez (WOMAC B: -25,77 \pm 22,047 mm) y la capacidad funcional (WOMAC C: -25,72 \pm 19,449 mm) durante 52 semanas.

En el segundo estudio, 571 pacientes que recibieron **Synvisc-One** demostraron una mejora estadísticamente significativa en el dolor durante 26 semanas, según la medición mediante un cuestionario verbal del dolor (Verbal Pain Questionnaire, VPQ). La evaluación media del dolor mejoró de 3,20 en el momento inicial a 2,24 en la visita de la semana 26 y un 64,6% de los pacientes obtuvo alivio del dolor. Los criterios de valoración secundarios mostraron una mejora estadísticamente significativa en las puntuaciones VPQ en todos los momentos de observación desde la semana 1 hasta la 52, con puntuaciones VPQ en descenso de 3,20 en el momento inicial a 2,26 en la visita de la semana 52. Un 61,5% de los pacientes obtuvo alivio del dolor.

CONTENIDO POR ml (hilano G-F 20)

1 ml de **Synvisc** contiene: hilano 8,0 mg; cloruro sódico 8,5 mg; fosfato disódico hidrogenado 0,16 mg; fosfato sódico dihidrogenado 0,04 mg; agua para inyección c.s.

PRESENTACIÓN

El contenido de cada jeringa es estéril y apirógeno. Conservar a una temperatura de entre 2°C y 30°C. No congelar.

Synvisc se presenta en jeringas de vidrio de 2,25 ml, que contienen 2 ml de hilano G-F 20.

Synvisc-One se suministra en una jeringa de vidrio de 10 ml con 6 ml de hilano G-F 20.

Archivos

de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Federación Española de Medicina del Deporte

Índice completo

165-170

Volumen XXXII. 2015

Índice de sumarios 2015

Índice analítico

Índice de autores

Sumarios 2015

Volumen 32(1) - Núm 165. Enero - Febrero 2015 / January - February 2015

Editorial

Médico de equipo. *Team Physician*. **Lluís Til Pérez**7

Originales / Original articles

Influencia de un medio ironman en parámetros sanguíneos. *Half ironman influence on blood markers*. **César Gallo-Salazar, Cristina González-Millán, Juan Del Coso Garrigós, Juan J. Salinero Martín, Javier Abián-Vicén, Diana Ruiz-Vicente, Beatriz Lara López, Francisco Areces Corcuera, María LI. Soriano Segarra**10

Improvement of soccer nutrition knowledge about carbohydrates with posters. *Mejora del conocimiento nutricional sobre los carbohidratos con el uso de posters en fútbol*. **Cristina Conejos, Antonio Giner, Jordi Mañes, José Miguel Soriano**16

Valoración de la grasa corporal: ultrasonidos frente a sistemas de bioimpedancia tetrapolar y antropometría. Estudio piloto. *Valoración de la grasa corporal: ultrasonidos frente a sistemas de bioimpedancia tetrapolar y antropométrica. Estudio piloto*. **José Heredia Jiménez, Virginia Tejada Medina, Javier Ventaja Cruz, Eva Orantes González**20

Effects of six weeks of moderate-intensity aerobic physical training on metabolic and body parameters of Wistar rats: a pilot study. *Efectos de seis semanas de ejercicio físico aeróbico de intensidad moderada sobre parámetros metabólicos y corporales de ratas Wistar: un estudio piloto*. **Eric F. Andrade, Renata de C. Foureaux, Raquel V. Lobato, Karen G. Lisenko, Viviam de O. Silva, Débora R. Orlando, Andressa N. de J. Pereira, Gustavo P. Rogatto, Luciano J. Pereira**25

Revisiones / Reviews articles

Lesiones de estrés de la línea fisaria en jóvenes deportistas. *Physical stress injuries in young athletes*. **Rafael Arriaza, Javier Amestoy, Álvaro Arriaza**32

La fatiga muscular en los deportistas: métodos físicos, nutricionales y farmacológicos para combatirla. *Muscle fatigue in athletes: physical, nutritional and pharmacological methods for improving recovery*. **Aritz Urdampilleta, Iban Armentia, Saioa Gómez-Zorita, José M. Martínez-Sanz, Juan Mielgo-Ayuso**36

Agenda / Agenda51

Volumen 32(2) - Núm 166. Marzo - Abril 2015 / March - April 2015

Editorial

¿Qué prescribir y para qué? *What and for what to prescribe?*. **Carlos de Teresa Galván**67

Originales / Original articles

Efecto de un método de entrenamiento contrarresistencia en la capacidad funcional y calidad de vida de sujetos con Parkinson idiopático. *Effect of a training method of resistance against the functional capacity and quality of life of subjects with Parkinson idiopathic*. **María Antonieta Ozols Rosales, Carlos Zúñiga Duran, Carles A. Montserrat González, Warner A. Jiménez Zumbado**70

Relación de la postura del pie con las lesiones más frecuentes en atletas. Un estudio piloto. *Relationship of the foot posture with the most frequent injuries in athletes. A pilot study*. **Javier Pérez Muñoz, Ma Ángeles Gómez González, José Carlos Cuevas García, Alfonso Martínez Nova**76

Análisis comparativo de las demandas físicas de dos tareas de juego reducido en fútbol profesional. *Comparing the physical demands of two small sided games on professional soccer*. **Fabio Nevado-Garrosa, Carlos M^a Tejero-González, Víctor Paredes-Hernández, Juan del Campo-Vecino**82

Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedentación y máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en bailarinas. *Thoracic and lumbar morphology in standing, sitting and maximal trunk flexion with extended knees in dancers*. **Raquel Vaquero Cristóbal, Francisco Esparza-Ros, Román Gómez-Durán, Enrique Martínez-Ruiz, José M. Muyor, Fernando Alacid, Pedro A. López-Miñarro**87

Revisiones / Reviews articles

Actividad física en pacientes portadores de desfibrilador automático implantable. Más allá de las recomendaciones. *Physical activity in patients with an implantable cardioverter defibrillator. Beyond the recommendations*. **José Juan García Salvador**94

La actividad física, la educación física y la condición física pueden estar relacionadas con el rendimiento académico y cognitivo en jóvenes. Revisión sistemática. *Physical activity, physical education and fitness could be related to academic and cognitive performance in young. A systematic review*. **Miguel A. Conde, Pablo Tercedor**100

Agenda / Agenda118

Volumen 32(3) - Núm 167. Mayo - Junio 2015 / May - June 2015

Editorial

La hora del ejercicio en la cronodisrupción, la salud y la enfermedad. *The time of exercise in chronodisruption, health and illness.*

Marta Garaulet Aza 133

Originales / Original articles

Regulación por el ejercicio físico del estado inflamatorio alterado: respuesta en pacientes con fibromialgia. *Regulation by exercise of the altered inflammatory status: response in fibromyalgia patients.* **María E. Bote, Eduardo Ortega** 136

Respuesta psicofisiológica en un salto táctico paracaidista a gran altitud. A propósito de un caso. *Psychophysiological response in a high altitude tactical parachute jump. A case study.* **Vicente Javier Clemente-Suárez, José Juan Robles-Pérez, Pedro Montañez-Toledo** 144

Factores relacionados con las lumbalgias de los instructores de paracaidismo en el túnel de viento. *Factors related to low back pain of instructors for skydiving in the wind tunnel.* **Ignacio Martínez-González-Moro, José Luis Lomas-Albaladejo, M^a Francisca Serrano-Gisbert, Miguel A. Alvaredo-Mateos, María Carrasco-Poyatos, Raquel López Camacho** 149

Exercise and depression in overweight and obese pregnant women: a randomised controlled trial. *Ejercicio y depresión en mujeres embarazadas con sobrepeso y obesidad: ensayo clínico aleatorio.* **María Perales, Yaiza Cordero, Marina Vargas, Alejandro Lucia, Rubén Barakat** 156

Revisiones / Reviews articles

El Triatlón y el control de la carga mediante la percepción del esfuerzo. *Triathlon and control the load by perceived exertion.* **Milos Mallol, Jesús Cámara, Julio Calleja-González, Javier Yanci, Gaizka Mejuto** 164

El fundamento de la fisiología del ejercicio. *The basis of exercise physiology.* **Francisco J. Calderón Montero** 169

Cartas al Director 177

Agenda / Agenda 188

Volumen 32(4) - Núm 168. Julio - Agosto 2015 / July - August 2015

Editorial

Physical activity in the reduction of cardiovascular risk - too good to be prescribed? *Actividad física en la reducción del riesgo cardiovascular.*

¿Demasiado bueno para ser prescrito? **Jose Kawazoe Lazzoli** 205

Originales / Original articles

Valoración de la masa grasa en futbolistas jóvenes de alto rendimiento: comparación de métodos antropométricos con absorciometría dual de rayos X (DEXA). *Fat mass assessment in young elite football players: comparison of anthropometric methods with dual X-ray absorptiometry (DEXA).* **Nicolás García, Daniel Zapata, Cristóbal Sáez, Roberto Yáñez, Luis Peñailillo** 208

Análisis de las lesiones en gimnastas de competición en tumbling. *Analysis of injuries in competition tumbling gymnasts.* **Nicolás A. Rojas, Mercedes Vernetta, Jesús López-Bedoya** 215

¿Tienen los niños futbolistas más varo de rodillas? *Do soccer players have more genu varum in their legs?* **Angélica Ibáñez León, Mario López Morales, Felipe Moraga Torres, Felipe Fernández Abdala, Andrés Serrano Reyes, Constanza Ramírez Mac-Lean** 223

Artículo especial / Special article

Utilidad de la ultrasonografía en el diagnóstico de dolor de codo secundario a plica sinovial. *Utility of ultrasonography in the diagnosis of elbow's pain secondary to synovial plica.*

Ana B. Puentes-Gutiérrez, Rebeca Puentes-Gutiérrez, Andrés Barriga-Martín, José L. Martínez Romero, Antonio Bouffard, Fernando Jiménez Díaz 227

Revisiones / Reviews articles

¿Tienen las bebidas energéticas efectos ergogénicos en el ejercicio físico? *Have energy drinks ergogenic effects in physical exercise?*

Juscélica Cristina Pereira, Rafael Gonçalves Silva, Alex de Andrade Fernandes, Manuel Sillero Quintana, João Carlos Bouzas Marins 231

Relevancia actual de la capacidad aeróbica máxima en la práctica clínica. *Current relevance of maximal aerobic capacity in clinical practice.*

Miguel Chiacchio Seira 239

Agenda / Agenda 256

Volumen 32(5) - Núm 169. Septiembre - Octubre 2015 / September - October 2015

Editorial

- Control del entrenamiento y fisiología del ejercicio. La controversia del umbral anaeróbico. *Training control and exercise physiology. The controversy of Anaerobic Threshold.* **Iñaki Arratibel**273

Artículo especial / Special article

- Recomendaciones para un deporte recreacional saludable. Guía para práctica deportiva recreacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Recommendations for a healthy recreational sport. Guidelines for recreational sport of Spanish Society of Sports Medicine (SEMED-FEMEDE).* **Pedro Manonelles Marqueta, Fernando Alacid Cárceles, Javier Álvarez Medina, Carlos De Teresa Galván, Miguel del Valle Soto, Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea, Juan Gondra del Río, Emilio Luengo Fernández, José Luis Martínez Romero, José Naranjo Orellana, Nieves Palacios Gil-Antuñano**275

Originales / Original articles

- Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. Documento de Consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Prescription of exercise in the prevention and treatment of hypertension. Document of consensus of the Spanish Society of Sports Medicine (SEMED-FEMEDE).* **Miguel del Valle Soto, Pedro Manonelles Marqueta, Carlos de Teresa Galván, Luis Franco Bonafonte, Emilio Luengo Fernández, Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea**281

VI Jornadas Nacionales de Medicina del Deporte

- Comunicaciones / Communications314
Índices / Contents335

- Agenda / Agenda344

Volumen 32(6) - Núm 170. Noviembre - Diciembre 2015/ November - December 2015

Editorial

- ¿Qué pasa con el deportista no de élite?, y con su reconocimiento? *What's the matter with non-elite athletes? And with their medical examination?* **Emilio Luengo**359

Originales / Original articles

- Fetal and maternal heart rate responses to exercise in pregnant women. *A randomized Controlled Trial. Respuesta de la frecuencia cardiaca fetal y materna al ejercicio en gestantes. Ensayo clínico aleatorio.* **Maria Perales, Silvia Mateos, Marina Vargas, Isabel Sanz, Alejandro Lucía, Ruben Barakat**361
- Efectos inmediatos sobre la potenciación post-activación utilizando oclusión parcial superimpuesta. *Immediate effects of postactivation potentiation using superimposed partial occlusion.* **Moisés Picón, Iván Chulvi-Medrano, Juan M. Cortell-Tormo, Tamara Rial, Manuel Rodríguez-Pérez**368
- Short-term adaptations in sedentary individuals during indoor cycling classes. *Adaptaciones a corto plazo en individuos sedentarios durante las clases de ciclismo indoor.* **Ricardo de Melo dos Santos, Flávio Costa e Costa, Thais Sepeda Saraiva, Marília Maniglia de Resende, Nadja Cristinne Silva Carvalho, Alessandro Beda, Bianca Callegari**374
- Diferencias en las fuerzas de reacción del suelo entre zapatillas de carrera con dos tipos de drop. *Differences in ground reaction forces between running shoes with two types of drop.* **Juan José Ruiz Lloris, José Carlos Cuevas García, María Ángeles Gómez González, Alfonso Martínez Nova**382

Revisiones / Reviews

- Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Methods of assessment of body composition: an updated review of description, application, advantages and disadvantages.* **Oswaldo Costa Moreira, Diego A. Alonso-Aubin, Cláudia E. Patrocínio de Oliveira, Ramón Candia-Luján, José A. de Paz**387
- Metodología de determinación de la transición aeróbica-anaeróbica en la evaluación funcional. *Methodology to elucidate the aerobic-anaerobic transition in functional assessment.* **Raúl Domínguez, Manuel V Garnacho-Castaño, José L Maté-Muñoz**395

- Agenda / Agenda405

- Índices año 2015413

- Revisores422

Índice analítico 2015

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
ACSI-28	Evaluación de habilidades psicológicas en jugadoras de fútbol femenino. Influencia del nivel de práctica deportiva	169	315	2015
ACTIVIDAD DEPORTIVA	Actividad física en pacientes portadores de desfibrilador automático implantable. Más allá de las recomendaciones	166	94	2015
ACTIVIDAD FÍSICA	Effects of six weeks of moderate-intensity aerobic physical training on metabolic and body parameters of Wistar rats: a pilot study	165	25	2015
	La actividad física, la educación física y la condición física pueden estar relacionadas con el rendimiento académico y cognitivo en jóvenes. Revisión sistemática	166	100	2015
	Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMED)	169	281	2015
	Efectos de un programa de promoción de actividad física en diferentes parámetros relacionados con la condición física y la salud	169	318	2015
	Incidencia realización de actividad física en el tiempo libre sobre el conocimiento del dopaje	169	318	2015
ACTIVIDAD MOTORA	Efecto de un método de entrenamiento contrarresistencia en la capacidad funcional y calidad de vida de sujetos con Parkinson idiopático	166	70	2015
ADICCIÓN AL EJERCICIO	Influencia de la experiencia deportiva en adolescencia y edad adulta sobre la adicción al ejercicio	169	319	2015
ADIPOSIDAD	Valoración de la masa grasa en futbolistas jóvenes de alto rendimiento: comparación de métodos antropométrico con absorciometría dual de rayos X (DEXA)	168	208	2015
ADIPOSIDAD	Niveles de adiposidad y otros parámetros antropométricos en futbolistas con discapacidad intelectual (Síndrome de Down y parálisis cerebral infantil en competiciones de deporte adaptado)	169	332	2015
ADOLESCENCIA	Influencia de la experiencia deportiva en adolescencia y edad adulta sobre la adicción al ejercicio	169	319	2015
	Efecto residual del entrenamiento durante la adolescencia sobre la salud adulta en ciclistas aficionados	169	319	2015
	Liberación de marcadores de daño cardiaco en adolescentes y adultos de ambos sexos	169	324	2015
ADOLESCENTES	La actividad física, la educación física y la condición física pueden estar relacionadas con el rendimiento académico y cognitivo en jóvenes. Revisión sistemática	166	100	2015
	Conocimiento del dopaje entre adolescentes españoles. Diferencias en función del género	169	318	2015
	Incidencia realización de actividad física en el tiempo libre sobre el conocimiento del dopaje	169	318	2015
AFICIONADO	Recomendaciones para un deporte recreacional saludable. Guía para práctica deportiva recreacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE)	169	275	2015
AFRONTRAMIENTO	Evaluación de habilidades psicológicas en jugadoras de fútbol femenino. Influencia del nivel de práctica deportiva	169	315	2015
AGILIDAD	Relaciones entre la capacidad de aceleración, cambio de dirección y resistencia en árbitros de fútbol	169	320	2015
AIE	Disnea de esfuerzo: asma o disfunción cuerdas vocales. Diagnóstico diferencial. A propósito de un caso	169	327	2015
ALTERACIONES	Prevalencia de las alteraciones de la repolarización en el ECG de futbolistas profesionales	169	330	2015
ALTURA DE SALTO	Relación entre la fatiga muscular y variables interindividuales en corredores de maratón	169	324	2015
ANAERÓBICO	Análisis de la temperatura y el lactato en partidos de play-off en baloncesto en silla de ruedas	169	321	2015
ANSIEDAD	Evaluación de habilidades psicológicas en jugadoras de fútbol femenino. Influencia del nivel de práctica deportiva	169	315	2015
	Relación entre ansiedad, estrés y lesiones en futbolistas federados	169	325	2015
ANTROPOMETRÍA	Variabilidad en los indicadores antropométricos de adiposidad en jugadoras olímpicas de hockey hierba a lo largo de una temporada de competición	169	329	2015
	Características antropométricas, composición corporal y somatotipo de jugadoras de la División de Honor B de la Liga Nacional de Rugby Femenino	169	331	2015
	Perfil antropométrico, condición física y diferencias por nivel de rendimiento en practicantes de Parkour	169	334	2015
	Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas	170	387	2015
APTITUD FÍSICA	Efecto de un método de entrenamiento contrarresistencia en la capacidad funcional y calidad de vida de sujetos con Parkinson idiopático	166	70	2015
ÁRBITROS	Influencia de la competición en el dolor muscular percibido en árbitros de fútbol	169	320	2015
ARTICULACIÓN	Suplementación con membrana de cáscara de huevo para tratar el dolor y la rigidez articular	169	333	2015
ATLETAS	Efecto de la radiofrecuencia de hipertermia en la recuperación de corredores	169	322	2015
AYUDA ERGOGÉNICA	Suplementación con membrana de cáscara de huevo para tratar el dolor y la rigidez articular	169	333	2015
BALONCESTO SILLA DE RUEDAS	Diferencias de la densidad mineral ósea y composición mineral ósea en deportistas en silla de ruedas con lesión medular y polimielíticos	169	333	2015
BICYCLING	Short-term adaptations in sedentary individuals during indoor cycling classes	170	374	2015
CAFÉINA	¿Tienen las bebidas energéticas efectos ergogénicos en el ejercicio físico?	168	231	2015
CALIDAD DE VIDA	Efecto de un método de entrenamiento contrarresistencia en la capacidad funcional y calidad de vida de sujetos con Parkinson idiopático	166	70	2015
	Actividad física en pacientes portadores de desfibrilador automático implantable. Más allá de las recomendaciones	166	94	2015
CANSANCIO	Influencia de la competición en el dolor muscular percibido en árbitros de fútbol	169	320	2015

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
CAPACIDAD AERÓBICA MÁXIMA	Relevancia actual de la capacidad aeróbica máxima en la práctica clínica	168	239	2015
CARBOHIDRATOS	Improvement of soccer nutrition knowledge about carbohydrates with posters	165	16	2015
CARDIOMIOPATÍA	La miocardiopatía no compactada en Medicina del Deporte. Revisión a propósito de un caso	169	329	2015
CARDIOVASCULAR	Relaciones entre la capacidad de aceleración, cambio de dirección y resistencia en árbitros de fútbol	169	320	2015
CARRERA	Diferencias en las fuerzas de reacción del suelo entre zapatillas de carrera con dos tipos de <i>drop</i>	170	382	2015
CARTÍLAGO DE CRECIMIENTO	Lesiones de estrés de la línea fisaria en jóvenes deportistas	165	32	2015
CATECOLAMINAS	Metodología de determinación de la transición aeróbica-anaeróbica en la evaluación funcional	170	395	2015
CICLISMO	Efecto de la potencia de pedaleo sobre las presiones plantares en ciclistas profesionales	169	328	2015
	Valoración de campo del efecto de las plantillas de acomodación selectiva sobre la distribución de presiones plantares en ciclistas de élite	169	328	2015
CICLISTAS	Efecto residual del entrenamiento durante la adolescencia sobre la salud adulta en ciclistas aficionados	169	319	2015
	Influencia de la experiencia deportiva en adolescencia y edad adulta sobre la adicción al ejercicio	169	319	2015
CIFOSIS	Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedentación y máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en bailarinas	166	87	2015
CINEANTROPOMETRÍA	Análisis antropométrico en varones infartados. El índice cintura-cadera sesga el riesgo de la obesidad abdominal	169	316	2015
CITOKINAS	Regulación por el ejercicio físico del estado inflamatorio alterado: respuesta en pacientes con fibromialgia	167	136	2015
CLIMA MOTIVACIONAL	Variación del clima motivacional percibido de orientación a la tarea y al ego en jugadoras de fútbol-11, a lo largo de una temporada	169	315	2015
CODO	Utilidad de la ultrasonografía en el diagnóstico de dolor de codo secundario a plica sinovial	168	227	2015
COLUMNA	Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedentación y máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en bailarinas	166	87	2015
COMBATIENTE	Respuesta psicofisiológica en un salto táctico paracaidista a gran altitud. A propósito de un caso	167	144	2015
COMPETICIÓN	Actividad física en pacientes portadores de desfibrilador automático implantable. Más allá de las recomendaciones	166	94	2015
	Análisis de las lesiones en gimnastas de competición en tumbling	168	215	2015
	Evaluación de habilidades psicológicas en jugadoras de fútbol femenino. Influencia del nivel de práctica deportiva	169	315	2015
	Influencia de la competición en el dolor muscular percibido en árbitros de fútbol	169	320	2015
COMPOSICIÓN CORPORAL	Valoración de la grasa corporal: ultrasonidos frente a sistemas de bioimpedancia terapolar y antropometría. Estudio piloto	165	20	2015
	Valoración de la masa grasa en futbolistas jóvenes de alto rendimiento: comparación de métodos antropométrico con absorcimetría dual de rayos X (DEXA)	168	208	2015
	Características antropométricas, composición corporal y somatotipo de jugadoras de la División de Honor B de la Liga Nacional de Rugby Femenino	169	331	2015
	Niveles de adiposidad y otros parámetros antropométricos en futbolistas con discapacidad intelectual (Síndrome de Down y parálisis cerebral infantil en competiciones de deporte adaptado)	169	332	2015
	Diferencias de la densidad mineral ósea y composición mineral ósea en deportistas en silla de ruedas con lesión medular y poliomielíticos	169	333	2015
	Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas	170	387	2015
CONDICIÓN FÍSICA	La actividad física, la educación física y la condición física pueden estar relacionadas con el rendimiento académico y cognitivo en jóvenes. Revisión sistemática	166	100	2015
CONDICIONES INESTABLES	Efectos de un entrenamiento en Bosu® en personas mayores sobre la tensión arterial	169	317	2015
CORAZÓN DE ATLETA	"Corazón de atleta" en la edad pediátrica	169	314	2015
	La miocardiopatía no compactada en Medicina del Deporte. Revisión a propósito de un caso	169	329	2015
CORREDORES	Relación de la postura del pie con las lesiones más frecuentes en atletas. Un estudio piloto	166	76	2015
CORRELACIONES	Relaciones entre la capacidad de aceleración, cambio de dirección y resistencia en árbitros de fútbol	169	320	2015
CREANTINFOSFOKINASA	Respuesta psicofisiológica en un salto táctico paracaidista a gran altitud. A propósito de un caso	167	144	2015
CUANTIFICACIÓN	El Triatlón y el control de la carga mediante la percepción del esfuerzo	167	164	2015
CURVAS ROC	Análisis antropométrico en varones infartados. El índice cintura-cadera sesga el riesgo de la obesidad abdominal	169	316	2015
DASH	Suplementación con membrana de cáscara de huevo para tratar el dolor y la rigidez articular	169	333	2015
DEMANDAS FÍSICAS	Análisis comparativo de las demandas físicas de dos tareas de juego reducido en fútbol profesional	166	82	2015
DEPORTE	Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedentación y máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en bailarinas	166	87	2015
	Recomendaciones para un deporte recreacional saludable. Guía para práctica deportiva recreacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE)	169	275	2015
	El desfibrilador semiautomático en los campos de fútbol de Baleares: una experiencia que salva vidas	169	325	2015
	Estudio multicéntrico forense de muerte súbita asociada al deporte	169	327	2015
DEPORTE ADAPTADO	Análisis de la carga interna en jugadores de baloncesto en silla de ruedas durante partidos de play-off	169	321	2015
	Análisis de la temperatura y el lactato en partidos de play-off en baloncesto en silla de ruedas	169	321	2015
	Niveles de adiposidad y otros parámetros antropométricos en futbolistas con discapacidad intelectual (Síndrome de Down y parálisis cerebral infantil en competiciones de deporte adaptado)	169	332	2015
DEPORTE EN NIÑOS	"Corazón de atleta" en la edad pediátrica	169	314	2015

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
DEPORTES GIMNÁSTICOS	Análisis de las lesiones en gimnastas de competición en tumbling	168	215	2015
DEPORTISTA	Prevalencia de las alteraciones de la repolarización en el ECG de futbolistas profesionales	169	330	2015
	Comportamiento y dinámica de las ondas T vagotónicas en el deportista	169	331	2015
	Mixoma ventricular izquierdo en futbolista profesional	169	332	2015
DEPRESIÓN	Exercise and depression in overweight and obese pregnant women: a randomised controlled trial	167	156	2015
DEFIBRILADOR	El desfibrilador semiautomático en los campos de fútbol de Baleares: una experiencia que salva vidas	169	325	2015
DEFIBRILADOR AUTOMÁTICO IMPLANTABLE	Actividad física en pacientes portadores de desfibrilador automático implantable. Más allá de las recomendaciones	166	94	2015
DESHIDRATACIÓN	Influencia de un medio ironman en parámetros sanguíneos	165	10	2015
	Estudio de la deshidratación y pérdida de peso durante una prueba de maratón de montaña	169	323	2015
DISCAPACIDAD INTELECTUAL	Niveles de adiposidad y otros parámetros antropométricos en futbolistas con discapacidad intelectual (Síndrome de Down y parálisis cerebral infantil en competiciones de deporte adaptado)	169	332	2015
DISFUNCIÓN CUERDAS VOCALES	Disnea de esfuerzo: asma o disfunción cuerdas vocales. Diagnóstico diferencial. A propósito de un caso	169	327	2015
DISNEA DE ESFUERZO	Disnea de esfuerzo: asma o disfunción cuerdas vocales. Diagnóstico diferencial. A propósito de un caso	169	327	2015
DOLOR	Suplementación con membrana de cáscara de huevo para tratar el dolor y la rigidez articular	169	333	2015
DOLOR DE ESPALDA	Efectos de un programa de 6 semanas de duración en pacientes con dolencia lumbar inespecífica de tipo crónico. Intervención basada en el Método Pilates	169	321	2015
DOLOR LUMBAR	Efectos de un programa de 6 semanas de duración en pacientes con dolencia lumbar inespecífica de tipo crónico. Intervención basada en el Método Pilates	169	321	2015
DOLOR MUSCULAR	Influencia de la competición en el dolor muscular percibido en árbitros de fútbol	169	320	2015
	Relación entre el genotipo ACTN3 y el daño muscular inducido por el ejercicio en maratonianos	169	329	2015
DOPAJE	Incidencia realización de actividad física en el tiempo libre sobre el conocimiento del dopaje	169	318	2015
	Conocimiento del dopaje entre adolescentes españoles. Diferencias en función del género	169	318	2015
DROP	Diferencias en las fuerzas de reacción del suelo entre zapatillas de carrera con dos tipos de drop	170	382	2015
DXA	Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas	170	387	2015
ECOCARDIOGRAFÍA	"Corazón de atleta" en la edad pediátrica	169	314	2015
	Utilidad del electrocardiograma y del ecocardiograma en la revisión preparticipativa deportiva en adolescentes	169	316	2015
ECOGRAFÍA	Utilidad de la ultrasonografía en el diagnóstico de dolor de codo secundario a plica sinovial	168	227	2015
ECUACIONES ANTROPOMÉTRICAS	Valoración de la masa grasa en futbolistas jóvenes de alto rendimiento: comparación de métodos antropométrico con absorciometría dual de rayos X (DEXA)	168	208	2015
EDAD RELATIVA	Pico máximo de crecimiento en altura en canoístas infantiles de aguas tranquilas	169	334	2015
EDUCACIÓN FÍSICA	La actividad física, la educación física y la condición física pueden estar relacionadas con el rendimiento académico y cognitivo en jóvenes. Revisión sistemática	166	100	2015
EJERCICIO	Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedentación y máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en bailarinas	166	87	2015
	Regulación por el ejercicio físico del estado inflamatorio alterado: respuesta en pacientes con fibromialgia	167	136	2015
	Exercise and depression in overweight and obese pregnant women: a randomised controlled trial	167	156	2015
	Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMED)	169	281	2015
EJERCICIO DE RESISTENCIA	Relación entre el genotipo ACTN3 y el daño muscular inducido por el ejercicio en maratonianos	169	329	2015
EJERCICIO FÍSICO	Actividad física en pacientes portadores de desfibrilador automático implantable. Más allá de las recomendaciones	166	94	2015
	Efecto de un programa de ejercicio físico individualizado sobre el perfil lipídico en pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular	169	314	2015
ELECTROCARDIOGRAFÍA	Utilidad del electrocardiograma y del ecocardiograma en la revisión preparticipativa deportiva en adolescentes	169	316	2015
ELECTROCARDIOGRAMA	Prevalencia de las alteraciones de la repolarización en el ECG de futbolistas profesionales	169	330	2015
ELECTROMIOGRAFÍA	Metodología de determinación de la transición aeróbica-anaeróbica en la evaluación funcional	170	395	2015
ELECTROMYOGRAPHY	Short-term adaptations in sedentary individuals during indoor cycling classes	170	374	2015
ENFERMEDAD DE PARKINSON	Efecto de un método de entrenamiento contrarresistencia en la capacidad funcional y calidad de vida de sujetos con Parkinson idiopático	166	70	2015
ENTRENAMIENTO	Análisis comparativo de las demandas físicas de dos tareas de juego reducido en fútbol profesional	166	82	2015
	El Triatlón y el control de la carga mediante la percepción del esfuerzo	167	164	2015
	Análisis de las lesiones en gimnastas de competición en tumbling	168	215	2015
	Relación entre la fatiga muscular y variables interindividuales en corredores de maratón	169	324	2015
ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA	Efecto de un método de entrenamiento contrarresistencia en la capacidad funcional y calidad de vida de sujetos con Parkinson idiopático	166	70	2015
	Efecto del entrenamiento de fuerza y de la intervención psicológica en rehabilitación cardiaca	169	316	2015
EPICONDILITIS	Utilidad de la ultrasonografía en el diagnóstico de dolor de codo secundario a plica sinovial	168	227	2015
EPIDEMIOLOGÍA	Incidencia de lesiones en jugadores de fútbol base: estudio prospectivo de dos temporadas	169	326	2015
ERGOMETRÍA	Comportamiento y dinámica de las ondas T vagotónicas en el deportista	169	331	2015
ERGONUTRICIÓN	La fatiga muscular en los deportistas: métodos físicos, nutricionales y farmacológicos para combatirla	165	36	2015

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
ESTRÉS	Relación entre ansiedad, estrés y lesiones en futbolistas federados	169	325	2015
EXAMEN	Fuerza en la región abdomino-lumbo-pélvica ¿Podemos monitorizar dicha variable?	169	322	2015
EXERCISE	Fetal and maternal heart rate responses to exercise in pregnant women. A randomized Controlled Trial	170	361	2015
FÁRMACOS	La fatiga muscular en los deportistas: métodos físicos, nutricionales y farmacológicos para combatirla	165	36	2015
FASCITIS PLANTAR	Relación de la postura del pie con las lesiones más frecuentes en atletas. Un estudio piloto	166	76	2015
FATIGA	Influencia de la competición en el dolor muscular percibido en árbitros de fútbol	169	320	2015
FATIGA MUSCULAR	Relación entre la fatiga muscular y variables interindividuales en corredores de maratón	169	324	2015
FIABILIDAD	Fuerza en la región abdomino-lumbo-pélvica ¿Podemos monitorizar dicha variable?	169	322	2015
FIBROMIALGIA	Regulación por el ejercicio físico del estado inflamatorio alterado: respuesta en pacientes con fibromialgia	167	136	2015
FISIOLOGÍA	El Triatlón y el control de la carga mediante la percepción del esfuerzo	167	164	2015
FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO	El fundamento de la fisiología del ejercicio	167	169	2015
FISIOTERAPIA	Efecto de la radiofrecuencia de hipertermia en la recuperación de corredores	169	322	2015
FISIS	Lesiones de estrés de la línea fisaria en jóvenes deportistas	165	32	2015
FRECUENCIA CARDIACA	Respuesta psicofisiológica en un salto táctico paracaidista a gran altitud. A propósito de un caso	167	144	2015
	Análisis de la carga interna en jugadores de baloncesto en silla de ruedas durante partidos de play-off	169	321	2015
FUERZA MUSCULAR	Efecto de un método de entrenamiento contrarresistencia en la capacidad funcional y calidad de vida de sujetos con Parkinson idiopático	166	70	2015
FUERZAS DE REACCIÓN	Diferencias en las fuerzas de reacción del suelo entre zapatillas de carrera con dos tipos de drop	170	382	2015
FÚTBOL	¿Tienen los niños futbolistas más varo de rodillas?	168	223	2015
	Tendencia al riesgo y lesiones en futbolistas	169	325	2015
	Relación entre ansiedad, estrés y lesiones en futbolistas federados	169	325	2015
	Incidencia de lesiones en jugadores de fútbol base: estudio prospectivo de dos temporadas	169	326	2015
FÚTBOL PROFESIONAL	Análisis comparativo de las demandas físicas de dos tareas de juego reducido en fútbol profesional	166	82	2015
FÚTBOL-11 FEMENINO	Evaluación de habilidades psicológicas en jugadoras de fútbol femenino. Influencia del nivel de práctica deportiva	169	315	2015
	Variación del clima motivacional percibido de orientación a la tarea y al ego en jugadoras de fútbol-11, a lo largo de una temporada	169	315	2015
GÉNERO	Conocimiento del dopaje entre adolescentes españoles. Diferencias en función del género	169	318	2015
GENÉTICA	Relación entre el genotipo ACTN3 y el daño muscular inducido por el ejercicio en maratonianos	169	329	2015
GENU VALGO	¿Tienen los niños futbolistas más varo de rodillas?	168	223	2015
GENU VARO	¿Tienen los niños futbolistas más varo de rodillas?	168	223	2015
GPS	Análisis comparativo de las demandas físicas de dos tareas de juego reducido en fútbol profesional	166	82	2015
GRASA CORPORAL	Composición corporal y actividad física en adolescentes con altas capacidades intelectuales	169	317	2015
GRASA CORPORAL	Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas	170	387	2015
HALO	Respuesta psicofisiológica en un salto táctico paracaidista a gran altitud. A propósito de un caso	167	144	2015
HEART RATE	Fetal and maternal heart rate responses to exercise in pregnant women. A randomized Controlled Trial	170	361	2015
HIPERTENSIÓN ARTERIAL	Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMED)	169	281	2015
HOCKEY HIERBA	Variabilidad en los indicadores antropométricos de adiposidad en jugadoras olímpicas de hockey hierba a lo largo de una temporada de competición	169	329	2015
INCIDENCIA	Incidencia de lesiones en jugadores de fútbol base: estudio prospectivo de dos temporadas	169	326	2015
INDICADOR ANTROPOMÉTRICO	Análisis antropométrico en varones infartados. El índice cintura-cadera sesga el riesgo de la obesidad abdominal	169	316	2015
INFARTO DE MIOCARDIO	Análisis antropométrico en varones infartados. El índice cintura-cadera sesga el riesgo de la obesidad abdominal	169	316	2015
INFLAMACIÓN	Regulación por el ejercicio físico del estado inflamatorio alterado: respuesta en pacientes con fibromialgia	167	136	2015
INMOVILIDAD	Cambios musculares en micro RNAs inducidos por un ejercicio de fuerza durante 90 días de inmovilidad	169	323	2015
INTENSIDAD	Análisis de la carga interna en jugadores de baloncesto en silla de ruedas durante partidos de play-off	169	321	2015
INTERVENCIÓN PSICOLÓGICA	Efecto del entrenamiento de fuerza y de la intervención psicológica en rehabilitación cardiaca	169	316	2015
ISQUEMIA	Efectos inmediatos sobre la potenciación post-activación utilizando oclusión parcial superimpuesta	170	368	2015
JUEGOS REDUCIDOS	Análisis comparativo de las demandas físicas de dos tareas de juego reducido en fútbol profesional	166	82	2015
JUGADORES DE FÚTBOL DE ÉLITE	Improvement of soccer nutrition knowledge about carbohydrates with posters	165	16	2015
LACTATO	Respuesta psicofisiológica en un salto táctico paracaidista a gran altitud. A propósito de un caso	167	144	2015
LESIÓN DEPORTIVA	Relación entre ansiedad, estrés y lesiones en futbolistas federados	169	325	2015
	Incidencia de lesiones en jugadores de fútbol base: estudio prospectivo de dos temporadas	169	326	2015
LESIONADOS MEDULARES	Diferencias de la densidad mineral ósea y composición mineral ósea en deportistas en silla de ruedas con lesión medular y polimielíticos	169	333	2015
LESIONES	Análisis de las lesiones en gimnastas de competición en tumbling	168	215	2015
	Tendencia al riesgo y lesiones en futbolistas	169	325	2015
LESIONES DEPORTIVAS EN NIÑOS	Lesiones de estrés de la línea fisaria en jóvenes deportistas	165	32	2015
LESIONES EN PIE	Relación de la postura del pie con las lesiones más frecuentes en atletas. Un estudio piloto	166	76	2015
LESIONES POR ESTRÉS	Lesiones de estrés de la línea fisaria en jóvenes deportistas	165	32	2015

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
LORDOSIS	Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedentación y máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en bailarinas	166	87	2015
LUMBALGIA	Factores relacionados con las lumbalgias en instructores de paracaidismo en el túnel del viento	167	149	2015
MADURACIÓN	Pico máximo de crecimiento en altura en canoístas infantiles de aguas tranquilas	169	334	2015
MARATÓN	Relación entre la fatiga muscular y variables interindividuales en corredores de maratón	169	324	2015
MARATÓN DE MONTAÑA	Estudio de la deshidratación y pérdida de peso durante una prueba de maratón de montaña	169	323	2015
MARCADORES CARDIACOS	Liberación de marcadores de daño cardiaco en adolescentes y adultos de ambos sexos	169	324	2015
MASA CORPORAL	Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas	170	387	2015
MASA MUSCULAR	Composición corporal y actividad física en adolescentes con altas capacidades intelectuales	169	317	2015
MASAJE	La fatiga muscular en los deportistas: métodos físicos, nutricionales y farmacológicos para combatirla	165	36	2015
MEDICINA AEROSPAZIAL	Factores relacionados con las lumbalgias en instructores de paracaidismo en el túnel del viento	167	149	2015
MEDICINA DEPORTIVA	La miocardiopatía no compactada en Medicina del Deporte. Revisión a propósito de un caso	169	329	2015
METABOLISMO	Effects of six weeks of moderate-intensity aerobic physical training on metabolic and body parameters of Wistar rats: a pilot study	165	25	2015
MÉTODO PILATES	Efectos de un programa de 6 semanas de duración en pacientes con dolencia lumbar inespecífica de tipo crónico. Intervención basada en el Método Pilates	169	321	2015
MÉTODOS	Valoración de la grasa corporal: ultrasonidos frente a sistemas de bioimpedancia tetrapolar y antropometría. Estudio piloto	165	20	2015
MÉTODOS FÍSICOS	La fatiga muscular en los deportistas: métodos físicos, nutricionales y farmacológicos para combatirla	165	36	2015
MIXOMA	Mixoma ventricular izquierdo en futbolista profesional	169	332	2015
MODELO ANIMAL	Effects of six weeks of moderate-intensity aerobic physical training on metabolic and body parameters of Wistar rats: a pilot study	165	25	2015
MONOCITOS	Regulación por el ejercicio físico del estado inflamatorio alterado: respuesta en pacientes con fibromialgia	167	136	2015
MORTALIDAD CARDIOVASCULAR	Relevancia actual de la capacidad aeróbica máxima en la práctica clínica	168	239	2015
MOTOR PERFORMANCE	Short-term adaptations in sedentary individuals during indoor cycling classes	170	374	2015
MUERTE SÚBITA	El desfibrilador semiautomático en los campos de fútbol de Baleares: una experiencia que salva vidas	169	325	2015
	Estudio multicéntrico forense de muerte súbita asociada al deporte	169	327	2015
	La miocardiopatía no compactada en Medicina del Deporte. Revisión a propósito de un caso	169	329	2015
MUJER EMBARAZADA	Exercise and depression in overweight and obese pregnant women: a randomised controlled trial	167	156	2015
MUSCLE FATIGUE	Short-term adaptations in sedentary individuals during indoor cycling classes	170	374	2015
MUSCULATURA	Cambios musculares en micro RNAs inducidos por un ejercicio de fuerza durante 90 días de inmovilidad	169	323	2015
MUSCULATURA ABDOMINO-LUMBOPÉLVICA	Fuerza en la región abdomino-lumbo-pélvica ¿Podemos monitorizar dicha variable?	169	322	2015
NATACIÓN	Liberación de marcadores de daño cardiaco en adolescentes y adultos de ambos sexos	169	324	2015
NEUTRÓFILOS	Regulación por el ejercicio físico del estado inflamatorio alterado: respuesta en pacientes con fibromialgia	167	136	2015
NUTRICIÓN	Improvement of soccer nutrition knowledge about carbohydrates with posters	165	16	2015
OBESIDAD	Exercise and depression in overweight and obese pregnant women: a randomised controlled trial	167	156	2015
	Análisis antropométrico en varones infartados. El índice cintura-cadera sesga el riesgo de la obesidad abdominal	169	316	2015
	Composición corporal y actividad física en adolescentes con altas capacidades intelectuales	169	317	2015
ORIENTACIÓN A LA TAREA	Variación del clima motivacional percibido de orientación a la tarea y al ego en jugadoras de fútbol-11, a lo largo de una temporada	169	315	2015
ORIENTACIÓN AL EGO	Variación del clima motivacional percibido de orientación a la tarea y al ego en jugadoras de fútbol-11, a lo largo de una temporada	169	315	2015
OSTEOARTRITIS	Suplementación con membrana de cáscara de huevo para tratar el dolor y la rigidez articular	169	333	2015
PARACAIDISMO	Factores relacionados con las lumbalgias en instructores de paracaidismo en el túnel del viento	167	149	2015
PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL	Niveles de adiposidad y otros parámetros antropométricos en futbolistas con discapacidad intelectual (Síndrome de Down) y parálisis cerebral infantil en competiciones de deporte adaptado	169	332	2015
PARÁMETROS SANGUÍNEOS	Influencia de un medio ironman en parámetros sanguíneos	165	10	2015
PARKOUR	Perfil antropométrico, condición física y diferencias por nivel de rendimiento en practicantes de Parkour	169	334	2015
PARTICIPACIÓN ACTIVIDAD DEPORTIVA	La miocardiopatía no compactada en Medicina del Deporte. Revisión a propósito de un caso	169	329	2015
PATOLOGÍA FORENSE	Estudio multicéntrico forense de muerte súbita asociada al deporte	169	327	2015
PERFIL LIPÍDICO	Efecto de un programa de ejercicio físico individualizado sobre el perfil lipídico en pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular	169	314	2015
PERFIL METABÓLICO	Effects of six weeks of moderate-intensity aerobic physical training on metabolic and body parameters of Wistar rats: a pilot study	165	25	2015
PERSONAS MAYORES	Efectos de un entrenamiento en Bosu® en personas mayores sobre la tensión arterial	169	317	2015
PESO	Estudio de la deshidratación y pérdida de peso durante una prueba de maratón de montaña	169	323	2015
PIRAGÜISMO	Pico máximo de crecimiento en altura en canoístas infantiles de aguas tranquilas	169	334	2015

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
PLANTILLAS CONFORMADAS	Valoración de campo del efecto de las plantillas de acomodación selectiva sobre la distribución de presiones plantares en ciclistas de élite	169	328	2015
PLICA RADIAL	Utilidad de la ultrasonografía en el diagnóstico de dolor de codo secundario a plica sinovial	168	227	2015
PLICA SINOVIAL	Utilidad de la ultrasonografía en el diagnóstico de dolor de codo secundario a plica sinovial	168	227	2015
PLIEGUES CUTÁNEOS	Valoración de la grasa corporal: ultrasonidos frente a sistemas de bioimpedancia terapolar y antropometría. Estudio piloto	165	20	2015
	Valoración de la masa grasa en futbolistas jóvenes de alto rendimiento: comparación de métodos antropométrico con absorcimétrica dual de rayos X (DEXA)	168	208	2015
PMSQ-2	Variación del clima motivacional percibido de orientación a la tarea y al ego en jugadoras de fútbol-11, a lo largo de una temporada	169	315	2015
POLIOMIELÍTICOS	Diferencias de la densidad mineral ósea y composición mineral ósea en deportistas en silla de ruedas con lesión medular y poliomielíticos	169	333	2015
PÓSTER VISUAL	Improvement of soccer nutrition knowledge about carbohydrates with posters	165	16	2015
POSTURA DEL PIE	Relación de la postura del pie con las lesiones más frecuentes en atletas. Un estudio piloto	166	76	2015
POTENCIA	Efecto de la potencia de pedaleo sobre las presiones plantares en ciclistas profesionales	169	328	2015
POTENCIA MUSCULAR	Efectos inmediatos sobre la potenciación post-activación utilizando oclusión parcial superimpuesta	170	368	2015
POTENCIACIÓN POST-ACTIVACIÓN	Efectos inmediatos sobre la potenciación post-activación utilizando oclusión parcial superimpuesta	170	368	2015
PREGNANCY	Fetal and maternal heart rate responses to exercise in pregnant women. A randomized Controlled Trial	170	361	2015
PRESCRIPCIÓN	Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMED)	169	281	2015
PRESIÓN ARTERIAL	Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMED)	169	281	2015
PRESIONES PLANTARES	Efecto de la potencia de pedaleo sobre las presiones plantares en ciclistas profesionales	169	328	2015
	Valoración de campo del efecto de las plantillas de acomodación selectiva sobre la distribución de presiones plantares en ciclistas de élite	169	328	2015
PREVENCIÓN	Análisis de las lesiones en gimnastas de competición en tumbling	168	215	2015
	Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMED)	169	281	2015
PROPIOCEPCIÓN	Protocolo piloto de readaptación tras fractura de tobillo a través del Stand Up Paddle: a propósito de un caso	169	326	2015
PROYECTO PILOTO	Efectos de un programa de promoción de actividad física en diferentes parámetros relacionados con la condición física y la salud	169	318	2015
PRUEBA DE ESFUERZO	Relevancia actual de la capacidad aeróbica máxima en la práctica clínica	168	239	2015
RABDOMIOLISIS	Relación entre el genotipo ACTN3 y el daño muscular inducido por el ejercicio en maratonianos	169	329	2015
RADIOFRECUENCIA	Efecto de la radiofrecuencia de hipertermia en la recuperación de corredores	169	322	2015
READAPTACIÓN	Protocolo piloto de readaptación tras fractura de tobillo a través del Stand Up Paddle: a propósito de un caso	169	326	2015
RECREACIÓN	Recomendaciones para un deporte recreacional saludable. Guía para práctica deportiva recreacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE)	169	275	2015
RECUPERACIÓN DEPORTIVA	La fatiga muscular en los deportistas: métodos físicos, nutricionales y farmacológicos para combatirla	165	36	2015
REGIÓN LUMBAR	Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedentación y máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en bailarinas	166	87	2015
REHABILITACIÓN CARDIACA	Análisis antropométrico en varones infartados. El índice cintura-cadera sesga el riesgo de la obesidad abdominal	169	316	2015
	Efecto del entrenamiento de fuerza y de la intervención psicológica en rehabilitación cardiaca	169	316	2015
RENDIMIENTO	Perfil antropométrico, condición física y diferencias por nivel de rendimiento en practicantes de Parkour	169	334	2015
RENDIMIENTO ACADÉMICO	La actividad física, la educación física y la condición física pueden estar relacionadas con el rendimiento académico y cognitivo en jóvenes. Revisión sistemática	166	100	2015
RENDIMIENTO COGNITIVO	La actividad física, la educación física y la condición física pueden estar relacionadas con el rendimiento académico y cognitivo en jóvenes. Revisión sistemática	166	100	2015
RENDIMIENTO FÍSICO	¿Tienen las bebidas energéticas efectos ergogénicos en el ejercicio físico?	168	231	2015
REPOLARIZACIÓN	Prevalencia de las alteraciones de la repolarización en el ECG de futbolistas profesionales	169	330	2015
	Comportamiento y dinámica de las ondas T vagotónicas en el deportista	169	331	2015
RESISTENCIA	El Triatlón y el control de la carga mediante la percepción del esfuerzo	167	164	2015
	Metodología de determinación de la transición aeróbica-anaeróbica en la evaluación funcional	170	395	2015
RESPUESTA CARDIOVASCULAR	El fundamento de la fisiología del ejercicio	167	169	2015
RESTRICCIÓN VASCULAR	Efectos inmediatos sobre la potenciación post-activación utilizando oclusión parcial superimpuesta	170	368	2015
RESPUESTA DEL SISTEMA NERVIOSO	El fundamento de la fisiología del ejercicio	167	169	2015
RESPUESTA METABÓLICA	El fundamento de la fisiología del ejercicio	167	169	2015
RESPUESTA RESPIRATORIA	El fundamento de la fisiología del ejercicio	167	169	2015
RESPUESTAS FISIOLÓGICAS	Análisis de la temperatura y el lactato en partidos de play-off en baloncesto en silla de ruedas	169	321	2015
REVISIÓN PREPARTICIPATIVA DEPORTIVA	Utilidad del electrocardiograma y del ecocardiograma en la revisión preparticipativa deportiva en adolescentes	169	316	2015

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
RIESGO CARDIOVASCULAR	Efecto de un programa de ejercicio físico individualizado sobre el perfil lipídico en pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular	169	314	2015
RIGIDEZ ARTICULAR	Suplementación con membrana de cáscara de huevo para tratar el dolor y la rigidez articular	169	333	2015
RNA	Cambios musculares en micro RNAs inducidos por un ejercicio de fuerza durante 90 días de inmovilidad	169	323	2015
RPE	El Triatlón y el control de la carga mediante la percepción del esfuerzo	167	164	2015
RUGBY FEMENINO	Características antropométricas, composición corporal y somatotipo de jugadoras de la División de Honor B de la Liga Nacional de Rugby Femenino	169	331	2015
SALTO PARACAIDISTA	Respuesta psicofisiológica en un salto táctico paracaidista a gran altitud. A propósito de un caso	167	144	2015
SALUD	Recomendaciones para un deporte recreacional saludable. Guía para práctica deportiva recreacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE)	169	275	2015
	Efectos de un programa de promoción de actividad física en diferentes parámetros relacionados con la condición física y la salud	169	318	2015
	Efecto residual del entrenamiento durante la adolescencia sobre la salud adulta en ciclistas aficionados	169	319	2015
SELECCIÓN OLÍMPICA FEMENINA	Variabilidad en los indicadores antropométricos de adiposidad en jugadoras olímpicas de hockey hierba a lo largo de una temporada de competición	169	329	2015
SÍNDROME DE DOWN	Niveles de adiposidad y otros parámetros antropométricos en futbolistas con discapacidad intelectual (Síndrome de Down y parálisis cerebral infantil en competiciones de deporte adaptado)	169	332	2015
SOBREPESO	Exercise and depression in overweight and obese pregnant women: a randomised controlled trial	167	156	2015
SOMATOTIPO	Características antropométricas, composición corporal y somatotipo de jugadoras de la División de Honor B de la Liga Nacional de Rugby Femenino	169	331	2015
SPRINT	Relaciones entre la capacidad de aceleración, cambio de dirección y resistencia en árbitros de fútbol	169	320	2015
STAND UP PADDLE	Protocolo piloto de readaptación tras fractura de tobillo a través del Stand Up Paddle: a propósito de un caso	169	326	2015
SUPLEMENTO DIETÉTICO	Suplementación con membrana de cáscara de huevo para tratar el dolor y la rigidez articular	169	333	2015
SUPLEMENTOS NUTRICIONALES	¿Tienen las bebidas energéticas efectos ergogénicos en el ejercicio físico?	168	231	2015
TAURINA	¿Tienen las bebidas energéticas efectos ergogénicos en el ejercicio físico?	168	231	2015
TENDENCIA AL RIESGO	Tendencia al riesgo y lesiones en futbolistas	169	325	2015
TENSIÓN ARTERIAL	Efectos de un entrenamiento en Bosu® en personas mayores sobre la tensión arterial	169	317	2015
TEST DE LOS 6 MINUTOS	Efecto de un programa de ejercicio físico individualizado sobre el perfil lipídico en pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular	169	314	2015
TEST DE PROVOCACIÓN	Disnea de esfuerzo: asma o disfunción cuerdas vocales. Diagnóstico diferencial. A propósito de un caso	169	327	2015
TIEMPO DE REACCIÓN	Efectos del entrenamiento vibratorio sobre tiempo de reacción de la musculatura estabilizadora del tobillo	169	330	2015
TIEMPO LIBRE	Incidencia realización de actividad física en el tiempo libre sobre el conocimiento del dopaje	169	318	2015
TOBILLO	Protocolo piloto de readaptación tras fractura de tobillo a través del Stand Up Paddle: a propósito de un caso	169	326	2015
	Efectos del entrenamiento vibratorio sobre tiempo de reacción de la musculatura estabilizadora del tobillo	169	330	2015
TORÁCICA	Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedentación y máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en bailarinas	166	87	2015
TRAMPOLÍN	Análisis de las lesiones en gimnastas de competición en tumbling	168	215	2015
TRATAMIENTO	Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMED)	169	281	2015
TRIATLÓN	Influencia de un medio ironman en parámetros sanguíneos	165	10	2015
TUMBLING	Análisis de las lesiones en gimnastas de competición en tumbling	168	215	2015
TUMOR	Mixoma ventricular izquierdo en futbolista profesional	169	332	2015
TÚNEL DEL VIENTO	Factores relacionados con las lumbalgias en instructores de paracaidismo en el túnel del viento	167	149	2015
UMBRAL LÁCTICO	Metodología de determinación de la transición aeróbica-anaeróbica en la evaluación funcional	170	395	2015
UMBRAL VENTILATORIO	Metodología de determinación de la transición aeróbica-anaeróbica en la evaluación funcional	170	395	2015
VAGOTONÍA	Comportamiento y dinámica de las ondas T vagotónicas en el deportista	169	331	2015
VENTRÍCULO IZQUIERDO	Mixoma ventricular izquierdo en futbolista profesional	169	332	2015
VIBRACIÓN	Efectos del entrenamiento vibratorio sobre tiempo de reacción de la musculatura estabilizadora del tobillo	169	330	2015
WOMAC	Suplementación con membrana de cáscara de huevo para tratar el dolor y la rigidez articular	169	333	2015
ZAPATILLAS	Diferencias en las fuerzas de reacción del suelo entre zapatillas de carrera con dos tipos de drop	170	382	2015
α-ACTININA	Relación entre el genotipo ACTN3 y el daño muscular inducido por el ejercicio en maratonianos	169	329	2015

Índice de autores 2015

Autor	Número	Página	Año	Autor	Número	Página	Año	Autor	Número	Página	Año
A				CÁMARA, J	167	164	2015	FERNÁNDEZ, R	169	323	2015
ABELLÁN-AYNÉS, O	169	334	2015	CÁMARA, J	169	320	2015	FOUREAUX, RdeC	165	25	2015
ABIÁN-VICÉN, J	165	10	2015	CANDIA-LUJÁN, R	170	387	2015	FRANCO BONAFONTE, L	169	281	2015
AGUADO-JIMÉNEZ, R	169	333	2015	CÁRDENAS, A	169	330	2015	FRANCO, L	169	314	2015
AGUIRRE GONZÁLEZ, A	169	333	2015	CÁRDENAS, A	169	331	2015	FRANCO, L	169	327	2015
ALACID CÁRCELES, J	169	275	2015	CARNERO, EA	169	333	2015	G			
ALACID, F	166	87	2015	CARRASCO-POYATOS, M	167	149	2015	GALLO-SALAZAR, C	165	10	2015
ALACID, F	169	334	2015	CARRILLO DE ALBORNOZ, M	169	333	2015	GALLO-SALAZAR, C	169	324	2015
ALONSO-AUBIN, DA	170	387	2015	CASTELLANOS-GARCÍA, L	169	329	2015	GALLO-SALAZAR, C	169	329	2015
ALVAREDO-MATEOS, MA	167	149	2015	CASTILLO, D	169	320	2015	GARCÍA ELORZA, I	169	323	2015
ÁLVAREZ, G	169	316	2015	CASTRO, D	169	332	2015	GARCÍA SALVADOR, JJ	166	94	2005
ÁLVAREZ, J	169	318	2015	CHIACCHIO SIEIRA, M	168	239	2015	GARCÍA, J	169	330	2015
ÁLVAREZ, M	169	316	2015	CHULVI-MEDRANO, I	170	368	2015	GARCÍA, J	169	331	2015
ALVERO-CRUZ, JR	169	333	2015	CLEMENTE-SUÁREZ, VJ	167	144	2015	GARCIA, N	168	208	2015
AMESTOY, J	165	32	2015	CONDE, MA	166	100	2005	GARCÍA-CUENLLAS, ML	169	314	2015
ANDRADE, EF	165	25	2015	CONEJOS, C	165	16	2015	GARCÍA-ROMERO, JC	169	333	2015
ARECES CORCUERA, F	165	10	2015	CORDERO, Y	167	156	2015	GARCÍA-TABAR, I	169	333	2015
ARECES, F	169	324	2015	CORTELL-TORMO, JM	170	368	2015	GARNACHO-CASTAÑO, MV	170	395	2015
ARECES, F	169	329	2015	COSTA E	170	374	2015	GAZTAÑAGA AURREKOETXEA, T1	169	275	2015
ARMENTIA, I	165	36	2015	COSTA, F	170	374	2015	GAZTAÑAGA AURREKOETXEA, T1	169	281	2015
ARRATIBEL IMAZ, I	169	323	2015	COSTA MOREIRA, O	170	387	2015	GIL NOGUÉS, J	169	315	2015
ARRIAZA, A	165	32	2015	CUENCIA, E	169	316	2015	GIL QUINTANA, E	169	333	2015
ARRIAZA, R	165	32	2015	CUEVAS GARCÍA, JC	166	76	2015	GIL, J	169	322	2015
ARRIETA, H	169	322	2015	CUEVAS GARCÍA, JC	170	382	2015	GIL, S	169	318	2015
ARRIETA, J	169	327	2015	CUSSÓ, R	169	323	2015	GIL, SM	169	322	2015
B				D				GINER, A	165	16	2015
BALAÑA, O	169	326	2015	DE ANDRADE FERNANDES, A	168	231	2015	GINER, J	169	327	2015
BARAJAS, MA	169	333	2015	DE BERNARDO TEJEDOR, N	169	315	2015	GÓMEZ GONZÁLEZ, MA	166	76	2015
BARAKAT, R	167	156	2015	DE MELO DOS SANTOS, R	170	374	2015	GÓMEZ GONZÁLEZ, MA	170	382	2015
BARAKAT, R	170	361	2015	DE TERESA GALVÁN, C	169	275	2015	GÓMEZ-DURÁN, R	166	87	2015
BARCA, FJ	169	316	2015	DE TERESA GALVÁN, C	169	281	2015	GÓMEZ-PAVÓN, J	169	317	2015
BARÓN, I	169	316	2015	DE PAZ, JA	170	387	2015	GÓMEZ-ZORITA, S	165	36	2015
BARRENA-MONTALVO, R	169	333	2015	DEL CAMPO-VECINO, J	166	82	2015	GONÇALVES SILVA, R	168	231	2015
BARRENETXEA, I	169	321	2015	DEL COSO GARRIGÓS, J	165	10	2015	GONDRA DEL RÍO, J	169	275	2015
BARRIENTOS, O	169	325	2015	DEL COSO, J	169	324	2015	GONZÁLEZ, AJ	169	314	2015
BARRIGA-MARTÍN, A	168	227	2015	DEL COSO, J	169	329	2015	GONZÁLEZ-MILÁN, C	165	10	2015
BARRIOS PITARQUE, C	169	315	2015	DEL ESTAL, V	169	332	2015	GRANADOS, C	169	321	2015
BARRIOS, C	169	328	2015	DEL VALLE SOTO, M	169	275	2015	GUERRERO, M	169	323	2015
BARRIOS, C	169	329	2015	DEL VALLE SOTO, M	169	281	2015	GUTIÉRREZ, S	169	316	2015
BARRIOS, C	169	331	2015	DIEZ, C	169	317	2015	H			
BARRIOS, C	169	332	2015	DOMÍNGUEZ, R	170	395	2015	HEREDIA JIMÉNEZ, J	165	20	2015
BEDA, A	170	374	2015	DOMÍNGUEZ-BUENO, P	169	319	2015	HERNÁNDEZ, JM	169	314	2015
BENET, I	169	331	2015	DOMÍNGUEZ-BUENO, P	169	324	2015	HERNÁNDEZ-PUIGGRÓS, P	169	326	2015
BIDAURRAZAGA-LETONA, I	169	322	2015	DUÑABEITIA, I	169	322	2015	HORMAZÁBAL, A	169	317	2015
BIKANDI, E	169	322	2015	E				HUERTAS, F	169	328	2015
BLANCO, P	169	321	2015	ELÍAS, V	169	316	2015	I			
BODEGAS, A	169	327	2015	ESAIN, I	169	318	2015	IBÁÑEZ LEÓN, A	168	223	2015
BORREGA, A	169	326	2015	ESCRIVÁ, D	169	331	2015	IDIAZABAL, U	169	316	2015
BOTE ME	167	136	2015	ESCRIVÁ, D	169	332	2015	IRAZUSTA, J	169	318	2015
BOUFFARD, A	168	227	2015	ESPARZA-ROS, F	166	87	2015	IRAZUSTA, J	169	322	2015
BOUZAS MARINS, JC	168	231	2015	ESTEBAN, P	169	330	2015	IRIMIA, JM	169	323	2015
C				ETXALEKU, S	169	322	2015	ISORNA, M	169	334	2015
CABANES MARTIN, T	169	325	2015	F				ITURRICASTILLO, A	169	321	2015
CABAÑAS, MD	169	316	2015	FAYAD, Y	169	332	2015	IZQUIERDO, M	169	322	2015
CADEFAU, JA	169	323	2015	FEBLES, L	169	315	2015	IZQUIERDO, M	169	333	2015
CALDERÓN MONTERO, FJ	167	169	2015	FEBLES, T	169	314	2015	J			
CALLEGARI, B	170	374	2015	FERNÁNDEZ ABDALA, F	168	223	2015	JIMÉNEZ DÍAZ, F	168	227	2015
CALLEJA-GONZÁLEZ, J	167	164	2015	FERNÁNDEZ CAMPOS, FJ	169	315	2015				

Autor	Número	Página	Año
JIMÉNEZ ZUMBADO, WA	166	70	2015
JIMÉNEZ, JF	169	330	2015
JIMÉNEZ, O	169	316	2015
L			
LABORDA, JL	169	327	2015
LARA LÓPEZ, B	165	10	2015
LARA, B	169	324	2015
LARA, B	169	329	2015
LEGAZ-ARRESA, A	169	324	2015
LEKUONA, I	169	316	2015
LEOZ-ABAUAREA, I	169	333	2015
LISENKO, KG	165	25	2015
LIZANA, PA	169	317	2015
LIZONDO, V	169	332	2015
LOBATO, RV	165	25	2015
LOMAS-ALBALADEJO, JL	167	149	2015
LÓPEZ CAMACHO, R	167	149	2015
LÓPEZ DEL CAMPO, R	169	324	2015
LÓPEZ DEL CAMPO, R	169	329	2015
LÓPEZ MORALES, M	168	223	2015
LÓPEZ-BEDOYA, J	168	215	2015
LÓPEZ-MIÑARRO, PA	166	87	2015
LÓPEZ-MIÑARRO, PA	169	334	2015
LÓPEZ-PLAZA, D	169	334	2015
LÓPEZ-SILVARREY, F	169	329	2015
LUCENA, J	169	327	2015
LUCIA, A	167	156	2015
LUCIA, A	170	361	2015
LUENGO FERNÁNDEZ, E	169	275	2015
LUENGO FERNÁNDEZ, E	169	281	2015
LUENGO FERNÁNDEZ, E	170	359	2015
M			
MAGRIÑA, J	169	326	2015
MALLOL, M	167	164	2015
MANIGLIA DE RESENDE, M	170	374	2015
MANONELLES MARQUETA, P	169	275	2015
MANONELLES MARQUETA, P	169	281	2015
MANONELLES, P	169	318	2015
MAÑES, J	165	16	2015
MARCH, J	169	329	2015
MARÍ MARTORELL, J	169	325	2015
MARÍ SOLIVELLAS, B	169	325	2015
MARTÍ, C	169	326	2015
MARTÍN CASTELLANOS, P	169	316	2015
MARTÍN-CASTELLANOS, A	169	316	2015
MARTÍNEZ GONZÁLEZ-MORO, I	167	149	2015
MARTÍNEZ NOVA, A	166	76	2015
MARTÍNEZ NOVA, A	170	382	2015
MARTÍNEZ ROMERO, JL	168	227	2015
MARTÍNEZ ROMERO, JL	169	275	2015
MARTÍNEZ, F	169	330	2015
MARTÍNEZ-RUIZ, E	166	87	2015
MARTÍNEZ-SANZ, JM	165	36	2015
MATEOS, S	170	361	2015
MATÉ-MUÑOZ, JL	170	395	2015
MAYOLAS-PI, C	169	319	2015
MEDINA, A	169	330	2015
MEDINA, A	169	331	2015
MEJUTO, G	167	164	2015
MIELGO-AYUSO, J	165	36	2015
MÍNGUEZ, M	169	316	2015
MIÑARRO, C	169	326	2015
MOLINA, P	169	327	2015
MONTÁÑEZ-TOLEDO, P	167	144	2015
MONTOYA, JJ	169	317	2015

Autor	Número	Página	Año
MONTERRAT GONZÁLEZ, CA	166	70	2015
MORAGA TORRES, F	168	223	2015
MORENTIN, B	169	327	2015
MORILLAS, M	169	316	2015
MURILLO, V	169	318	2015
MUYOR, JM	166	87	2015
MUYOR, JM	169	334	2015
N			
NARANJO ORELLANA, J	169	275	2015
NAVARRO, D	169	328	2015
NEVADO-GARROSA, F	166	82	2015
NOVIALS, A	169	323	2015
NUVIALA, A	169	318	2015
NUVIALA, R	169	318	2015
O			
OLIETE, E	169	318	2015
OLMEDILLA, A	169	325	2015
ORANTES GONZÁLEZ, E	165	20	2015
ORDÓÑEZ, FJ	169	333	2015
ORLANDO DR	165	25	2015
ORTEGA, E	167	136	2015
ORTEGA, E	169	325	2015
OTERO, M	169	318	2015
OTONES, J	169	332	2015
OYÓN, P	169	314	2015
OYÓN, P	169	327	2015
OZOLS ROSALES, MA	166	70	2015
P			
PABLÓS, C	169	331	2015
PADRÓN, C	169	314	2015
PALACIO GIL-ANTUÑANO, N	169	275	2015
PALOMO, I	169	330	2015
PALUZIE, G	169	326	2015
PEREDES-HERNÁNDEZ, V	166	82	2015
PÁRRIZAS, M	169	323	2015
PATROCINIO DE OLIVEIRA, CE	170	387	2015
PEÑALILLO, L	168	208	2015
PERALES, M	167	156	2015
PERALES, M	170	361	2015
PEREIRA, ANdeJ	165	25	2015
PEREIRA, JC	168	231	2015
PEREIRA, LJ	165	25	2015
PÉREZ MUÑOZ, J	166	76	2015
PÉREZ-ENCINAS, C	169	329	2015
PICÓN, M	170	368	2015
POMÉS, T	169	326	2015
PUENTES-GUTIÉRREZ, AB	168	227	2015
PUENTES-GUTIÉRREZ, R	168	227	2015
Q			
QUINTANA CASANOVA, C	169	331	2015
QUINTANA, C	169	330	2015
R			
RAMÍREZ GALLEGOS, A	169	325	2015
RAMÍREZ GALLEGOS, I	169	325	2015
RAMÍREZ MAC-LEAN, C	168	223	2015
RAMÍREZ MANENT, JI	169	325	2015
RAMÍREZ, C	169	330	2015
RAMOS-ÁLVAREZ, JJ	169	329	2015
REYES-LAREDO, F	169	333	2015
RIAL, T	170	368	2015
RIVED-DOMÍNGUEZ, R	169	319	2015
RIVED-DOMÍNGUEZ, R	169	324	2015

Autor	Número	Página	Año
ROBLES-PÉREZ, JJ	167	144	2015
RODRÍGUEZ-LÓPEZ, A	169	314	2015
RODRÍGUEZ-PÉREZ, M	170	368	2015
ROGATTO, GP	165	25	2015
ROJAS, NA	168	215	2015
RUBIO, FJ	169	314	2015
RUBIO, FJ	169	327	2015
RUIZ LLORIS, JJ	170	382	2015
RUIZ-VICENTE, D	165	10	2015
RUIZ-VICENTE, D	169	324	2015
RUIZ-VICENTE, D	169	329	2015
S			
SÁEZ, C	168	208	2015
SALINERO MARTÍN, JJ	165	10	2015
SALINERO, JJ	169	324	2015
SALINERO, JJ	169	329	2015
SÁNCHEZ-GUZMÁN, R	169	325	2015
SANZ, I	170	361	2015
SEPEDA SARAIVA, T	170	374	2015
SERRANO REYES, A	168	223	2015
SERRANO-GISBERT, MF	167	149	2015
SESMA, I	169	322	2015
SETUAIN, I	169	322	2015
SETUAIN, I	169	333	2015
SIERRA-GUZMÁN, R	169	330	2015
SILLERO QUINTANA, M	168	231	2015
SILVA CARVALHO, NC	170	374	2015
SILVA, V DE O	165	25	2015
SORIANO SEGARRA, MLL	165	10	2015
SORIANO, JM	165	16	2015
T			
TEJADA MEDINA, V	165	20	2015
TEJERO-GONZÁLEZ, CM	166	82	2015
TERCEDOR, P	166	100	2005
TESCH, P	169	323	2015
TORRES-UNDA, J	169	322	2015
U			
URDAMPILLETA, A	165	36	2015
URKULLU, A	169	316	2015
V			
VALERO, FA	169	314	2015
VALERO-URBANEJA, M	169	324	2015
VALERO-URBANEJA, M	169	329	2015
VAQUERO CRISTOBAL, R	166	87	2015
VAQUERO-CRISTÓBAL, R	169	334	2015
VARGAS, M	167	156	2015
VARGAS, M	170	361	2015
VEGA-FERNÁNDEZ, G	169	317	2015
VENTAJA CRUZ, J	165	20	2015
VERA, P	169	328	2015
VERNETTA, M	168	215	2015
VILLALÓN, JM	169	332	2015
Y			
YANCI, J	167	164	2015
YANCI, J	169	320	2015
YANCI, J	169	321	2015
YÁÑEZ, R	168	208	2015
Z			
ZAHONERO, J	169	328	2015
ZAPATA, D	168	208	2015
ZORIO, E	169	327	2015
ZÚÑIGA DURAN, C	166	70	2015

Lista de revisores evaluadores externos de los artículos recibidos en 2015 en Archivos

- Aguado Jodar, Xavier (*Universidad de Castilla-La Mancha*)
Álvarez Rey, Guillermo (*Centro Médico del Ejercicio AMS. Málaga*)
Alvear Ordenes, Ildefonso (*Universidad de León*)
Arboleda Franco, Santiago Adolfo (*Universidad del Valle. Colombia*)
Arcodia, José Luis (*Argentina*)
Ayala Rodríguez, Francisco (*Universidad Miguel Hernández. Elche*)
Baiget Vidal, Ernest (*Universidad de Vic. Barcelona*)
Barriga Martín, Andrés (*Universidad Castilla la Mancha*)
Bertoncello, Dernival (*Universidade Federal do Triangulo Mineiro. Brasil*)
Borba Neves, Eduardo (*Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Brasil*)
Calleja-González, Julio (*Universidad de Zagreb*)
Canda Moreno, Alicia (*Consejo Superior de Deportes. Madrid*)
Carmenate Moreno Margarita (*Universidad Autónoma de Madrid*)
Carrasco Molinillo, María del Carmen (*Universidad de Cádiz*)
Casais Martínez, Luis (*Universidad de Vigo*)
Contreras Fernández, Carlos (*Universidad Católica San Antonio. Murcia*)
Correa Bautista, Jorge Enrique (*Universidad del Rosario. Bogotá. Colombia*)
De la Cruz Márquez, Juan Carlos (*Universidad de Granada*)
De Rose, Eduardo Henrique (*Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil*)
Escobar Molina, Raquel (*Universidad de Granada*)
Escoda Mora, Jaume (*Consell Català de l'Esport. Barcelona*)
Farinola, Martín (*Argentina*)
Feriche Fernández-Castany, María Belén (*Universidad de Granada*)
Fernández García, Benjamín (*Universidad de Oviedo*)
Fernandez Perez, Ricardo (*Universidad Federal de Paraná. Brasil*)
Gijón Noguero, Gabriel (*Universidad de Málaga*)
González de la Rubia, Ángel (*Presidente de AEPODE*)
Gutiérrez Ortega, Fernando (*Club de Fútbol Banijyas. Abu Dhabi*)
Gutiérrez Sainz, Ángel (*Universidad de Granada*)
Hernández García, Raquel (*Murcia*)
Holway, Francis (*Club Atlético River Plate, Argentina*)
Iturricastillo Urteaga, Aitor (*Universidad del País Vasco*)
Jiménez Mangas, Ricardo (*Federación Vasca de Atletismo. San Sebastián*)
Jiménez-Reyes, Pedro (*Universidad Católica de Murcia*)
Llopis Goig, Ramón (*Universidad de Valencia*)
López Miñarro, Pedro Ángel (*Universidad de Murcia*)
López-Vidriero, Emilio (*Sevilla*)
Luque Rubia, Antonio (*Universidad Católica San Antonio Murcia*)
Manuz González, Begoña (*Centro de Medicina Deportiva. Torrelavega-Cantabria*)
Martínez de Haro, Vicente (*Universidad Autónoma de Madrid*)
Mascarhenas, Luis Paulo (*Universidade Estadual do Oeste do Parana. Brasil*)
Méndez de Pérez, Betty (*Universidad Central de Venezuela*)
Montero Méndez, Javier (*Universidad de Oviedo*)
Montiel Gámez, Pedro (*Universidad de Málaga*)
Montoya Miñano, Juan José (*Universidad Alfonso X el Sabio de Madrid*)
Moreno Arroyo, M. Perla (*Universidad de Extremadura*)
Moreno Pascual, Carlos (*Universidad de Salamanca*)
Morillas Ruiz, Juana M^a (*Universidad Católica San Antonio. Murcia*)
Munguía Izquierdo, Diego (*Universidad Pablo de Olavide. Sevilla*)
Nuviala Nuviala, Alberto (*Universidad Pablo de Olavide. Sevilla*)
Oliva Pascual-Vaca, Jesús (*Centro de Estudios Frco. Maldonado, adscr. Univ. Sevilla*)
Olmedillas Fernández, Hugo (*Universidad de Oviedo*)
Pérez Llamas, Francisca (*Universidad de Murcia*)
Pinto Guesdes, Dartagnan (*Universidade Norte do Paraná - UNOPAR - Brasil*)
Prieto Saborit, José Antonio (*Universidad de Oviedo*)
Ramírez Parenteau, Christophe (*Director Servicios Médicos RFEA. Madrid*)
Redkva, Paulo Eduardo (*Paulista State University. Brasil*)
Rodrigues Añez, Ciro Romelio (*Universidad Tecnológica Federal do Paraná. Brasil*)
Rosa, Guilherme (*Universidade Castelo Branco. Brasil*)
San Juan Ferrer, Alejandro (*Universidad Pública de Navarra*)
Santana Pinto, Stephanie (*Universidad Federal de Pelotas. Brasil*)
Santonja Medina, Fernando (*Universidad de Murcia*)
Saunier, Ghislain (*Instituto de Ciencias Biológicas. Campus Univ. de Guamá. Brasil*)
Sebastián Guerrero, M^a Victoria (*Centro Universitario de la Defensa. Zaragoza*)
Secades Villa, Roberto (*Universidad de Oviedo*)
Tarrega Tarrero, Luis (*Director médico ASISA. Valencia*)
Til Pérez, Luis (*CAR de Sant Cugat. Barcelona*)
Tuero del Prado, Concepción (*Inst. Nnal, de CC. De la Act. Fís. y del Deporte. León*)
Turmo Garuz, Antonio (*C.A.R.-San Cugat. Barcelona*)
Ureña Durán, Rosario (*Federación Española de Baloncesto*)
Valle López, Javier (*Escuela de Espec. de Med. Ed. Física y el Deporte. Barcelona*)
Verdugo Miranda, Francisco (*Centro de Alto Rendimiento. CAR. Chile*)
Vicente Rodríguez, Germán (*Universidad de Zaragoza*)

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

Normas de publicación de Archivos de Medicina del Deporte

La Revista ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE (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 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 05/01/2004).
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/>.

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**





12
meses
1 inyección

1 ÚNICA INYECCIÓN que ha demostrado
12 MESES DE ALIVIO significativo del dolor
en pacientes con osteoartritis de rodilla¹

SYNVISC ONE
HYLAN G-F 20

SANOFI