

Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte



ORIGINALES

Estudio de alta prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares: estudiantes de 11 a 16 años de Cáceres-España y Paranaíba-Brasil

Study on the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps between schoolchildren who practise different sports

Upper body injuries and Key Performance Indicators in professional basketball players

Efectos analgésicos del ejercicio físico en pacientes con dolor crónico musculoesquelético durante el confinamiento por la pandemia COVID-19

Perfil de composición corporal en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas

ARTÍCULO ESPECIAL

Medical arguments for and against the liberalization of doping

REVISIONES

Ejercicio físico intradialítico en la enfermedad renal crónica: Revisión sistemática sobre los resultados de salud

Deterioro funcional hospitalario y posibles intervenciones desde la actividad física, una revisión de la literatura



ANALIZADOR PORTÁTIL DE LACTATO **Lactate Scout 4**



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

Nuevas Características

- Memoria de hasta 500 resultados
- Nueva pantalla para facilitar la visualización
- Diseño más pequeño, más ligero, más robusto
- **Gran Conectividad:**
 - *Conexión a monitores de ritmo cardíaco compatibles*
 - *App Android disponible próximamente*



OTROS ANALIZADORES A LA VENTA EN BIOLASTER

ANALIZADOR DE HEMOGLOBINA DIASPECT

- Resultados en tan solo 1 segundo aproximadamente
- No necesita calibración adicional
- Verificación automática entre mediciones
- Microcubetas con una larga vida útil: 2,5 años desde fecha de producción
- Volumen de la muestra: 10 µl
- No necesita mantenimiento
- Conexión a un PC mediante USB 2.0 o Bluetooth (opcional)



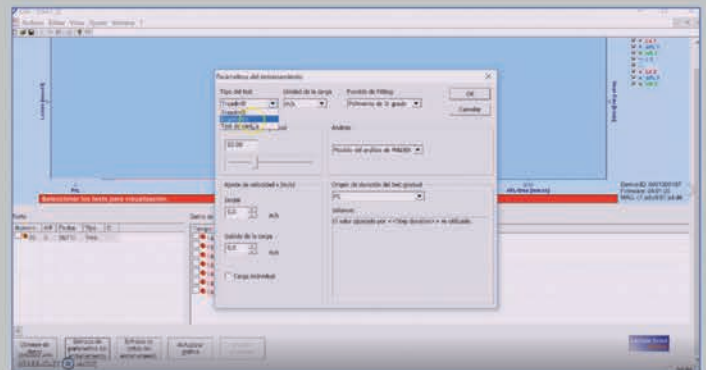
ANALIZADOR DE HEMOGLOBINA HEMOCONTROL

- Pantalla táctil retroiluminada
- Resultados de hemoglobina y estimación del hematocrito de una muestra en 25-60 segundos
- Volumen de muestra de 8µl
- No necesita mantenimiento. Autocomprobación automática
- Batería recargable interna (100 horas)
- Almacena hasta 4.000 resultados
- Conexión al PC mediante cable USB



HEMOGLOBINA GLICOSILADA QUOLAB

- Se requiere 4 µl de sangre total, capilar o venosa
- Colector de sangre innovador permite el muestreo sencillo y consistente
- Resultados en 4 minutos
- Metodología: Afinidad al boronato (reconocido como libre de interferencias)
- Incluye lector de códigos de barras para escanear datos de calibración, ID del paciente y operador
- Almacena hasta 7.000 resultados
- Puerto USB



BIOLaster 
www.biolaster.com

943 300 813

639 619 494





Sociedad Española de Medicina del Deporte

Junta de Gobierno

Presidente:

Pedro Manonelles Marqueta

Vicepresidente:

Carlos de Teresa Galván

Secretario General:

Luis Franco Bonafonte

Tesorero:

Javier Pérez Ansón

Vocales:

Miguel E. Del Valle Soto

José Fernando Jiménez Díaz

Juan N. García-Nieto Portabella

Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea

José Naranjo Orellana

Edita

Sociedad Española de Medicina del Deporte

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

Tel. +34 976 02 45 09

femede@femede.es

www.femede.es

Correspondencia:

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

archmeddeporte@semede.es

<http://www.archivosdemedicinadeldeporte.com/>

Publicidad

ESMON PUBLICIDAD

Tel. 93 2159034

Publicación bimestral

Un volumen por año

Depósito Legal

Zaragoza. Z 988-2020

ISSN

0212-8799

SopORTE válido

Ref. SVR 389

Indexada en:

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

La dirección de la revista no acepta responsabilidades derivadas de las opiniones o juicios de valor de los trabajos publicados, la cual recaerá exclusivamente sobre sus autores.

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

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

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

Archivos de medicina del deporte

Revista de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

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

Director

Pedro Manonelles Marqueta

Editor

Miguel E. Del Valle Soto

Administración

Melissa Artajona Pérez

Adjunto a dirección

Oriol Abellán Aynés

Comité Editorial

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



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA



AEPSAD
AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN
DE LA SALUD EN EL DEPORTE

ANALIZADOR de LACTATO

LACTATE PLUS



CÓMODO

El analizador Lactate Plus no necesita calibración

RÁPIDO

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

PRECISO

Numerosos estudios demuestran la exactitud del Lactate Plus

ECONÓMICO

Coste por Análisis significativamente más bajo que en otras marcas




Novedades principales:

- ✓ Pantalla a color
- ✓ Nuevo diseño ergonómico anti-deslizante
- ✓ Integra un botón para extraer la tira reactiva
- ✓ Utiliza dos pilas AAA



Disponible maletín



619 284 022 

Laktate

www.laktate.com

Archivos

de medicina del deporte

Volumen 37(6) - Núm 200. Noviembre - Diciembre 2020 / November - December 2020

Sumario / Summary

Editorial

Jump training in sports medicine

Entrenamiento de salto en medicina deportiva

Rodrigo Ramirez-Campillo 368

Originales / Original articles

Estudio de alta prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares: estudiantes de 11 a 16 años de Cáceres-España y Paranaíba-Brazil ***High prevalence study of cardiovascular risk factors: students from 11 to 16 years old from Cáceres-Spain and Paranaíba-Brazil***

Walcir Ferreira-Lima, Sílvia B Silva-Lima, Flávia E. Bandeira-Lima, Felipe Bandeira-Lima, Amanda Santos, Alynne C. Andaki, Jorge Mota, Carlos A. Molena-Fernandes, Juan P. Fuentes 372

Study on the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps between schoolchildren who practise different sports ***Estudio sobre las diferencias en ecografía cuantitativa del cuádriceps entre escolares practicantes de diferentes modalidades deportivas***

Juan C. Giraldo García, Alex N. Meneses Oquendo, Elena Hernández Hernández 379

Upper body injuries and Key Performance Indicators in professional basketball players

Lesiones de la parte superior del cuerpo e indicadores clave de rendimiento en jugadores profesionales de baloncesto

Álvaro Bustamante-Sánchez, Juan J. Salinero, Juan Del Coso 387

Efectos analgésicos del ejercicio físico en pacientes con dolor crónico musculoesquelético durante el confinamiento por la pandemia COVID-19

Analgesic effects of physical exercise in patients with chronic musculoskeletal pain during confinement by the COVID-19 pandemic

Jaime Salom Moreno, Sandra Sánchez Jorge, Davinia Vicente Campos, Luis A. Berlanga 393

Perfil de composición corporal en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas

Body Composition Profile of Children and Youth Speed Skaters

Jesús L. Lozada-Medina, José R. Padilla-Alvarado 398

Artículo especial / Special article

Medical arguments for and against the liberalization of doping

Argumentos médicos a favor y en contra de la liberalización del dopaje

Pedro Manonelles Marqueta, Carlos De Teresa Galván, José Antonio Lorente Acosta, Juan José Rodríguez Sendín, Serafín Romero Agüit, José Luis Terreros Blanco 406

Revisiones / Reviews

Ejercicio físico intradialítico en la enfermedad renal crónica: Revisión sistemática sobre los resultados de salud

Intradialytic physical exercise in chronic kidney disease: a systematic review of health outcomes

Diego Fernández-Lázaro, Juan Mielgo-Ayuso, María Paz Lázaro Asensio, Alfredo Córdova Martínez, Alberto Caballero-García, César I. Fernández-Lázaro 419

Deterioro funcional hospitalario y posibles intervenciones desde la actividad física, una revisión de la literatura

Functional decline and possible interventions from physical activity, a review of the literature

Bethia Pacheco, Luis Carlos Venegas-Sanabria, Diego A. Chavarro-Carvajal 430

XVIII Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte 436

Libros / Books 438

Agenda / Agenda 439

Índices año 2020 441

Revisores 2020 453

Normas de publicación / Guidelines for authors 454

Jump training in sports medicine

Entrenamiento de salto en medicina deportiva

Rodrigo Ramirez-Campillo

Department of Physical Activity Sciences. Universidad de Los Lagos. Santiago. Chile. Centro de Investigación en Fisiología del Ejercicio. Facultad de Ciencias. Universidad Mayor. Santiago. Chile.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00010

Through evolution, several animal species, including humans, have evolved the ability to jump. Indeed, jumping actions are common for mammals, reptiles, and insects, among others. For humans, jumping allow them to perform a wide range of activities, from dancing to moon exploration. From a sports medicine perspective, jumps have been used by athletes as a training method in preparation for competitions at least in the last 3,000 years¹.

Jump training exercises

Jump training exercises (JTE) involves multi-joint drills and large muscle groups (e.g., quadriceps). Depending on the type of jump, these may involve a stretch-shortening cycle (SSC), with a considerable voluntary effort (i.e. near maximal or maximal) during the concentric portion of the jump (i.e. against the force of gravity). In addition, some jumps may also involve considerable eccentric forces upon landing, as high as 12 times body mass². In this sense, highly trained athletes use some JTE most commonly, such as bounce drop jumps from relatively high drop heights (e.g. plyometrics). However, JTE can be adapted safely and effectively for older adults, children with cerebral palsy and Down syndrome, injured athletes, among other populations³. Adaptation strategies may involve the performance of the concentric-only portion of the jump, assistive devices (e.g., suspension training), submaximal jumps, among other. In this sense, jump training may involve a wide range of JTE, selected according to the participant's characteristics and goals, usually incorporated in a multi-component training programme (e.g., neuromuscular training), considering a long-term physical development approach.

Mechanisms of adaptation

Responses to JTE have been studied at least from the late 19th century⁴. Although concentric-only JTE may be used to induce significant responses such as increased electromyographic activation (EMG), traditional JTE involves a rapid stretch of the muscle during the eccentric

portion of the SSC, stimulating the stretch reflex. The stretch reflex implicates the activation of muscle proprioceptors (e.g., muscle spindle), which might facilitate the activation of muscle fibres during the concentric portion of the jump, thus greater EMG. In addition, muscle-tendon elastic components may have a role in the storing-releasing energy process during the SSC. Further, aside from muscle-spinal responses, supraspinal mechanisms contributing to the SSC are also involved during JTE⁵. Such acute responses to JTE accumulated over time may lead to significant adaptations⁶, including increased motor unit firing rate, intra-muscular coordination, inter-muscular coordination, muscle fibre hypertrophy, optimization of muscle fibres pennation angle and muscle-tendon stiffness, bone mass increase, among others. In addition, significant responses and adaptations are also achievable through JTE for biomechanical-related variables (e.g. dynamic knee control, landing impact amortization).

Physical fitness adaptations

Considering the above-mentioned physiological and biomechanical adaptations, is not surprising to observe improvements in several physical fitness outcomes after JTE programmes. In the scientific literature improvements have been reported, including muscle power, jumping (e.g. vertical, horizontal), linear sprinting (i.e. from 5-m up to 200-m), agility and change-of-direction sprint (CODs), repeated sprinting ability with and without COD, short-term endurance (e.g., up to 60-s), long-term endurance (e.g., Yo-Yo test; 3-km running time trial), reduced contact times while running, better running economy, maximal strength (e.g., dynamic; isometric), dynamic and static balance, sport-specific performance (e.g. soccer ball kicking speed), range of motion, coordination, among others^{3,7}.

Jump training in sports

Among youth sports, for both male and female, from pre-pubertal (e.g., <8 years old) to post-pubertal age, JTE have demonstrated be-

Correspondencia: Rodrigo Ramirez-Campillo
E-mail: r.ramirez@ulagos.cl

beneficial effects (e.g., physical fitness; physiological and biomechanical outcomes) on athletes from different sports. Such sports includes soccer, basketball, handball, volleyball, tennis, hockey, sprinters, combat sports, and artistic gymnasts, among others. The beneficial effects derived from JTE have been reported usually without adverse effects. Further, compared to adults, youth seems to experience reduced symptoms of exercise-induced muscle damage and a faster recovery after JTE⁸. Among adult athletes, for both male and female, JTE programmes have demonstrated beneficial effects on athletes from different sports, including those previously mentioned for youth athletes, in addition to swimmers, water polo, endurance runners, ice hockey, rugby, golf, netball, among others.

Jump training for health

Although commonly associated to athletes and sport competition, JTE also have demonstrated significant favourable effects on several health-related outcomes. Such improvements includes glucose metabolism markers (e.g. fasting glycaemia and insulin), fat mass reduction, skeletal muscle hypertrophy, and acute hypotensive effect. In participants with cerebral palsy and Down syndrome, improvements have been noted in neuromuscular control and body composition. During prolonged bed rest, adapted JTE preserved muscle mass and muscle power. In older adults, adapted JTE allow improvements in balance, rate of force development, maximal strength, muscle power and EMG. In addition, adapted JTE may reduce injury risk⁹, through reduction in factors associated to injury, such as reduced knee abduction-adduction, improved balance, better neuromuscular control (e.g. landing technique), and reduced strength asymmetries between knee extensors/flexors. Moreover, in case of injury, JTE can be adapted and incorporated during rehabilitation programmes (e.g. neuromuscular training). Further, the incorporation of JTE in athlete's regular training schedules may reduce their injury recurrence.

Factors associated with JTE effectivity

Participant's characteristics (e.g., JTE technique proficiency; type of sport; training age; biological maturity; sex; participant nutritional/supplementation habits) are relevant factors for JTE prescription, particularly considering the inter-individual variability to JTE programmes. In addition, an adequate prescription of JTE should consider the total duration of the training programme (e.g., weeks), total volume (e.g., number of jump repetitions; foot contacts), and volume progression rate (e.g., weekly), in addition to taper strategies. Moreover, intensity and intensity markers such as reactive strength index, jump height, movement velocity, force-velocity profile, rating of perceived exertion, among other potential markers, should be considered during JTE prescription. Further, the type of JTE (e.g., bilateral; unilateral; vertical; horizontal; loaded; unloaded; combined), the JTE order randomization between training sessions, the specificity of JTE, sequencing (i.e., before vs after regular sport practice), and external load (e.g., heavy vs. light) should be also considered. Furthermore, the type of surface (e.g., wood; grass), recovery duration (e.g., inter-session; inter-JTE; inter-set;

inter-repetition) and type of recovery (e.g., cluster set vs traditional set; active vs passive) may also affect the outcomes of a JTE programme. Additionally, the combination of JTE with other training methods, such as heavy resistance training (e.g., complex training) may be effective, potentially due to post-activation potentiation or post-activation performance enhancement mechanisms, with the advantage of combining training methods in a relatively short time period.

Potential advantages over other training methods

Although several training approaches are used to improve physical fitness and health outcomes, JTE seems to be equally (or even more) effective compared to other training methods (e.g., traditional resistance training) for the improvement of several outcomes^{3,7}. In addition, the implementation of JTE may be inexpensive compared to other resistance training methods, requiring little or no equipment, usually involving drills with the body weight used as resistance. Additionally, JTE may be conducted in a relatively small physical space, which may be an important advantage during certain scenarios (e.g. encountering pandemic restrictions) where athletes may be forced to train at their homes¹⁰. Moreover, JTE may be considered more fun compared to other training methods (e.g., flexibility, endurance), particularly among younger athletes¹¹. Further, JTE may reduce the risk of injury¹². However, rather than an independent entity, JTE should be a component of an integrated approach to training, which targets multiple physical fitness and health attributes and aligns with the goals of long-term physical development strategies.

Research gaps and future research areas

Although JTE have been used by athletes at least in the last 3,000 years, the scientific literature regarding the acute effects of JTE seems to have emerge more recently (i.e., late 19th century)⁴, and the study of the adaptations to JTE programmes even more recently (i.e. middle of the 20th century)¹³. Indeed, there seems to be a paucity of scientific literature related to the factors associated with JTE dose-response relationship^{3,7}. In addition, it is relatively common among published articles related to JTE to include small sample sizes (i.e. ~10 participants per group), incomplete description of JTE, and lack of control and/or group randomization, among other methodological shortcomings. In this scenario, further efforts are needed to solve important gaps in knowledge related to JTE, particularly those related to dose-response relationship in different populations, involving long-term programmes (e.g., >12 weeks) and/or multi-component interventions, and associated mechanisms of adaptations.

Bibliography

1. Minetti AE, Ardigo LP. Halteres used in ancient Olympic long jump. *Nature* 2002;420(6912):141-2.
2. Bobbert MF. Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Med* 1990;9(1):7-22.

3. Ramirez-Campillo R, Moran J, Chaabene H, et al. Methodological characteristics and future directions for plyometric jump training research: A scoping review update. *Scand J Med Sci Sports*. 2020;30(6): 983-97.
4. Marey M, Demeny M. Locomotion humaine, mecanisme du saut. *C R Acad Sci (Paris)* 1885;101:489-94.
5. Taube W, Leukel C, Gollhofer A. How neurons make us jump: the neural control of stretch-shortening cycle movements. *Exerc Sport Sci Rev*. 2012;40(2):106-15.
6. Markovic G, Mikulic P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Med* 2010;40(10):859-95.
7. Ramirez-Campillo R, Alvarez C, Garcia-Hermoso A, et al. Methodological characteristics and future directions for plyometric jump training research: A scoping review. *Sports Med*. 2018;48(5):1059-81.
8. Marginson V, Rowlands AV, Gleeson NP, Eston RG. Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after an initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys. *J Appl Physiol*. 2005;99(3):1174-81.
9. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes - A prospective study. *Am J Sports Med*. 1999;27(6):699-706.
10. Gentil P, Ramirez-Campillo R, Souza D. Resistance training in face of the coronavirus outbreak: time to think outside the box. *Frontiers in physiology*. 2020;11(859).
11. Ward P, Hodges N, Williams AM. The road excellence in soccer: Deliberate practice and the development of expertise. *High Ability Studies*. 2007;18(2):119-53.
12. ter Stege MHP, Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KAPM. Effect of interventions on potential, modifiable risk factors for knee injury in team ball sports: a systematic review. *Sports Medicine*. 2014;44(10):1403-26.
13. Berger RA. Effects of dynamic and static training on vertical jumping ability. *Res Q*. 1963;34:419-24.



Analizador Instantáneo de Lactato Lactate Pro 2

arkray
LT-1730

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



Importador para España:



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



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



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

Índice

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

Índice

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



Estudio de alta prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares: estudiantes de 11 a 16 años de Cáceres-España y Paranavaí-Brasil

Walcir Ferreira-Lima¹, Sílvia B. Silva-Lima¹, Flávia E. Bandeira-Lima², Felipe Bandeira-Lima³, Amanda Santos³, Alynne C. Andaki⁴, Jorge Mota³, Carlos A. Molena-Fernandes², Juan P. Fuentes¹

¹Universidad de Extremadura. Facultad de Ciencias del Deporte. ²Universidade Estadual do Norte do Paraná – Brasil. Departamento de Educação Física. ³Universidade do Porto. Porto. Portugal. Faculdade de Desporto Porto. ⁴Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Minas Gerais. Brasil. Departamento de Educação Física.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00011

Recibido: 01/05/2020
Aceptado: 11/09/2020

Resumen

Objetivo: Investigar la asociación de factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares en estudiantes de 11 a 16 años en diferentes contextos.

Material y método: Muestra compuesta por estudiantes de Cáceres - España (n = 165) y Paranavaí - Brasil (n = 237). Se analizaron el Índice de Masa Corporal, el nivel de actividad física, la presión arterial, el colesterol total, las lipoproteínas de baja y alta densidad, los triglicéridos y la glucosa en sangre en ayunas. Para el análisis de variables, se utilizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov, *t* de Student, U de Mann-Whitney, Chi-cuadrado y *Odds Ratio*, con un intervalo de confianza del 95%. Un valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

Resultados: Los estudiantes españoles tienen valores promedio más altos de edad, nivel de actividad física, obesidad en general, lipoproteínas de baja y alta densidad y glucosa en sangre en ayunas ($p < 0,05$). Los brasileños tuvieron una mayor acumulación de Factores de Riesgo en comparación con los españoles, específicamente solo el 8,5% de los brasileños están exentos de Factores de Riesgo en comparación con el 28,2% de los españoles. Se observa que existe una mayor prevalencia de dos Factores de Riesgo (G-BRA: 40,7% vs. G-ESP: 24,2%); y tres o más Factores de Riesgo (G-BRA 27,0% vs. G-ESP: 13,7%), considerando un valor de $p < 0,001$. Ser más activo se asoció con los niveles de lipoproteínas de alta densidad entre los brasileños. Aunque los estudiantes españoles tenían una mayor prevalencia de obesidad general, eran más activos.

Conclusión: Los estudiantes españoles mostraron mejores resultados en niveles de actividad física, concentración de glucosa en ayunas, lipoproteínas de alta y baja densidad, además de un menor número de factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares, a pesar de que provienen en su mayoría de escuelas públicas; con mayor edad media y mayor prevalencia de obesidad general.

Palabras clave:
Ejercicio. Enfermedades cardiovasculares.
Factor de riesgo. Estudiantes.

High prevalence study of cardiovascular risk factors: students from 11 to 16 years old from Cáceres-Spain and Paranavaí-Brazil

Summary

Objective: to investigate the association of risk factors for the development of cardiovascular diseases in students from 11 to 16 years old in different contexts.

Material and method: Sample composed by students of Cáceres - Spain (n = 165) and Paranavaí - Brazil (n = 237). Body Mass Index, level of physical activity, blood pressure, total cholesterol, low- and high-density lipoproteins, triglycerides and fasting blood glucose were analyzed. For the analysis of variables, the Kolmogorov-Smirnov tests, Student *t*, Mann-Whitney U, Chi-square, and Odds Ratio were used, with a 95% confidence interval, a value of $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results: Spanish students have higher average values of age, physical activity level, obesity in general, low- and high-density lipoproteins and fasting blood glucose ($p < 0.05$). Brazilians had a greater accumulation of risk factors compared to the Spanish, specifically only 8.5% of Brazilians are exempt from RF compared to 28.2% of Spanish. It is observed that there is a higher prevalence of two RFs (G-BRA: 40.7% vs. G-ESP: 24.2%); and three or more RF (G-BRA 27.0% vs. G-ESP: 13.7%), considering a value of $p < 0.001$. Being more active was associated with HDL levels among Brazilians. Although Spanish students had a higher prevalence of general obesity, they were more active.

Conclusion: Spanish students showed better results in physical activity levels, fasting glucose concentration, high and low density lipoproteins, in addition to a lower number cardiovascular risk factors, despite being mainly from public schools; with higher average age and higher general obesity prevalence, compared to Brazilians.

Key words:
Exercise. Cardiovascular diseases.
Risk factors. Students.

Correspondencia: Walcir Ferreira Lima
E-mail: walcirflima@gmail.com; walcirflima@uenp.edu.br

Introducción

Los factores de riesgo (FR) cardiovasculares se pueden clasificar como no modificables como la herencia, el sexo y la edad y en modificables como el nivel de actividad física (NAF); el índice de masa corporal (IMC); la presión arterial (PA); las concentraciones plasmáticas de colesterol total (CT), de triglicéridos (TG), de lipoproteína de alta densidad (HDL) y glucosa en ayunas (GLU). La falta de actividad física es un importante factor de riesgo (FR) morbilidad y mortalidad prematura, así como son altos los costos a la atención médica asociada a las patologías hipocinéticas¹. Las enfermedades cardiovasculares (ECV) pueden asociarse con inactividad física, sobre todo por tratarse de enfermedades con orígenes multifactoriales².

El estilo de vida de la sociedad expone a los más jóvenes a FR muy precozmente, dejándolos vulnerables para el desarrollo de morbilidades que pueden persistir hasta la edad adulta. La infancia y la adolescencia se caracterizan por ser periodos propicios para el desarrollo de estrategias intervencionistas en la lucha contra las ECV, una vez que hay pruebas científicas de que estas enfermedades pueden originarse en este período de vida². Una buena planificación y la ejecución efectiva de intervenciones centradas en la promoción de la salud, dirigida a reducir la probabilidad de manifestación de ECV en la edad adulta, pueden ser eficaces con la identificación temprana de la presencia de estos FR entre los más jóvenes³.

El estilo de vida de los niños y adolescentes en diferentes países, como España y Brasil, está directamente relacionado con el entorno obesogénico, ya que tanto los brasileños como los españoles están influenciados, por diversas razones, para adoptar comportamientos poco saludables⁴. El ambiente obesogénico se caracteriza por la influencia que las condiciones ambientales tienen sobre las oportunidades y elecciones de los individuos, en términos de estilo de vida que facilitan el desarrollo de la obesidad, como la adopción de alimentos inapropiados y comportamientos sedentarios.

La opción de realizar un estudio relacionado con el estilo de vida de los niños y adolescentes entre dos ciudades del interior vino determinada por pertenecer a países con diferencias puntuales, tales como: el tamaño territorial, el número de habitantes del país, además de diferencias culturales, sociales y económicas, pero, sin embargo, presentar semejanzas como la cantidad de escuelas y el número de habitantes de la ciudad, además de la fuerte influencia española como colonizadora de la ciudad de Paranavai⁵, trayendo así una herencia genética cercana, pero distantes geográficamente y, sobre todo, por no haber realizado trabajos de investigación con estas características.

Comparaciones relacionadas con la incidencia/prevalencia de FR predisponentes a las ECV son relativamente escasos en estudiantes de países con las características de esta investigación, es decir, que se encuentran, según los datos de la Organización de las Naciones Unidas⁶, en diferentes condiciones de desarrollo humano, con una clasificación según el Índice de Desarrollo Humano (IDH), con valores que van de 0 a 1 considerando indicadores de salud, ingresos y educación, es decir, cuanto más cercano a 0, peor es el desarrollo humano de la ciudad; En esta perspectiva, la ciudad de Cáceres (España) presentó un IDH de 0,876 (muy alto) y la ciudad de Paranavai (Brasil), un IDH de 0,755 (alto).

Las conductas de riesgo para la salud cardiovascular influenciadas por las características sociodemográficas deben considerarse al promover la salud de los niños y adolescentes⁷. El análisis adecuado de la prevalencia de los FR de enfermedades modificables, tanto entre estudiantes españoles como brasileños, lejos de los grandes centros de población, se vuelve relevante para determinar la prevalencia y comprender el comportamiento de estos factores en estas poblaciones, lo que permite innovar y reelaborar intervenciones, hacia el desarrollo de un estilo de vida saludable.

En este sentido, el objetivo de este estudio fue investigar la asociación de NAF con FR para el desarrollo de ECV en estudiantes de 11 a 16 años en contextos diferenciados.

Material y método

Se trata de una investigación del tipo observacional de corte transversal⁸; la muestra estaba compuesta por estudiantes de escuelas públicas y privadas de España y Brasil. En España la recolección de datos se realizó entre los meses de mayo a septiembre de 2015, en la población escolar del 1er al 3er año de la enseñanza secundaria obligatoria, mientras que los datos fueron recolectados en Brasil, en Paranavai entre los meses de julio a agosto de 2013, en escuelas del 6º año de la enseñanza primaria al 1er año de la enseñanza secundaria.

El tamaño de la muestra consistió en al menos 80 individuos, estimado a priori por el *software* G*Power, versión 3.1.9.2⁹, con un nivel alfa definido en 0,05 y un poder estadístico del 95%.

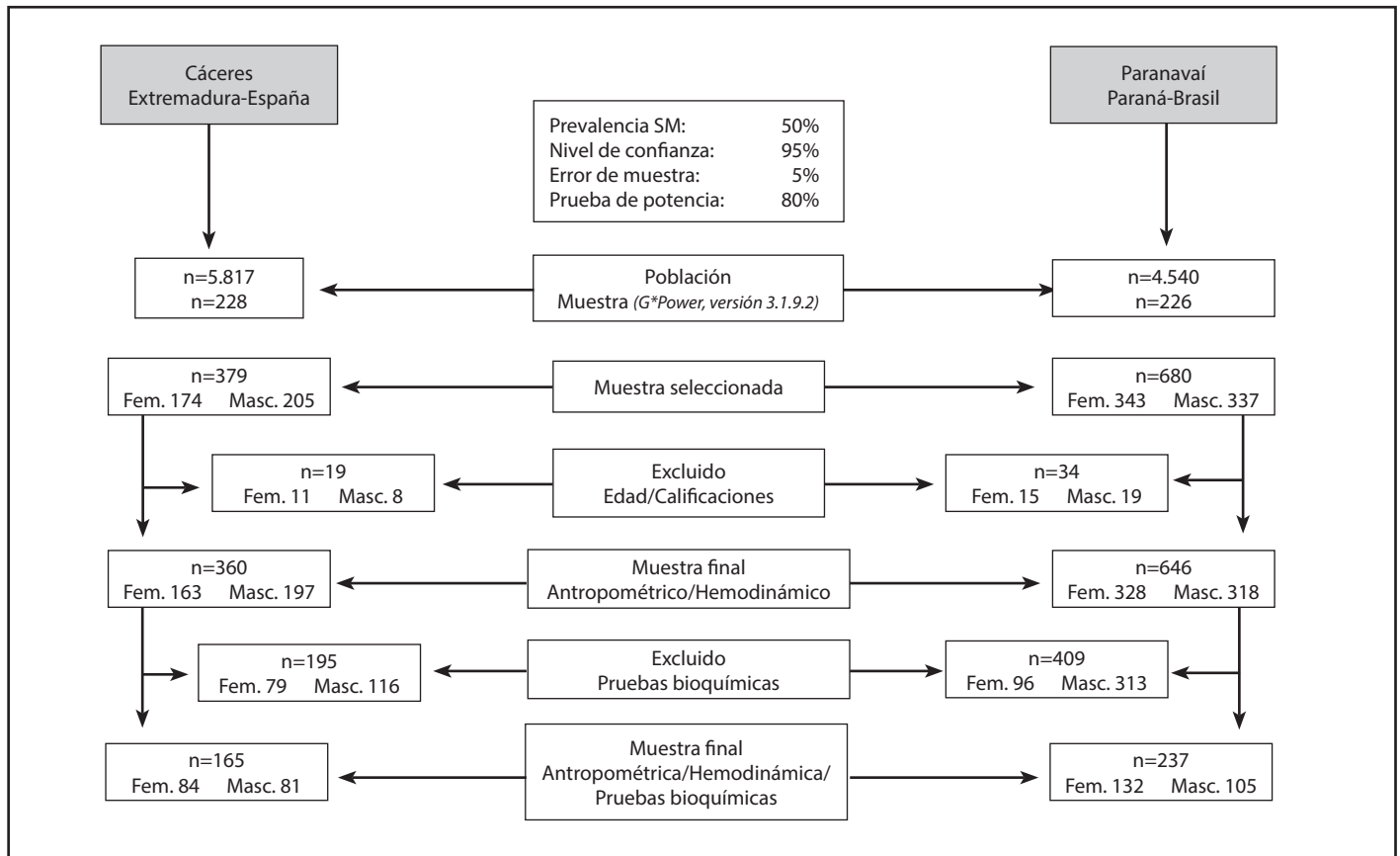
Los estudiantes que cumplieron con los siguientes criterios fueron incluidos en la selección de la muestra: tener entre 11 y 16 años de edad en la fecha de recolección de datos; haber firmado un formulario de consentimiento para participar en la investigación con sus padres o tutores legales; participar en todas las pruebas relacionadas con el estudio; tener al menos el 75% de asistencia a la escuela en la fecha de recopilación de datos; todos los estudiantes en las clases seleccionadas fueron invitados a participar en la investigación; sin embargo, aquellos estudiantes que no cumplieron con los criterios anteriores fueron excluidos, así como aquellos que tenían algún impedimento para practicar deportes, especialmente aquellos relacionados con la salud, excepto por los problemas que son el foco de esta investigación Figura 1.

Los FR predisponentes a las ECV analizados fueron el NAF, determinado como factor de orden conductual, y en el campo biológico se recurrió a las informaciones para el IMC, la PA en reposo y los niveles sanguíneos circulantes de CT, HDL, TG y GLU.

Las informaciones sobre el NAF se evaluaron mediante el Cuestionario Internacional de actividad física (*International Physical Activity Questionnaire* – IPAQ-A) modificado para adolescentes¹⁰, con referencia a la última semana (poco activo <300 min./sem.)¹¹.

La estatura fue tomada con el individuo en pie, mediante el uso de un estadiómetro de aluminio acoplado a la balanza con una precisión de la lectura de 0,01 m., la masa corporal fue registrada en kg mediante una balanza mecánica de la marca Filizola, con precisión de 100 g, siendo su capacidad máxima de 150 kg, el índice de masa corporal (razón entre masa corporal en Kg y el cuadrado de la estatura en m.), de acuerdo con los puntos de corte ajustados por edad y sexo propuestos por Cole, *et al*¹².

Figura 1. Diagrama de representación de la muestra de estudiantes, G-ESP (2015) y G-BRA (2013).



La medición de la presión arterial se realizó con un instrumento correctamente calibrado y validado. Los participantes del estudio permanecieron sentados por lo menos cinco minutos, con los pies en el suelo y los brazos apoyados a nivel del corazón. Se utilizó un mango de talla apropiada (que rodeaba al menos el 80,0% del brazo). Se efectuaron dos mediciones, los valores de presión arterial sistólica (PAS) y presión arterial diastólica (PAD) fueron registrados por el método de auscultación con la ayuda de un esfigmomanómetro de columna de mercurio, adaptables al tamaño de la circunferencia de los brazos de los estudiantes, en posición de sentado al menos un período mínimo de cinco minutos. Se tomaron dos medidas, el promedio de estas medidas se utilizó para el análisis correspondiente de la variable en esta investigación (PA alta \geq percentil 90)¹³.

Los niveles séricos de CT, HDL, TG y GLU se midieron mediante el método enzimático colorimétrico, con kit Gold Analisa. Los estudiantes brasileños realizaron pruebas de laboratorio en el LEPAC y Laboratorio de Inflamación de la Universidade Estadual de Maringá (UEM), mientras que a los estudiantes de España en laboratorios privados de la ciudad de Cáceres. Para los análisis bioquímicos se colectaron muestras de 10 ml de sangre venosa en la vena anticubital, tras período de ayuna de al menos 10 horas. Se consideraron niveles de FR CT \geq 200 mg/dL; HDL < 40 mg / dL; TG \geq 150 mg/dL y GLU \geq 100 mg/dL¹⁴.

Los datos recogidos fueron tratados a través del paquete computarizado *Statistical Package for the Social Science* (SPSS), versión 26.0. Para el análisis de las variables numéricas se utilizaron los procedimientos de estadística descriptiva (frecuencia absoluta y relativa), posteriormente, según los resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, para identificar las diferencias entre los sexos, se realizaron la prueba de *t*-Student (comparación de medias) y test *U* de Mann-Whitney (funciones de distribución) para las variables con distribuciones paramétricas y no paramétricas, respectivamente. Las variables categóricas (proporción según los puntos de corte considerados) se analizaron mediante tablas cruzadas, con pruebas de Chi-cuadrado (X^2), *V* de Cramer y Φ^{15} , para la identificación de diferencias estadísticas entre los grupos (método de Bonferroni)¹⁶. Las estimaciones de chances (OR - *Odds ratio*), con un intervalo de confianza del 95%, se realizaron para analizar las asociaciones entre los diferentes FR. Un valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo para todos los análisis.

Los protocolos de intervención fueron autorizados en Brasil por el Comité de ética en investigación que implica seres humanos de la Universidade Estadual de Maringá, apartado 353.552 y en España la Comisión de Bioética y Bioseguridad de La Universidad de Extremadura, número de registro 52/2015. Todos los padres o tutores de estudiantes menores de 18 años firmaron un formulario de consentimiento libre e informado.

Resultados

Participaron en la investigación en Cáceres, Extremadura, España (G-ESP) 165 estudiantes, el 51,6% eran niños, más de la mitad con edad entre 15-16 años (53,2%), de escuela pública de educación secundaria obligatoria (80,6%). En Paranaíba, Paraná, Brasil (G-BRA) participaron 237 estudiantes, eran niñas (56,1%), en la edad de 11-12 años (48,7%), de escuela privada de educación primaria (55,0%).

Al comparar los grupos, se pudo observar que la distribución de las variables para los marcadores asociados con el FR en ECV no fue la misma, excepto entre los valores medios de PAD. Los estudiantes españoles tienen valores medios más altos de: edad, NAF, obesidad general, niveles plasmáticos de HDL, LDL y glucosa en ayunas, además de valores medios más bajos de: TC y TG en comparación con los brasileños. ($p < 0,05$), resultados presentados en la Tabla 1.

Las comparaciones entre las proporciones de estudiantes que presentaron indicadores considerados de riesgo cardiovascular se presentan en la Tabla 2. Ambos grupos mostraron una alta prevalencia de

la mayoría de los FR asociados a las ECV, con algunos valores favorables a los estudiantes del G-ESP, caso de la proporción de poco activos (40,3% vs. a 51,9%, $p = 0,046$) y sujetos con CT alto (3,2% vs. a 46,0%, $p < 0,001$), para españoles y brasileños, respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticas entre las proporciones de los demás FR.

Los resultados sobre la presencia simultánea de uno o más FR para ECV en cada uno de los estudiantes y sus respectivas proporciones, se presentan en la Figura 2. Los estudiantes de G-BRA presentaron resultados con mayores acumulaciones de FR en comparación con el G-ESP, concretamente sólo el 8,5% de los brasileños están exentos de FR frente al 28,2% de los estudiantes españoles. Así, se presenta mayor prevalencia de dos FR (G-BRA: 40,7% vs. G-ESP: 24,2%); y tres o más FR (G-BRA 27,0% vs. G-ESP: 13,7%), considerando un valor de $p < 0,001$. Al analizar el número de FR por sexo, de forma complementaria, se observó que las diferencias estadísticamente significativas se mantuvieron en los dos subgrupos; tanto niñas como niños de España tuvieron una menor prevalencia de acumulación de FR en comparación con los estudiantes de G-BRA.

Tabla 1. Descripción de las medias, medianas y pruebas referentes a los factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares, G-ESP (2015) e G-BRA (2013).

	G-ESP (n=165)			G-BRA (n=237)			p-valor
	Media \pm dp	Mediana	(min - max)	Media \pm dp	Mediana	(min - max)	
Edad (años)	14,4 \pm 1,2	14,6	(11,3-16,4)	12,7 \pm 334,6	12,5	(10,6-16,4)	0,001**
NAF (min/sem)	466,9 \pm 386,1	360,0	(0-2310)	387,4 \pm 334,7	270	(30-1470)	0,025**
IMC (Kg/m ²)	21,0 \pm 3,3	20,5	(15,0-32,3)	20,1 \pm 3,6	19,7	(12,3-31,8)	0,009**
PAS (mmHg)	115,1 \pm 13,4	114,3	(77-145)	111,1 \pm 15,9	110,0	(68-152)	0,018*
PAD (mmHg)	64,5 \pm 8,4	64,7	(49,5-94)	65,5 \pm 12,3	64,0	(40-103)	0,730**
CT (mg/dL)	155,6 \pm 22,7	154,0	(106-220)	200,0 \pm 44,4	195,8	(98,2-317,4)	0,001*
HDL (mg/dL)	55,9 \pm 12,0	56,0	(29-92)	49,0 \pm 6,8	49,6	(29,9-61,8)	0,001**
LDL (mg/dL)	84,5 \pm 19,9	85,0	(36-156)	59,6 \pm 39,1	62,0	(6,4-192)	0,048**
TG (mg/dL)	76,4 \pm 32,8	66,5	(27-218)	85,6 \pm 42,2	74,5	(32,3-277,6)	0,048**
GLU (mg/dL)	91,4 \pm 6,0	91,0	(78-115)	78,8 \pm 16,7	77,5	(45,1-121,2)	0,001**

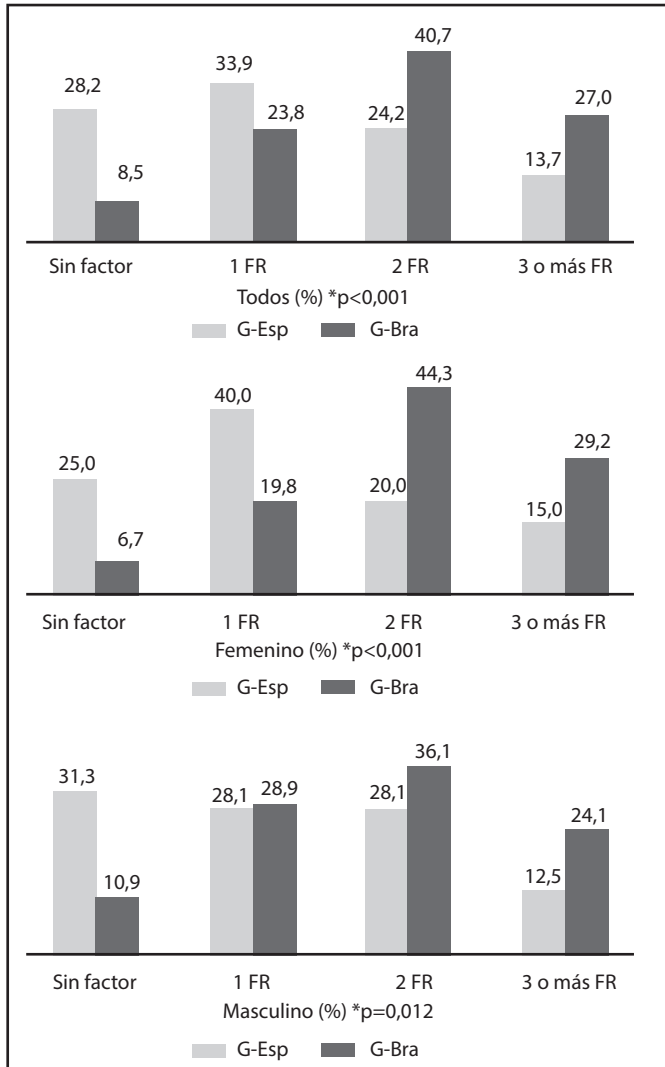
NAF: nivel de actividad física; IMC: índice de masa corporal; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; CT: colesterol total; HDL: lipoproteína de alta densidad; TG: triglicéridos; GLU: glucosa en ayuno; G-ESP: Grupo España; G-BRA: Grupo Brasil; DE: desviación estándar. *Prueba t-Student; **Prueba de Mann-Whitney.

Tabla 2. Proporciones (%) de adolescentes que presentaron factores de riesgo predisponentes a las enfermedades cardiovasculares, G-ESP (2015) e G-BRA (2013).

	G-ESP (n=165)		G-BRA (n=237)		X ²	p-valor
	f	(%)	f	%		
NAF (<300 min/sem)	66	40,3	123	51,9	3,993	0,046
IMC (≥ 25 Kg/m ²)	37	22,6	59	24,9	0,215	0,643
PA (\geq percentil 90)	47	28,2	74	31,2	0,319	0,572
CT (≥ 200 mg/dL)	5	3,2	109	46,0	66,534	<0,001
HDL (<40 mg/dL)	9	7,3	23	9,5	0,488	0,485
LDL (≥ 130 mg/dL)	3	1,6	10	4,2	1,662	0,197
TG (≥ 150 mg/dL)	25	15,3	54	22,8	2,601	0,107
GLU (≥ 100 mg/dL)	12	7,3	30	12,7	2,350	0,125

NAF: nivel de actividad física; IMC: índice de masa corporal; PA: presión arterial; CT: colesterol total; HDL: lipoproteína de alta densidad; TG: triglicéridos; GLU: glucosa en ayuno; G-ESP: Grupo España; G-BRA: Grupo Brasil; X²: Prueba Chi-cuadrado.

Figura 2. Proporción (%) de estudiantes que presentaron simultáneamente Factores de Riesgo predisponentes a enfermedades cardiovasculares, G-ESP (2015) y G-BRA (2013).



* Diferencia estadísticamente significativa entre grupos.

La asociación entre NAF e indicadores biológicos predisponentes a las ECV es presentada en la Tabla 3. Fue posible observar solo una asociación entre HDL y NAF en G-BRA, con estudiantes más activos con aproximadamente 3 veces más posibilidades de presentar niveles séricos más altos de HDL en relación con sus pares (IC 95%: 1,059-9,078; $p=0,039$), sin ninguna otra asociación significativa entre los otros FR en ninguno de los grupos.

Discusión

Al analizar los promedios de los grupos, se constató con relación a los FR para ECV, que no hay diferencias entre los valores de PAD, difiriendo de las tendencias encontradas en otro estudio¹⁷. Por otro lado, se encontraron diferencias para los demás promedios, corroborando estos resultados los hallazgos de otra investigación epidemiológica realizada igualmente en una población de estudiantes de edades similares¹⁸. Estas diferencias pueden explicarse debido a los cambios hormonales típicos que ocurren en este grupo de edad en cada sexo¹⁹. Por ejemplo, la elevada concentración temporal de CT y de sus fracciones se debe a la mayor producción de estrógeno que ocurre en el organismo femenino en ese período; mientras que la mayor producción de testosterona en los niños está relacionada con los niveles más altos de presión arterial²⁰, los patrones culturales, ambientales y sociales inherentes a cada región o país pueden influir y, tal vez, explicar las diferencias entre los estudios²¹.

Los valores de TG encontrados fueron menores que los de otra investigación²²; difiriendo igualmente de un estudio epidemiológico que no encontró diferencias entre los promedios²³. Los estudiantes españoles presentan valores promedios de IMC y NAF mayores que los brasileños ($21,0 \pm 3,3$ vs. $20,1 \pm 3,6$, $p = 0,009$) y ($466,9 \pm 386,1$ vs. $387,4 \pm 334,7$, $p = 0,025$), respectivamente, resultados que pueden estar relacionados con la media de edad mayor de los estudiantes del G-ESP.

Por otro lado, al analizar las proporciones encontradas en los grupos, se observaron prevalencias de inactividad física altas en los dos grupos (G-ESP = 40,3%, G-BRA = 51,9%, $p = 0,046$), coincidiendo con una investigación que, por otra parte, mostró que las niñas eran menos activas que los niños²⁴. La proporción de estudiantes con sobrepeso y obesidad (G-ESP = 22,6%, G-BRA = 24,9%, $p = 0,643$) es un agravante,

Tabla 3. Asociación entre NAF e indicadores predisponentes a las enfermedades cardiovasculares, en estudiantes, G-ESP (2015) y G-BRA (2013).

	G-ESP (n=165)			G-BRA (n=237)		
	Valor	(inf-sup)	p-valor	Valor	(inf-sup)	p-valor
IMC (≥ 25 Kg/m ²)	0,635	(0,261-1,548)	0,318	0,764	(0,395-1,480)	0,425
PA (\geq perc. 90)	1,157	(0,524-2,558)	0,718	1,149	(0,620-2,130)	0,658
CT (≥ 200 mg/dL)	0,483	(0,049-4,780)	0,534	0,991	(0,559-1,756)	0,974
HDL (< 40 mg/dL)	0,833	(0,212-3,269)	0,794	3,100	(1,059-9,078)	0,039
LDL (≥ 130 mg/dL)	1,490	(0,091-24,385)	0,780	1,577	(0,366-6,796)	0,541
TG (≥ 150 mg/dL)	1,405	(0,526-3,751)	0,498	0,855	(0,433-1,689)	0,653
GLU (≥ 100 mg/dL)	1,200	(0,306-4,707)	0,794	0,625	(0,263-1,488)	0,288

IMC: índice de masa corporal; PA: presión arterial; CT: colesterol total; HDL: lipoproteína de alta densidad; LDL: lipoproteína de baja densidad; TG: triglicéridos; GLU: glucosa en ayuno; G-ESP: Grupo España; G-BRA: Grupo Brasil; IC: intervalo de confianza; Inf: inferior; Sup: superior.

considerando que el exceso de peso corporal presente en la infancia y la adolescencia suele afianzarse en la edad adulta: sólo el 20% tiende a reducir y mantener su peso corporal en límites esperados cuando adultos²⁵.

Los estudiantes que realizan poca actividad física pueden verse influenciados en la adopción simultánea de otros tipos de comportamientos inadecuados para una buena salud, como el consumo de tabaco y/o alcohol, el sedentarismo y el consumo de alimentos poco saludables; en este sentido, la prevención y control temprano de peso pueden ser alternativas eficaces para combatir la mayoría de estos problemas²⁶.

Las proporciones de PA elevada (G-ESP = 28,2%; G-BRA = 31,2%; $p = 0,572$) son valores mayores que los hallados en estudios similares realizados en América Latina²⁷ y España²⁸. Estudios longitudinales relacionados con relación a la PA han demostrado que los jóvenes con altos niveles de PA tienden a mantenerlos altos y ser diagnosticados como portadores de hipertensión en la fase adulta²⁹. Los niveles de PA elevada sugieren que puede ser una característica común en este grupo de edad (11-16 años).

Los indicadores asociados a la obesidad abdominal, importante factor de riesgo cardiovascular, fueron estudiados en la misma muestra y ya han sido publicados en otro artículo³⁰. Otra situación que demanda especial atención es la gran proporción de estudiantes que presentó, al menos, un FR predisponente a las ECV (G-ESP = 71,8%, G-BRA = 91,5%), mereciendo el subgrupo de niñas del G-BRA una atención especial, debido al número reducido de estudiantes exentas de FR (25,0% vs. 6,6%; $X^2 = 23,280$; $p < 0,001$; G-ESP vs. G-BRA, respectivamente). La posibilidad de aparición y desarrollo precoz de las ECV es mayor cuanto también lo es la cantidad de FR agregados (tres o más: G-ESP = 13,7%, G-BRA = 27,0%), haciéndose más preocupante con las evidencias científicas el hecho de que estos FR identificados en la adolescencia tienden a permanecer en el futuro³¹. Así, presentar simultáneamente dos o más FR es un resultado muy reseñable en ambos grupos, por tratarse de sujetos muy jóvenes.

En el G-BRA los estudiantes menos activos presentaron menor concentración de HDL en comparación con los suficientemente activos. Este resultado corrobora con estudio epidemiológico que sugieren mejores resultados con relación a la concentración de HDL entre aquellos considerados más activos³². Los niveles de HDL presentan una tendencia a la reducción en la adolescencia en ambos sexos, pero más acentuada en los niños³³.

Los grupos presentaron características similares en lo que respecta a una elevada prevalencia de FR, no presentando asociaciones entre los FR. Por otro lado, hay que señalar que los resultados de los escolares españoles mostraron que, incluso presentando una mayor prevalencia de exceso de peso, son más activos que los brasileños.

En el presente estudio especial atención puede ser dada al hecho de presentar, objetivamente, semejanzas y diferencias entre estudiantes de países diferentes en los aspectos culturales, sociales y económicos, de una ciudad del interior de España en comparación con una ciudad colonizada por españoles situada en el interior de Brasil. La investigación proporciona resultados que confirman el aumento de la prevalencia de FR cardiovascular en muestras de estudiantes de 11 a 16 años, resultados que pueden ser útiles tanto para países en desarrollo, como para aquellos considerados desarrollados.

La metodología adoptada y la utilización de los instrumentos traducidos y adaptados para evaluar el NAF y el análisis de los demás FR fueron los mismos en los dos grupos. Los estudiantes objeto de estudio estaban acotados a una estrecha franja de edad, factor que podría ayudar a minimizar los efectos potenciales de las diferencias puberales en los parámetros medidos.

La concepción transversal de la investigación no proporciona evidencias sobre las causas, apenas la presencia o no de asociaciones entre las variables objeto de estudio; sin embargo, los resultados señalaron la existencia de diferencias puntuales pero cruciales, especialmente en lo que se refiere a los FR.

Es necesario realizar esfuerzos dirigidos a aprovechar la fase de la vida en que las niñas y los niños están receptivos a incorporar a su estilo de vida prácticas saludables hasta su vida adulta mediante el desarrollo en cada uno de estos países de acciones en el contexto escolar³⁴, socio familiar, en los medios de comunicación y diseñando las autoridades competentes programas educativos regulares y permanentes en el tiempo.

La prevalencia de FR de ECV encontradas en estudiantes españoles y brasileños es preocupante, tanto por la complejidad de estos factores como por tratarse de niñas y niños muy jóvenes, pudiendo quedar mucho tiempo expuestos a estos factores, propiciando indeseables resultados a nivel de salud.

Los estudiantes de G-ESP tenían una edad promedio ligeramente superior y eran en su mayoría de escuelas públicas, y, en teoría, deberían tener peores resultados que sus compañeros brasileños. Países con peores índices de desarrollo humano, presentan datos menos saludables a los indicadores de factores de riesgo cardiovascular, con la excepción de EE. UU.³⁵, este resultado se considera relativo al tipo de ambiente en el que viven y están expuestos los estudiantes, como el sedentarismo y los hábitos alimentarios inadecuados.

Conclusión

Los estudiantes españoles mostraron mejores resultados en niveles de actividad física, concentración de glucosa en ayunas, lipoproteínas de alta y baja densidad, además de un menor número de factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares, a pesar de que provienen en su mayoría de escuelas públicas; con mayor edad media y mayor prevalencia de obesidad general, en comparación con los brasileños. Es relevante propiciar que los estudiantes mejoren su calidad de vida para disminuir la evolución de estos FR y desarrollar estrategias conducentes a la reducción de estos, expresado, por ejemplo, en ejercicio físico regular y una dieta saludable.

Fuente de financiamiento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (CAPES) - Brasil - bolsas de estudos de Doutorado Pleno - Ciência sem Fronteiras. Processos BEX 13 482-13-0 e BEX 13374-13-3.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, Finkelstein EA, Katzmarzyk PT, van Mechelen W, et al. The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *The Lancet*. 2016;388:1311-24.
- Sherar LB, Cumming SP, Eisenmann JC, Baxter-Jones AD, Malina RM. Adolescent biological maturity and physical activity: biology meets behavior. *Pediatr Exerc Sci*. 2010;22:332-49.
- Simão A, Precoma D, Andrade J, Correa Filho H, Saraiva J, Oliveira G, et al. I Diretriz Brasileira de Prevenção Cardiovascular. *Arq. Bras. Cardiol*. 2013;101:1-63.
- Fisberg M, Maximino P, Kain J, Kovalskys I. Ambiente obesogênico-oportunidades de intervenção. *J Pediatr*. 2016;92:530-59.
- De Montoya AR, Rabuske A. *Conquista espiritual feita pelos religiosos da Companhia de Jesus nas Províncias do Paraguai, Paraná, Uruguai e Tape*. Martins Livreiro Editor; 1985.
- Reports HD. Indicadores Internacionales de Desarrollo Humano <http://hdr.undp.org/es>: United Nations Development Programme; 2014.
- Leal MABF, Lima CEBd, Mascarenhas MDM, Rodrigues MTP, Paiva SSCd, Sousa CRdO, et al. Associação entre fatores sociodemográficos e comportamentos de risco à saúde cardiovascular de adolescentes brasileiros com 13 a 17 anos: dados da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar 2015. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2019;28, e2018315.
- Aguar P. *Guia prático climepsi de estatística em investigação epidemiológica: SPSS*. Lisboa: Climepsi Editores, 2007.
- Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav. Res. Methods*. 2007;39:175-91.
- Hagströmer M, Bergman P, De Bourdeaudhuij I, Ortega FB, Ruiz JR, Manios Y, et al. Concurrent validity of a modified version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-A) in European adolescents: The HELENA Study. *Int J Obes*. 2008;32:542-58.
- Strong WB, Malina RM, Blimkie CJR, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*. 2005;146:732-7.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320:1240.
- Christofaro DGD, Casonatto J, Polito MD, Cardoso JR, Fernandes R, Guariglia DA, et al. Evaluation of the Omron MX3 Plus monitor for blood pressure measurement in adolescents. *Eur J Pediatr*. 2009;168:1349-54.
- Zimmet P, George K, Alberti MM, Kaufman F, Tajima N, Silink M, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 2007;8:299-306.
- Pan C-C, Davis R, Nichols D, Hwang SH, Hsieh K. Prevalence of overweight and obesity among students with intellectual disabilities in Taiwan: A secondary analysis. *Res Dev Disabil*. 2016;53:305-13.
- Fu Y, Gao Z, Hannon JC, Burns RD, Brusseau Jr TA. Effect of the SPARK Program on Physical Activity, Cardiorespiratory Endurance, and Motivation in Middle-School Students. *JPAH*. 2016;13:534-42.
- Cauduro A, Bergmann M, Bergmann G. Atividade física, sobrepeso e pressão arterial: associação independente e combinada em adolescentes. *RBAFS*. 2015;20:483.
- Lima MCC, Romaldini JH. Frequency of obesity and related risk factors among school children and adolescents in a low-income community. A cross-sectional study. *Sao Paulo Med J*. 2015;133:125-30.
- Tanner JM. Growth and maturation during adolescence. *Nutr Rev*. 1981;39:43-55.
- Moran A, Jacobs DR, Steinberger J, Steffen LM, Pankow JS, Hong C-P, et al. Changes in insulin resistance and cardiovascular risk during adolescence establishment of differential risk in males and females. *Circulation*. 2008;117:2361-68.
- Ferreira RW, Rombaldi AJ, Ricardo LIC, Hallal PC, Azevedo MR. Artigo original: Prevalência de comportamento sedentário de escolares e fatores associados. Prevalence of sedentary behavior and its correlates among primary and secondary school students (English). *Rev. Paul. Pediatr*. 2016;34:56-63.
- Friedemann C, Heneghan C, Mahtani K, Thompson M, Perera R, Ward AM. Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2012, 345: e47592012.
- Rizzo AC, Goldberg TB, Silva CC, Kurokawa CS, Nunes HR, Corrente JE. Metabolic syndrome risk factors in overweight, obese, and extremely obese Brazilian adolescents. *Nutr J*. 2013;12:19
- Martínez-Baena A, Mayorga-Vega D, Viciano J. Relación de los niveles de actividad física con el género y el perfil de riesgo cardiovascular en adolescentes granadinos. Implicaciones didácticas para la educación física. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*. 2016;20:265-85.
- Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després J-P. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014; 56:369-81.
- Franks PW, Hanson RL, Knowler WC, Sievers ML, Bennett PH, Looker HC. Childhood obesity, other cardiovascular risk factors, and premature death. *NEJM*. 2010;362:485-93.
- Christofaro D, Ritti-Dias R, Chiolero A, Fernandes R, Casonatto J, Oliveira A. Physical activity is inversely associated with high blood pressure independently of overweight in Brazilian adolescents. *SJMSS*. 2013;23:317-22.
- Marrodán SM, Cabañas AM, Carmenate MM, González-Montero dEM, Lopez-Ejeda N, Martínez AJ, et al. Association between adiposity and blood pressure levels between the ages of 6 and 16 years. Analysis in a student population from Madrid, Spain. *Rev Esp Cardiol*. 2013;66:110-15.
- Kelly RK, Magnussen CG, Sabin MA, Cheung M, Juonala M. Development of hypertension in overweight adolescents: a review. *Adolesc Health, Med Ther*. 2015;6:171-87.
- Lima WF, da Silva-Lima SB, Lima FEB, Lima FB, Fernandes CAM, Mota JAPS, et al. Indicadores associados à obesidade abdominal em estudantes brasileiros e espanhóis de 11 a 16 anos de idade. *RBONE*. 2018;12:756-66.
- Andersen LB, Wedderkopp N, Hansen H, Cooper A, Froberg K. Biological cardiovascular risk factors cluster in Danish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Prev Med*. 2003;37:363-7.
- Silva MJC, Martini FAN, Neto AS, Corrêa RC. Associação da atividade física e prática esportiva com os fatores de risco metabólicos e força da musculatura respiratória em crianças obesas. *Saúde em Revista*. 2016;16(43):21-8.
- Bloch KV, Szklo M, Kuschner MCC, de Azevedo Abreu G, Barufaldi LA, Klein CH, et al. The Study of Cardiovascular Risk in Adolescents-ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk factor profile in Brazilian adolescents. *BMC Public Health*. 2015;15:1-10.
- Silva M, Engers P, Vilela G, Spohr C, Rombaldi A. Fontes de informação sobre benefícios à prática de atividade física e fatores associados em adolescentes: estudo de base escolar. *RBAFS*. 2016;21:237-45.
- Sbaraini M, Cureau FV, Sparrenberger K, Teló GH, Kuschner MCC, Oliveira JS, et al. Severity of obesity is associated with worse cardiometabolic risk profile in adolescents: Findings from a Brazilian national study (ERICA). *Nutrition*. 2020:110758.

Study on the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps between schoolchildren who practise different sports

Juan C. Giraldo García^{1,2}, Alex N. Meneses Oquendo², Elena Hernández Hernández¹

¹Universidad Pablo de Olavide, Sevilla. ²Institución Universitaria Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00012

Recibido: 20/12/2019

Aceptado: 28/09/2020

Summary

Objective: To evaluate the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps in a sample of schoolchildren who practise different sports.

Material and method: A transversal, comparative and non-randomised study was carried out with an intentional sample of 184 schoolchildren, aged between 7 and 10 years. The sample was divided into three groups based on the sport practised: a) only soccer; b) volleyball, basketball, swimming, gymnastics and cheerleading; and c) no sport practised. The eco-intensity, thickness and pennation angle of some components of the quadriceps (rectus femoris, vastus lateralis and vastus intermedius) were measured using B-mode ultrasound imaging.

Results: There were significant differences between the 3 groups of children in the variables that measure the quality of the muscle: eco-intensity and fat percentage of the rectus femoris ($p < 0.05$), muscle thickness of the anterior ($p < 0.05$) and lateral ($p < 0.01$) vastus intermedius, and in the pennation angle of the rectus femoris (ARF) ($p < 0.05$) and of the vastus lateralis (AVL) ($p < 0.01$). Between groups b and c there were differences in the ARF in boys ($p < 0.01$) and in the AVL in girls ($p < 0.05$).

Conclusion: The way in which sport initiation is carried out in children between 7 and 10 years of age may cause differences in the quadriceps muscle, which can be demonstrated through the use of quantitative ultrasound. Moreover, such differences are related to the duration and frequency of the stimulus, which becomes a qualitative aspect to be considered when programming the training contents at these ages.

Key words:

Child. Ultrasonography. Sports. Muscle development. Quadriceps muscle.

Estudio sobre las diferencias en ecografía cuantitativa del cuádriceps entre escolares practicantes de diferentes modalidades deportivas

Resumen

Objetivo: Evaluar las diferencias en ecografía cuantitativa del cuádriceps en niños y niñas escolares practicantes de diferentes deportes.

Material y método: Se realizó un estudio transversal, comparativo y no aleatorizado. Se utilizó una muestra intencional compuesta por 184 niños escolares, entre 7 y 10 años. La muestra fue dividida en tres grupos según la modalidad deportiva practicada: a) un grupo que solo practicaba fútbol; b) otro grupo donde practican voleibol, baloncesto, natación, gimnasia y *cheerleading*; y c) un grupo que no practican ninguna modalidad deportiva. La eco-intensidad, el espesor y el ángulo de penneación de algunos componentes del cuádriceps (recto femoral, vasto lateral y vasto intermedio) fueron medidos usando una ecografía en modo-B.

Resultados: Hubo diferencias significativas al evaluar los 3 grupos en los niños, en las variables que miden la calidad del músculo: Eco-intensidad y porcentaje de grasa del recto femoral ($v.p. < 0,05$), el espesor muscular del vasto intermedio tanto anterior ($v.p. < 0,05$), como lateral ($v.p. < 0,01$), y en el ángulo de penneación del recto femoral (ARF) ($v.p. < 0,05$) y del vasto lateral (AVL) ($v.p. < 0,01$). Entre los grupos b y c se encontraron diferencias en el ARF en niños ($v.p. < 0,01$) y en el AVL en niñas ($v.p. < 0,05$).

Conclusión: La forma en la que se realice la iniciación deportiva en niños entre 7 y 10 años puede generar diferencias en el músculo del cuádriceps, que pueden hacerse evidentes mediante el uso de la ecográfica muscular cuantitativa. Esos cambios están además relacionados con la duración y la frecuencia del estímulo, lo cual supone un aspecto cualitativo para tener en cuenta durante la programación de los contenidos de entrenamiento en estas edades.

Palabras clave:

Niños. Ultrasonografía. Deportes. Desarrollo muscular. Músculo cuádriceps.

Correspondencia: Juan C. Giraldo García

E-mail: juangiraldog@elpoli.edu.co

Introduction

Skeletal muscle in growing children has not been thoroughly studied due to the requirement of invasive methods, such as biopsies, which, for ethical reasons, cannot be applied in minors. However, advancements in imaging techniques have progressively changed the situation and, nowadays, studies are being conducted with children and adolescents, even longitudinal studies, to analyse the muscle tissue at the metabolic and biochemical levels with magnetic resonance (MRI)¹, although there are still few data available. According to these studies, the estimated growth rate in the arm and leg muscle thickness of schoolchildren is similar before adolescence. During childhood, the muscle fiber of boys and girls has a similar diameter, and it is during adolescence when the adult fiber thickness is reached².

To evaluate the evolution of skeletal muscle in growing children, different measurements have been employed, such as muscle strength, muscle power, anthropometry, magnetic resonance imaging (MRI), computerised tomography (CT) and ultrasonography (US). US and dual energy x-ray absorptiometry (DEXA) can provide beneficial reference information for the follow-up of adaptations to training, nutritional regimes and injuries^{3,4}. Some studies have demonstrated that the effects of strength training on the physiological cross-sectional area of the muscle and on strength in children have a similar direction and a different magnitude with respect to adults⁵. It has also been reported that muscle strength, muscle thickness and eco-intensity (EI) (the latter two measured by US) are affected by changes in body weight, height and age in minors. This influence only shows relevant changes in muscle strength and muscle thickness, since little is known about changes in muscle quality measured by EI. The few studies that have analysed these effects show significant changes in healthy children⁶. EI in adults increases along the years, whereas in children it is not associated with age. That is, throughout childhood, during the normal development of the muscles, EI does not change significantly^{7,8}. In any case, there is little information about the effects of physical activity and sport training on muscle quality measured by US through EI.

Studies based on the evaluation of strength reveal that muscle quality is similar between genders during childhood, evidenced by the lack of differences when strength is expressed in relation to muscle mass or to the physiological cross-sectional area (PCSA). PCSA is a great

predictor of strength in children⁹ and muscle thickness measured by US, which is easy to carry out, has an excellent correlation with PCSA¹⁰. In fact, between 5 and 10 years of age, children accumulate lean body mass at a similar rate. However, environmental factors, particularly the intensity and duration of physical activity, are related to the small differences in motor performance that appear between genders at that age range¹¹.

The way in which schoolchildren are initiated in sports can be approached from different perspectives. On the one hand, specific or vertical initiation is characterised for focusing on the acquisition of learning and technical-tactical elements of a specific sport. Since there is a repetition of movements during the acquisition of such execution patterns, there is also specific stimulation of the muscle groups involved in those movements. On the other hand, there is a horizontal or non-specific initiation, also known as multisport initiation¹², which focuses on making use of the common characteristics of several sports, with the aim of acquiring competences and learning that can be extrapolated to other sports. Since there is variability in the proposed technical-tactical situations, the stimulation of the muscles involved in those movements is also multiple, and less specialised.

Therefore, the hypothesis proposed in this work is that the way in which a person is initiated in sports may influence the development of some of the muscles involved in the most repeated movements. Thus, the aim of the present study was to analyse the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps in children who had been initiated in sports in different ways.

Material and method

Participants

The study was conducted in an intentional sample of 184 schoolchildren, 75 girls (9.41±0.91 years old) and 109 boys (8.97±1.14 years old), from two sports initiation schools and a primary education school of Medellín, Colombia. The exclusion criteria considered were: the presence of cardiovascular or metabolic disease, muscle-bone lesions or sexual maturation self-reported Tanner stage different from 1¹³. The children and their parents signed an informed assent and consent, respectively. The study protocol was approved by the ethics committee of the Jaime Isaza Cadavid Colombian Polytechnic University. The characteristics of the participant groups are shown in Table 1.

Table 1. Descriptive statistics.

	Boys			Girls		
	Soccer	Multisport	No sport	Soccer	Multisport	No sport
n	81	15	13	1	43	31
Age (years)	8.9±1.16	9.2±1.04	9.8±0.55	10.7	9.1±1.07	9.8±0.55
Hight (cm)	133.8±8.61	134.9±8.12	137.9±7.08	138	134.7±8.07	138.3±7.23
Weight (Kg)	31.5±8.40	32.5±7.79	34.9±6.65	29.4	32.2±7.81	34.9±6.62
Fat %	16.23±7.07	17.23±6.63	18.81±5.95	10.07	17.06±6.70	18.64±5.89
BMI (Kg/m ²)	17.4±3.19	17.7±2.96	18.3±2.90	15.44	17.6±3.05	18.2±2.85

Design

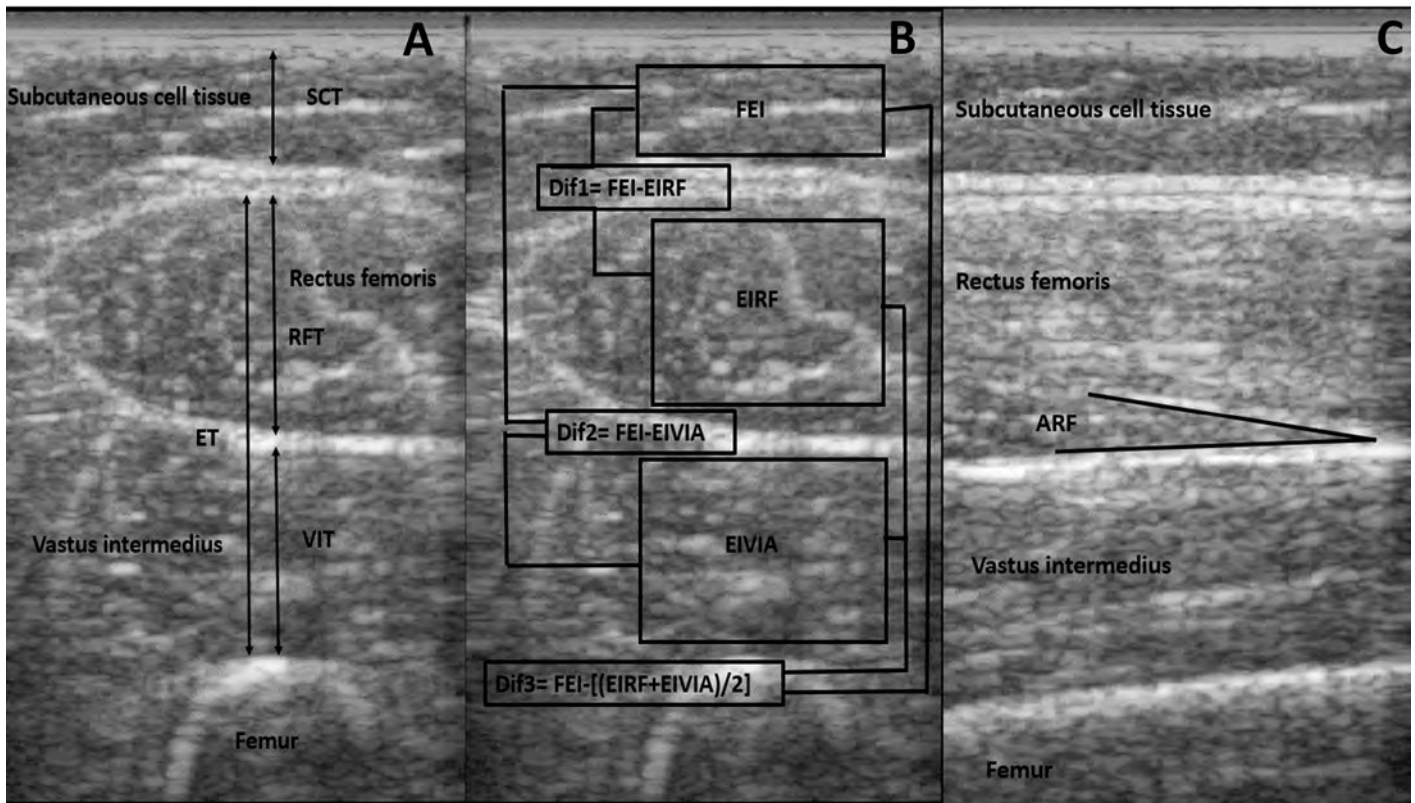
A transversal, comparative, non-randomised study was carried out. All participants attended either the laboratory of the Jaime Isaza Cadavid Colombian Polytechnic University or a room adapted to serve as a laboratory in the facilities of the San José de las Vegas School and the Lucrecio Jaramillo School (all three institutions located in Medellín, Colombia), between October 2018 and March 2019, where the following anthropometric measurements were recorded: body weight, height and fat percentage. Then, ultrasound imaging was conducted on the right quadriceps of the participants. The study variables are described below.

Quantitative ultrasound

Transversal and longitudinal images were obtained for the quadriceps femoris of the right leg using a B-mode ultrasound imaging device (B-Ultrasonic Diagnostic System, Contec, CMS600P2, Republic of China). A linear transducer (gain: 58, frequency: 7.5 MHz; depth: 6 cm), covered with enough water-soluble transmitter gel to avoid the compression of the dermal surface, was placed on two anatomical points: 1) in the anterior region, at the middle point between the antero-superior iliac spine, and 2) in the lateral region, at the middle point between the antero-superior iliac spine and the superior-external angle of the patella. In each anatomical point, longitudinal and transversal ultrasound sections were performed to evaluate the femoral rectus and vast intermediate (anterior

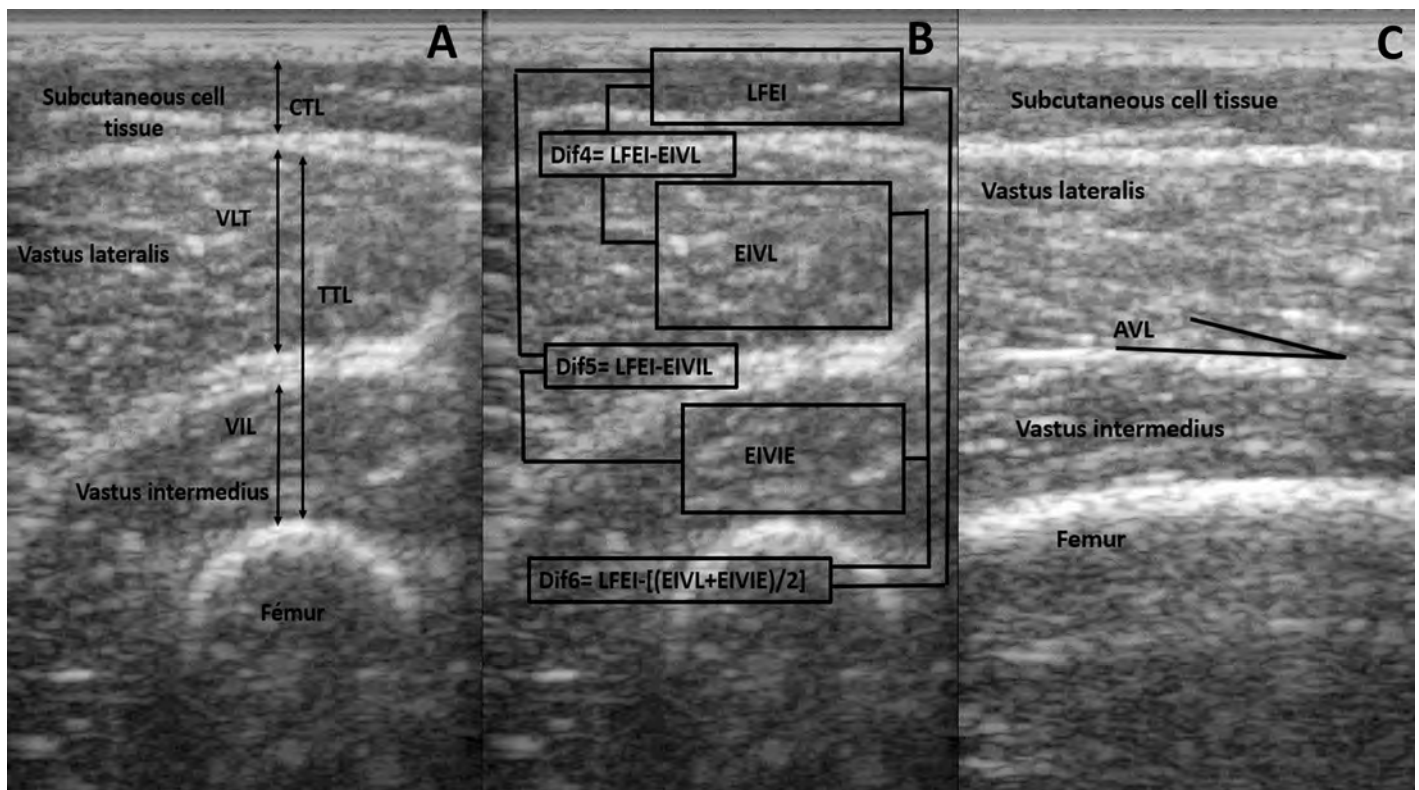
region)¹⁴ and the vast lateral and vast intermediate (lateral region)¹⁵. The subjects were evaluated in supine position, at a minimum rest of 5 min, and they were asked to do no vigorous physical effort that day before the measurement. Two longitudinal and two transversal images were taken for each middle point. The frozen image was digitalised and later analysed using the ImageJ free software (National Institute of Health, USA, v.IJ 1.46). The anterior transversal images were used to measure the muscle thickness of the rectus femoris (lower margin of the anterior fascia of the rectus femoris to the upper margin of the posterior fascia of the rectus femoris), the thickness of the vastus intermedius (lower margin of the intermuscular fascia and the periosteum of the femur), and the total thickness of the anterior quadriceps (lower margin of the rectus femoris to the periosteum of the femur) (Figure 1)¹⁴. The lateral transversal images were used to measure: the muscle thickness of the vastus externus (lower margin of the anterior fascia of the vastus externus to the upper margin of the posterior fascia of the vastus externus), the thickness of the vastus intermedius in lateral view (lower margin of the intermuscular fascia and the periosteum of the femur), and the total thickness of the lateral quadriceps (lower margin of the vastus externus to the periosteum of the femur) (Figure 2)¹⁵. The transversal images were also used to determine the EI of the different muscles evaluated using the histogram tool in ImageJ. The region of interest was selected as the largest rectangular area of each muscle excluding fascia. The mean of the two images was expressed as a value between 0 (black) and

Figure 1. Images of the anterior region of the thigh.



A: transversal section, measurement of thickness. B: transversal section, areas of interest for the measurement of eco-intensity, the differences of EI with subcutaneous adipose tissue (Dif1 to Dif3) and the % of muscle fat. C: longitudinal section and measurement of the pennation angle.

Figure 2. Images of the lateral region of the thigh.



A: transversal section, measurement of thickness. B: transversal section, areas of interest for the measurement of eco-intensity, the differences of EI with subcutaneous adipose tissue (Dif4 to Dif6) and the % of muscle fat. C: longitudinal section, measurement of the pennation angle.

225 (white). The EI was correlated to the subcutaneous cell tissue, as suggested by Young, and the fat percentage was measured using the method proposed by the same author for every muscle¹⁶. Moreover, as a control strategy, the difference in fat EI with respect to each portion of the quadriceps evaluated was also determined (Dif1 to Dif6)¹⁷. The longitudinal images were used to determine the pennation angle of the rectus femoris and the vastus externus. The values used for the statistical analysis of the muscle thickness and the penetration angle were the mean of the two measurements of each image. The coefficient of variation of two measurements, at different moments of the same day for ten subjects, was 5%, 0.4% and 0.8% for muscle thickness, EI and pennation angle, respectively.

Anthropometry

Body mass and height were measured without footwear and in sports clothes. Body fat percentage was estimated following Lohman's method for skinfolds measured in two places: triceps and subscapula¹⁸.

Sports

Sports practice was divided into three groups. The vertical sport initiation group (soccer), was composed of children who only practised soccer. This group trained 3 times per week (tuesday, thursday and sa-

turday), for 120 minutes per session. The structure of the training session approaches physical, technical and tactical contents from an integral perspective, applying such contents to specific game situation. The training sessions were divided into 8 blocks, which included stretching, core proprioception and stability, strength, speed, aerobic resistance, general technique, specific technique, sectorial soccer and integrated competitive soccer. The horizontal sport initiation group (multisport) was constituted by children who practised volleyball, basketball, swimming, gymnastics and cheerleading. The training of the multisport group included mostly contents related to physical coordination attributes and, secondarily, physical condition attributes. Obviously, by working on the different motor capacities and abilities, the children also developed their physical condition. This group applied a global and playful methodology, with no special influence on the development of any attribute. The multisport children trained once per week, for 3 hours, rotating through different sports. Only the girls who practiced cheerleading trained twice per week, for 1.5 hours per session. The third group (no sport) did not practise any sport in a sport club on a regular basis.

Statistical analysis

The descriptive analysis of the sociodemographic and ultrasound aspects was carried out using absolute frequencies, relative frequencies and summary indicators such as arithmetic mean, standard deviation,

median, interquartile range, and minimum and maximum values. The normality criterion of some variables was established using the Shapiro-Wilk test, and the homoscedasticity criterion was determined by the Levene test. To establish the relationship between the sociodemographic aspects (gender – sport group) and the ultrasound aspects, the Student T-test or the Mann-Whitney U-test was applied to compare two different groups, and for three-group comparisons, the single factor ANOVA test or the Kruskal-Wallis test was used, establishing $p < 0.05$ as statistically significant. The entire statistical process was conducted using the Stata software (Statacorp, v.16.0, College Station, Texas, USA).

Results

The sample was divided into 3 groups according to the sport practised and also by gender. Due to the fact that only one girl practised soccer, she was excluded from the statistical analysis. Consequently, the statistical analysis of the girls only included two groups: multisport and no sport. Table 2 shows the results of the boys in the three groups, and Table 3 presents the results of the two groups for boys and girls.

Discussion

Eco-intensity

In this study, statistically significant differences were found between the children who practised soccer and the other two groups of participants in the EI of the rectus femoris and vastus intermedius (EIRF, FPRF, Dif1, Dif3). These differences appear in the measurements that include the rectus femoris. Previous studies without the type of sport initiation as a differentiating variable have shown that EI in children does not change during normal growth¹⁹. A study conducted by Jacobs *et al.* (2013), with 25 children aged between 0 and 12 years, concluded that eco-intensity was not influenced by weight, height or age in healthy children, since the changes observed were not significant⁶. Another study reported that no changes were observed in age in the grayscale level, since there were no abnormal deposits of fat or connective tissue²⁰. As the muscle grows, the ultrasound images will start showing the different muscle membranes, which can increase the EI^{6,7}, although muscle fiber thickness increases, which decreases the contribution of fibrous tissue, thus increasing the muscle tissue and, consequently, decreasing the EI. In the

Table 2. Distribution of the quantitative ultrasound characteristics according to sport type (boys).

		Soccer (n= 81)	Multisport (n= 15)	No sport (n = 13)	p value
FEI*	Fat EI anterior region of the thigh	146.19 (13.19)	145.47 (11.36)	141.16 (11.57)	0.2021
EIRF	EI of the rectus femoris	155.41 ± 19.40	168.85 ± 13.89	164.72 ± 15.47	0.0162 †
FPRF	Fat % of the rectus femoris	19.12 ± 1.79	20.36 ± 1.28	19.97 ± 1.42	0.0162 †
EIVIA	EI of the VI anterior thigh	142.28 ± 16.82	145.28 ± 12.81	148.92 ± 11.54	0.3375
FPVI	Fat % of the VI	21.41 ± 1.90	21.72 ± 1.45	22.15 ± 1.30	0.3491
Dif1	Difference between FEI and EIRF	-7.99 ± 24.64	-24.61 ± 18.43	-21.46 ± 20.88	0.0148 †
Dif2	Difference between FEI and EIVIA	5.13 ± 20.34	-1.03 ± 17.31	-5.65 ± 16.49	0.1307
Dif3	Difference between FEI and median of EIRF and EIVIA	-1.43 ± 21.26	-12.82 ± 16.86	-13.56 ± 17.82	0.0351 †
LFEI	Fat EI lateral region of the thigh	135.07 ± 11.81	134.45 ± 11.19	138.55 ± 9.12	0.5631
EIVL	EI of the vastus lateralis	161.54 ± 18.11	168.23 ± 16.33	170.53 ± 11.76	0.1207
FPVL	Fat % of the vastus lateralis	23.62 ± 2.05	24.37 ± 1.85	24.63 ± 1.32	0.1224
EIVIE	EI of the VI external thigh	139.14 ± 19.24	137.77 ± 13.77	142.16 ± 11.26	0.7986
FPVIE	Fat % of the VI external region	21.06 ± 2.18	20.90 ± 1.56	21.39 ± 1.28	0.8058
Dif4	Difference between FEI and EI of the VL	-26.47 ± 17.83	-33.78 ± 15.33	-31.91 ± 9.83	0.2101
Dif5*	Difference between FEI and EIVI external region	-6.06 (22.83)	-4.85 (32.32)	-5.01 (22.11)	0.9553
Dif6*	Difference between FEI and median of EIVL and VI external region	-16.61 (23.65)	-22.15 (24.64)	-19.28 (13.18)	0.7192
SCT*	Subcutaneous cell tissue	5.79 (4.71)	7.86 (3.79)	9.57 (5.43)	0.0216 †
RFT*	Rectus femoris thickness	18.86 (4.43)	20.07 (4.71)	20.93 (4)	0.2854
VIT	VI thickness anterior region	12.07 ± 2.80	12.81 ± 2.48	14.41 ± 3.38	0.0226 †
TT	Total quadriceps thickness (RFT + VIT)	33.01 ± 4.77	34.16 ± 5.06	36.08 ± 5.14	0.0985
CTL*	Subcutaneous cell tissue thickness lateral region	4.28 (3.93)	5.86 (2.93)	6.93 (4.43)	0.0343 †
VLT	VL thickness	14.04 ± 2.93	13.94 ± 3.47	14.34 ± 2.79	0.9325
VIL*	VI lateral region	10.71 (3.43)	12.43 (4.35)	13.57 (1.07)	0.0043 ††
TTL	Total thickness lateral region (VLT+VIT)	27.24 ± 3.93	27.86 ± 6.28	30.18 ± 4.96	0.088
ARF*	Penetration angle of the rectus femoris	12.87 (3.66)	12.6 (2.68)	10.79 (1.42)	0.024 †
AVL*	Penetration angle of the vastus lateralis	14.51 (3.97)	11.67 (2.43)	12.13 (1.46)	0.0018 ††

The data are presented as arithmetic measure ± standard deviation; *The data are presented as median (interquartile range); † $p \leq 0.05$; †† $p \leq 0.01$.

Table 3. Distribution of the quantitative ultrasound characteristics according to sport type.

	Boys			Girls		
	Multisport n= 15	No sport n = 13	p value	Multisport n= 43	No sport n = 31	p value
FEI*	145.47 (11.36)	141.16 (11.57)	0.6177	142.04 (11.49)	142.43 (9.91)	0.7306
EIRF	168.85 ± 13.89	164.72 ± 15.47	0.4629	169.60 ± 13.89	169.17 ± 15.40	0.9004
FPRF	20.36 ± 1.28	19.97 ± 1.42	0.4531	20.43 ± 1.28	20.39 ± 1.42	0.8997
EIVIA	145.28 ± 12.81	148.92 ± 11.54	0.4399	151.85 ± 14.67	153.15 ± 15.68	0.7149
FPV I	21.72 ± 1.45	22.15 ± 1.30	0.4406	22.49 ± 1.66	22.64 ± 1.77	0.7128
Dif 1	-24.61 ± 18.43	-21.46 ± 20.88	0.6753	-27.43 ± 16.42	-25.89 ± 19.28	0.7102
Dif 2	-1.03 ± 17.31	-5.65 ± 16.49	0.4777	-9.68 ± 16.21	-9.86 ± 18.91	0.9644
Dif3	-12.82 ± 16.86	-13.56 ± 17.82	0.9112	-18.56 ± 14.99	-17.88 ± 18.33	0.8604
LFEI	134.45 ± 11.19	138.55 ± 9.12	0.3027	138.56 ± 7.87	134.60 ± 5.64	0.0191 †
EIVL	168.23 ± 16.33	170.53 ± 11.76	0.6772	172.11 ± 13.42	171.01 ± 12.40	0.7206
FPVL	24.37 ± 1.85	24.63 ± 1.32	0.6859	24.81 ± 1.52	24.68 ± 1.40	0.7199
EIVIE	137.77 ± 13.77	142.16 ± 11.26	0.3689	150.70 ± 15.61	150.88 ± 13.23	0.9582
FPVIE	20.90 ± 1.56	21.39 ± 1.28	0.3756	22.37 ± 1.77	22.39 ± 1.50	0.9568
Dif 4	-33.78 ± 15.33	-31.91 ± 9.83	0.7191	-33.54 ± 11.71	-36.41 ± 13.03	0.3233
Dif 5*	-4.85 (32.32)	-5.01 (22.11)	0.9639	-14.70 (20.93)	-14.69 (14.94)	0.327
Dif 6*	-22.15 (24.64)	-19.28 (13.18)	0.7168	-23.09 (13.02)	-25.92 (15.61)	0.3377
SCT*	7.86 (3.79)	9.57 (5.43)	0.5942	8.42 (3.12)	7.78 (5.14)	0.7995
RFT*	20.07 (4.71)	20.93 (4)	0.413	17.61 (2.96)	16.36 (3)	0.0221 †
VIT	12.81 ± 2.48	14.41 ± 3.38	0.1624	13.26 ± 2.50	14.25 ± 3.23	0.1382
TT	34.16 ± 5.06	36.08 ± 5.14	0.3295	33.20 ± 4.28	32.62 ± 4.60	0.5718
CTL*	5.86 (2.93)	6.93 (4.43)	0.2124	6.36 (2.99)	5.78 (3.21)	0.5945
VLT	13.94 ± 3.47	14.34 ± 2.79	0.7437	12.57 ± 2.50	13.44 ± 2.57	0.149
VIL*	12.43 (4.35)	13.57 (1.07)	0.2589	11.21 (3.50)	11.14 (3.36)	0.659
TTL	27.86 ± 6.28	30.18 ± 4.96	0.2938	26.25 ± 3.85	26.94 ± 4.35	0.4667
ARF*	12.6 (2.68)	10.79 (1.42)	0.0052 ††	11.75 (3.28)	10.86 (2.13)	0.1419
AVL*	11.67 (2.43)	12.13 (1.46)	0.7168	12.48 (3.34)	11.29 (1.26)	0.0176 †

The data are presented as arithmetic measure ± standard deviation; *The data are presented as median (interquartile range); †p≤0.05; ††p≤0.01.

present study, the decrease of EI could be due to a muscle fiber increase, caused by the different type of sport initiation (practice regularity, training content orientation, etc.). According to the results obtained in this study, quantitative ultrasonography could accurately measure the changes in muscle size, especially muscle thickness, with an excellent correlation with the physiological cross-section area^{21,22}. EI is modified by training in adult people²³, and fat replacement is the main cause of muscle EI increase in them⁸. The results of a different study indicate that, for adolescent children, leg muscle quality is not significantly influenced by maturation²⁴. A study conducted with men aged between 19 and 68 years compared muscle fat, measured by US, with health and physical activity indicators, and concluded that intramuscular fat was inversely associated with physical activity²⁵. In our study, the differences found in the analysed groups show that there is a relationship between physical stimuli and changes in muscle quality. The main difference was the decrease of EI, which has not been explained yet in children. A possible explanation would be the decrease of intramuscular fat, measured by ultrasonography, with an increase of muscle fiber size. According to these

results, ultrasonography could be considered as a tool to measure the effects of exercise performed by children, in terms of proper stimuli to generate measurable muscle changes. The statistical difference in these components of the quadriceps may be due to the specialisation of the training carried out by the soccer group, who performed a larger number of specific kicking exercises, with a greater orientation to physical work for the muscle groups evaluated and, particularly, the rectus femoris. However, this did not happen in the multisport group, whose practice frequency was lower, as well as the orientation of their exercises, which were rather focused on coordination work and motor competence, with conditional capacities such as strength being less important. This fact suggests that there are no significant differences between the multisport group and the no sport group in both genders. It is worth highlighting the subtraction of fat EI minus muscle EI, measured in our study with variables Dif1 and Dif3, which showed statistically significant differences. As an internal reference of the subject, subcutaneous fat tissue EI allows its comparison with other ultrasound results, offering a way to better evaluate the changes generated by physical activity in

schoolchildren. This could be a useful tool to determine whether the type of physical exercise performed by the child is enough to generate changes in muscle tissue, which is the main tissue involved in both movement and metabolic aspects.

Fat and muscle thickness

Mean fat thickness in the anterior and lateral regions was different and statistically significant between the three groups of children. The lowest values were obtained in the soccer group, whereas the highest values were shown by the no sport group, who did not perform any physical practice on a regular basis. These results corresponded to the fat percentage measured by skinfold (Table 1). Between the multisport and no sport groups, the differences were not significant, neither in boys nor girls. These results suggest that the specific components of sport and, specifically, the orientation of the training contents, could be intense, long and frequent enough to maintain the fat values under the values of children who do not exercise regularly. This could help to establish reference indicators, which, in addition, would be consistent with some of the recommendations found in the literature about the characteristics of exercise in minors²⁶.

The thickness of the vastus intermedius measured in the anterior and external regions (VIT, VITE) was significantly different between the three groups, with the lowest values in the soccer group. There were no differences in muscle thickness between the multisport and no sport groups in boys, whereas in girls there was a significant difference only in RFT. Muscle thickness and, particularly, the diameter of human muscle fibre, increase with age^{6,27–29}, which is in line with the results of our study, since the mean age of the groups is lower in the soccer group and higher in the no sport group, in both boys and girls (boys: "soccer": 8.9 ± 1.16 ; "multisport": 9.2 ± 1.04 ; "no sport": 9.8 ± 0.55 . Girls: "multisport": 9.1 ± 1.07 ; "no sport": 9.8 ± 0.55).

Pennation angle

The difference in pennation angle was statistically significant in boys for the two muscles evaluated, i.e., rectus femoris and vastus lateralis, between the three groups. Between the multisport and no sport groups, there were significant differences in ARF in boys and in AVL in girls. All these differences caused an increase in the pennation angle in the soccer group with respect to the other two groups, and in the multisport group with respect to the no sport group. These results are in line with the idea that a greater pennation angle is related to greater muscle strength^{30,31}. In our case, the differences in the pennation angle could be determined by a higher frequency of sport stimuli (longer weekly practice time), which was different depending on the type of sport initiation of the evaluated sample. Despite the similarities in the use of the quadriceps in the different sports practised by the children of this study, such as jumping, running and changes of direction, the frequency of kicking in soccer makes those who practise this sport activate it more often in the training session, since this movement specifically stimulates the rectus femoris^{32,33}. Thus, it would meet one of the principles of adaptation to training, i.e., the specificity principle³⁴, which would explain the obtained results. However, it must be taken into account that these results may

be determined by the higher frequency and duration of the training in the soccer group with respect to the other two groups.

Conclusions

In view of the results obtained in this study, it can be asserted that the orientation of the training contents in sport initiation, in children aged between 7 and 10 years, may generate differences in the quadriceps, which can be shown by quantitative muscle ultrasonography. Such changes would be related to the duration and frequency of stimuli, which can be a useful tool for trainers in the planning of the training contents. This can induce a qualitative improvement of the effect of the exercises, determined by their specific orientation.

Limitations

Due to the inherent difficulties of research in our area, mainly caused by the scarcity of financial resources and the social conditions of the city, it was not possible to recruit a larger sample, to include, for instance, a greater number of girls in the soccer group. Furthermore, the results are determined by the difference in the number of practice days per week. Future studies should compare groups with different types of sport initiation and the same frequency of weekly practice.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

1. Van Praagh E, Doré E. Short-term muscle power during growth and maturation. *Sport Med*. 2002;32:701–28.
2. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Skeletal muscle tissue. En: Patterson J, Feld M. Growth, maturation, and physical activity. Champaign. *Human kinetics*; 2004. p. 137–57.
3. Melvin MN, Smith-Ryan AE, Wingfield HL, Ryan ED, Trexler ET, Roelofs EJ. Muscle characteristics and body composition of NCAA division I football players. *J Strength Cond Res*. 2014;28:3320–9.
4. Heredia JM, Tejada V, Ventaja J, Orantes E. Valoración de la grasa corporal: ultrasonidos frente a sistemas de bioimpedancia tetrapolar y antropometría. Estudio piloto. *Arch Med Deporte*. 2015;32:20–4.
5. Fukunaga T, Funato K. The effects of resistance training on muscle area and strength in prepubescent age. *Ann Physiol Anthropol*. 1992;11:357–64.
6. Jacobs J, Jansen M, Janssen H, Rajjmann W, Van Alfen N, Pillen S. Quantitative muscle ultrasound and muscle force in healthy children: A 4-year follow-up study. *Muscle Nerve*. 2013;47:856–63.
7. Scholten RR, Pillen S, Verrips A, Zwarts MJ. Quantitative ultrasonography of skeletal muscles in children: normal values. *Muscle Nerve*. 2003;27:693–8.
8. Reimers K, et al. Skeletal muscle sonography: a correlative study of echogenicity and morphology. *J Ultrasound Med*. 1993;12:73–7.
9. Melvin MN, Smith-Ryan AE, Wingfield HL, Fultz SN, Roelofs EJ. Evaluation of muscle quality reliability and racial differences in body composition of overweight individuals. *Ultrasound Med Biol*. 2014;40:1973–9.
10. Akagi R, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Establishing a new index of muscle cross-sectional area and its relationship with isometric muscle strength. *J Strength Cond Res*. 2008;22:82–7.
11. Keller BA. State of the Art Reviews: Development of fitness in children: The Influence of Gender and Physical Activity. *Am J Lifestyle Med*. 2008;2:58–74.
12. González S, García L, Contreras O, Sánchez Mora D. El concepto de iniciación deportiva en la actualidad. *Retos*. 2009;15:14–20.

13. Mundy LK, Simmons JG, Allen NB, Viner RM, Bayer JK, Olds T, et al. Study protocol: the childhood to adolescence transition study (CATS). *BMC Pediatr*. 2013;13:160–72.
14. Dew AP, Moreau NG. A comparison of 2 techniques for measuring rectus femoris muscle thickness in cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2012;24:218–22.
15. Caresio C, Molinari F, Emanuel G, Minetto MA. Muscle echo intensity: reliability and conditioning factors. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2015;35:393–403.
16. Young H, Jenkins NT, Zhao Q, Mccully KK. Measurement of intramuscular fat by muscle echo intensity. *Muscle Nerve*. 2015;52:963–71.
17. Wu JS, Darras BT, Rutkove SB. Assessing spinal muscular atrophy with quantitative ultrasound. *Neurology*. 2010;75:526–31.
18. Gómez R, De Marco A, De Arruda M, Martínez C, Salazar C, Valgas C, et al. Predicción de ecuaciones para el porcentaje de grasa a partir de circunferencias corporales en niños pre-púberes. *Nutr Hosp*. 2013;28:772–8.
19. Ng KW, Connolly AM, Zaidman CM. Quantitative muscle ultrasound measures rapid declines over time in children with SMA type 1. *J Neurol Sci*. 2015;358:178–82.
20. Rutkove SB, Geisbush TR, Mijailovic A, Shklyar I, Pasternak A, Visyak N, et al. Cross-sectional evaluation of electrical impedance myography and quantitative ultrasound for the assessment of Duchenne muscular dystrophy in a clinical trial setting. *Pediatr Neurol*. 2014;51:88–92.
21. Stock MS, Mota JA, Hernandez JM, Thompson BJ. Echo intensity and muscle thickness as predictors of athleticism and isometric strength in middle-school boys. *Muscle Nerve*. 2017;55:685–92.
22. Kleinberg CR, Ryan ED, Tweedell AJ, Barnette TJ, Wagoner CW. Influence of lower extremity muscle size and quality on stair-climb performance in career firefighters. *J Strength Cond Res*. 2016;30:1613–8.
23. Mota JA, Stock MS, Thompson BJ. Vastus lateralis and rectus femoris echo intensity fail to reflect knee extensor specific tension in middle-school boys. *Physiol Meas*. 2017;38:1529–41.
24. Fukunaga Y, Takai Y, Yoshimoto T, Fujita E, Yamamoto M, Kanehisa H. Effect of maturation on muscle quality of the lower limb muscles in adolescent boys. *J Physiol Anthropol*. 2014;33:30.
25. Young H, Southern WM, Mccully KK. Comparisons of ultrasound-estimated intramuscular fat with fitness and health indicators. *Muscle Nerve*. 2016;54(4):743–9.
26. WHO. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. 2010. (Accessed June 2019). Available: http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf
27. Lin JP, Brown JK, Walsh EG. Physiological maturation of muscles in childhood. *Lancet*. 1994;343:1386–9.
28. Ozdemir H, Sedef K, Konus O, Aytekin C, Onal B, Ataman A, et al. Quadriceps muscle thickness and subcutaneous tissue thickness in normal children in Turkish population: sonographic evaluation. *Gazi Med J*. 1995;6:141–4.
29. Kanehisa H, Yata H, Ikegawa S, Fukunaga T. A cross-sectional study of the size and strength of the lower leg muscles during growth. *Eur J Appl Physiol*. 1995;72:150–6.
30. Alegre L, Lara A, Abián J, Jiménez L, Ureña A, Aguado X. Arquitectura muscular en cuatro grupos de mujeres jóvenes. *Arch Med Deporte*. 2006;23:265–73.
31. Moreau NG, Simpson KN, Teefey SA, Damiano DL. Muscle architecture predicts maximum strength and is related to activity levels in cerebral palsy. *Phys Ther*. 2010;90:1619–30.
32. Cerrah AO, Gungor EO, Soylu AR, Ertan H, Lees A, Bayrak C. Muscular activation patterns during the soccer in-step kick. *Isokinet Exerc Sci*. 2011;19:181–90.
33. Robertson D, Mosher R. Work and power of the leg muscles in soccer kicking. *Biomechanics IX-b*. 1985;533–8.
34. Billat V. *Fisiología y metodología del entrenamiento. De la teoría a la práctica*. Barcelona. Editorial Paidotribo; 2002. p. 168.

Upper body injuries and Key Performance Indicators in professional basketball players

Álvaro Bustamante-Sánchez¹, Juan J. Salinero², Juan Del Coso²

¹Bachelor in Sport Science, Bachelor in Computer Science. MSc in Sport Performance. Universidad Europea de Madrid. Faculty of Sport Sciences. Spain. ²Bachelor in Sport Science. PhD in Sport Performance. PhD in Sport Performance. Sport Science School. Universidad Camilo José Cela. Spain.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00013

Recibido: 07/01/2020

Aceptado: 13/10/2020

Summary

Introduction: Upper body injuries are less common than lower body injuries in basketball, but there is still a lack of knowledge about the relationship among their occurrence and the performance profile of professional basketball players. This study aimed to analyse the relationships between upper-body injuries and Key Performance Indicators (KPIs) of basketball players. **Material and method:** Statistical variables of 554 professional basketball players (age: 26.97±4.86 years, height: 199.23±8.80 cm, minutes per season: 441.18±301.41) in Spanish ACB (*Asociación de Clubes de Baloncesto*) professional competition were analysed for two seasons (2012-13 and 2013-14). Besides, injury reports were registered and injuries were categorized with OSICS-10 classification. The players who played the most minutes during the season were more likely to suffer lumbar spine, head, wrist, and hand injuries. The players injured in the thoracic spine obtained a better average in steals per minute. The players injured in the head or the elbow had better +/- performance per minute. The players injured in the neck had better means per minute in received fouls, free throws made and attempted.

Results: The players injured in the lumbar spine had better means, per minute played, in assists, probably by their continuous column twists to protect the ball with the body to avoid bumps. Players injured in the shoulder had more blocked shots per minute than those not injured, probably because the realization of a block involves a shoulder flexion and rotation. It would be interesting to carry out a specific follow-up in this type of player, for this type of injury. This information could be helpful to improve injury prevention with the use of KPIs of basketball.

Key words:

Basketball. Injury. KPI. Performance.
Hand. Shoulder. Elbow. Neck.
Head. Spine.

Lesiones de la parte superior del cuerpo e indicadores clave de rendimiento en jugadores profesionales de baloncesto

Resumen

Introducción: Las lesiones de la parte superior del cuerpo son menos frecuentes que las de las extremidades inferiores en baloncesto, pero aún existe la necesidad de conocer la relación entre su ocurrencia y los perfiles de rendimiento de jugadores profesionales. El objetivo de este estudio es analizar la relación entre la ocurrencia de lesiones de la parte superior del cuerpo y los factores de rendimiento clave (*Key Performance Indicators, KPIs*) en jugadores profesionales de baloncesto.

Material y métodos: Se ha analizado la información estadística de 554 jugadores (edad: 26,97±4,86 años, estatura: 199,23±8,80 cm, minutos por temporada: 441,18±301,41) en la liga regular ACB durante dos temporadas (2012-13 y 2013-14). Además, se han recogido los partes médicos de cada jornada y categorizado las lesiones según el sistema OSICS 10. Los jugadores que jugaron más minutos durante la temporada fueron más propensos a sufrir lesiones en la columna lumbar, la cabeza, la muñeca y las manos. Los jugadores lesionados en la columna torácica obtuvieron un mejor promedio en robos por minuto. Los jugadores lesionados en la cabeza o el codo tuvieron un mejor rendimiento de +/- por minuto.

Resultados: Los jugadores lesionados en el cuello tuvieron mejores promedios por minuto en faltas recibidas, tiros libres realizados e intentados. Los jugadores lesionados en la columna lumbar tuvieron mejores promedios, por minuto jugado, en asistencias, probablemente por sus continuos giros de columna para proteger el balón con el cuerpo para evitar ayudas defensivas. Los jugadores lesionados en el hombro hicieron más tapones por minuto que aquellos no lesionados, probablemente porque la realización de un tapón implica una flexión y una rotación de hombro. Sería interesante realizar un seguimiento específico en este tipo de jugadores, para este tipo de lesiones. Esta información podría ser útil para mejorar la prevención de lesiones con el uso de KPIs en baloncesto.

Palabras clave:

Baloncesto. Lesiones. KPI. Rendimiento.
Mano. Hombro. Codo. Cuello.
Cabeza. Columna.

Correspondencia: Álvaro Bustamante Sánchez

E-mail: busta.es@gmail.com

Introduction

The upper body is not usually the anatomical region most injured in basketball¹, and that is the reason why the vast majority of studies focus on the incidence of lower extremity injuries, especially in ankle and knee joints^{2,3}. However, they should be paid the same attention, since any kind of injury can produce persistent symptoms⁴, lower performance and adverse psychological effects among athletes⁵. Although basketball is a sport in which the handling of the ball is done with the hands, injuries in the upper extremities are far less frequent than injuries in the lower extremities⁶. Injuries in the hands and arms predominate over those that occur in the shoulders or elbows⁷. Injuries in the upper extremities, in general, accounted for no more than 13% of basketball injuries at both amateur and professional levels^{8,9}.

Excluding stress injuries, the fingers of the hands are the place of the upper extremities in which a basketball player is more likely to suffer a fracture¹⁰. The interphalangeal joints are the most injured areas: injuries of the extensor and flexor tendons of the fingers, and fractures and dislocations are the most frequent lesions^{7,11}. Lacerations due to the realization of dunks have also been reported. This type of injuries occurs due to the impact of the hands with the pointed edges of the hoops or the support that joins the hoop and the backboard¹².

Several studies have analysed the incidence of hand and wrist injuries in the NBA (National Basketball Association) competition. In one of these studies, it was reported that 3.9% of the total injuries were in the wrist or in the hand¹³. In a previous study, this kind of injury was divided into wrist (1.9%), fingers (1.8%), hand (1.8%) and thumbs injuries (1.6%), with a total percentage of 7.1%⁹. Other subsequent research also divided this type of injury in several sections, reporting 4.5% of injuries on hands, 2.4% on fingers and 2.2% on thumbs, with a total percentage of 9.1% of wrist and hand injuries¹⁴. In the North American college basketball competitions, these types of injuries have also been studied: wrist injuries were 1.6%, and thumbs 2.3%, obtaining a total of 3.9% of hand and wrist injuries¹⁵. In Europe, there was reported a 9.7% of finger injuries in basketball players, although there was not used such an extensive system of classification¹⁶.

Back injuries are relatively common in basketball players: despite their relative frequency, a large percentage of these injuries are usually muscle strains⁶. Several longitudinal studies conducted in the NBA obtained similar results: lumbar injuries accounted for 6.8% of the total (and 11.0% of total days lost due to injury), ranking fourth in importance in both occurrence as in days of convalescence⁹. 9.0% of lumbar spine injuries with respect to the total, only behind the occurrence of knee injuries (19.1%) and ankle injuries (16.9%) in NBA¹⁴. In a study conducted in Europe with professional and non-professional players¹⁶, the incidence of back injury was 1.3 injuries per 1000 hours of training time. Lumbar injuries are usually among the four most common injuries, usually behind knee and ankle injuries.

Thoracic spine, head, neck, shoulder, elbow, thorax and forearm injuries have not been traditionally catalogued as predominant in professional basketball. Thoracic spine injuries have not exceeded 2% of incidence with respect to the total, with results of 1.1%¹⁷, 1.3%⁹ and 1.6%¹⁴ in the NBA. Head injuries have been more frequent than those

of the thoracic spine. If face and skull lesions are added, percentages of 1.9%⁹, 5.3%¹⁷, and 5.7%¹⁴ were obtained with respect to the total. Neck injuries have accounted for 1.5% of total injuries⁹, although in other studies^{14,17}, neck injuries have been classified as part of cervical spine injuries and there are no precise results on this anatomical region. Injuries in the shoulder joint have been also studied and accounting for an incidence of 3.7%¹⁴, 3.4%¹⁷ and 3.0%⁹. Elbow injuries have not been high in terms of incidence since they usually do not exceed 2% of all injuries. Specifically: 2.0%¹³, 1.9%¹⁴, and 1.5%⁹. Chest injuries do not usually exceed 2% of incidence. Specifically, they accounted for 1.9%¹⁷, 1.8%¹⁴ and 1.0%⁹. Forearm injuries are not usually recorded individually. In a study in which the arm injuries were recorded (without taking into account the joints), a percentage of 0.9% was obtained with respect to the total number of injuries¹⁷. Finally, abdominal injuries are very unusual and do not normally reach 1% of the total. Specifically, percentages of 0.7%¹⁷ and 0.6%^{9,14} have been obtained.

Basketball injuries have been traditionally studied according to their epidemiology: injuries per hour of exposition in both practices and games^{1,9,16,18}, different competitive levels^{16,19,20}, anatomical region or type of injury (muscular, concussion, ligamentous distension, etc.)^{1,9,14}, biomechanics and anthropometry^{12,14,16,17,20}. Differences in performance after a long-term injury with surgery have been also studied in NBA competition^{21,22}, but not many researches have studied the relationship between the occurrence of injuries and the performance of players in games³. A wider knowledge about the relationships between Key Performance Indicators (KPIs) and the occurrence of injuries could help strength and conditioning coaches, to develop a specific preventive work with the profiles of players most prone to injury. Moreover, this information could help to improve the rules in basketball, in order to decrease the occurrence of injuries.

Therefore, the aim of this study is to analyse the occurrence of upper body injuries and their relationship with KPIs in basketball players of the ACB (Asociación de Clubes de Baloncesto) professional competition.

Material and method

Design

To analyse the injuries of basketball players in the ACB league, a cross-sectional, descriptive and retrospective methodology was used to study the upper body injuries and the performance of the players, based on the information provided by the official website of the ACB league²³ in each of the injury reports parts prior to each game of the 2012-13 and 2013-14 seasons.

Participants

The sample was the total number of ACB players during the 2012-13 and 2013-14 seasons. It was established as a requirement to be included in the study: (1) to have played at least one match of the ACB league and (2) not to have played on another team of the same competition during the season. They fulfilled both requirements a sample of 554 players from the ACB league during the 2012-13 and 2013-14 seasons, therefore they all were included in this study.

Procedure

We reviewed the information of "News and Medical Report" on the official website of the ACB Basketball League²³, corresponding to the Regular Season of 2012-13 and 2013-14, adding a total of 68 league days registered games. All the injury reports of all the disputed days were obtained. From this information, it was identified which players of the competition had suffered each type of injury, registering the anatomical region. The OSICS classification was used for the categorization of injuries²⁴.

Subsequently, the total individual statistics of each player were obtained for each of the two seasons²³. The statistics collected the performance of the players for each variable in absolute values (total of the season) and per game played. As the risk of injury increases with minutes of exposure in matches²⁵, from the original data the individual statistics per player minute were calculated. Thus, the effect of time on the existing correlation between actions and game time was controlled.

Statistical analysis

The normality of the variables was checked with the K-S test for a sample. The data are shown as mean±standard deviation. To determine if there were significant differences (in the different performance variables during the matches), between the players who suffered a type of injury during the season and those who did not, a mean comparison was made using the t test in the case of variables with normal distribution and the Mann-Whitney U statistic for those nonparametric variables. The level of significance was established at $P < 0.05$ for all cases. The statistical program PASW Statistics 18 was used to carry out the statistical analysis.

Results

The variables of statistical performance relevant to the occurrence of upper body injuries are shown in Table 1.

Statistically significant differences have been found, relative to the total minutes played, between the set of players who presented a hand or wrist injury, and the group that did not present this type of injury

Table 1. Significant KPIs in upper body injury occurrence.

KPIs	Kind of Injury (injured or not)	N	Mean	Standard Deviation	P
Total minutes	Wrist or hand (No)	525	434.91	301.22	.020*
	Wrist or hand (Yes)	29	554.66	286.75	
Total minutes	Lumbar spine (No)	535	435.44	303.23	.018*
	Lumbar spine (Yes)	19	602.95	186.33	
Assists	Lumbar spine (No)	531	.063	.057	.008*
	Lumbar spine (Yes)	19	.091	.055	
Ranking	Lumbar spine (No)	531	.330	.381	.052
	Lumbar spine (Yes)	19	.424	.200	
Total minutes	Thoracic spine (No)	542	437.57	302.16	.059
	Thoracic spine (Yes)	12	604.50	217.21	
Steals	Thoracic spine (No)	542	.585	.405	.017*
	Thoracic spine (Yes)	12	.840	.275	
Total minutes	Head (No)	539	437.48	301.44	.034*
	Head (Yes)	11	624.00	248.16	
+/-	Head (No)	539	-.081	.517	.028*
	Head (Yes)	11	.094	.267	
Free throws attempted	Neck (No)	539	.091	.130	.005*
	Neck (Yes)	11	.124	.042	
Free throws made	Neck (No)	539	.068	.125	.005*
	Neck (Yes)	11	.095	.036	
Received fouls	Neck (No)	539	.099	.076	.003*
	Neck (Yes)	11	.135	.036	
Ranking	Neck (No)	539	.329	.380	.003*
	Neck (Yes)	11	.503	.131	
+/-	Elbow (No)	545	-.080	.515	.046*
	Elbow (Yes)	5	.158	.145	
Blocked shots	Shoulder (No)	541	.014	.019	.011*
	Shoulder (Yes)	9	.023	.013	

KPIs: Key Performance Indicators.

($P = 0.020$). As with the results of the injuries studied previously, the group of injured players on the wrist or hand played more minutes during the regular season (119.75 minutes more than average). However, no other variables associated with the statistically significant performance have been found in the occurrence of wrist or hand injuries.

The group of injured players in the lumbar spine played more minutes on average during the regular season (specifically 167.51 more minutes). Significant differences have also been found regarding the assists performed per minute played. The group of players with a lumbar spine injury, performed more assists per minute during the season ($P < 0.05$). There is a tendency towards significance in the case of the ranking per minute. The group of players with lumbar spine injury obtained the highest score per minute during the season ($P = 0.052$).

The injured players in the thoracic spine performed more steals per minute of play than the non-injured players during the regular season ($P = 0.017$). In addition, a tendency towards significance has been found in the minutes played: players injured in the thoracic spine played more minutes on average during the season ($P = 0.059$).

Injured players in the head played more minutes than the non-injured players during the regular season ($P = 0.034$). In addition, they obtained better results in the plus-minus statistics ($P = 0.028$).

Players injured in the neck tried and converted more free throws per minute than those not injured during the regular season ($P = 0.005$ in both cases). In addition, they suffered more fouls per minute ($P = 0.003$) and obtained a better ranking per minute ($P = 0.003$).

Players injured in the shoulder performed more blocked shots per minute than those that did not suffer shoulder injuries during the regular season ($P = 0.011$).

Injured players in the elbow obtained better plus-minus statistics per minute than non-injured players during the regular season ($P = 0.046$).

The variables of statistical performance irrelevant to the occurrence of upper body injuries are shown in Table 2.

Minutes played and received fouls per minute were studied for each anatomical region, except for those regions in which any of these variables were found significant for the occurrence of an injury, in which we included the analysis of an extra KPI that could be related to the injury (i.e. field goals attempted and wrist/hand

Table 2. Not significant KPIs in upper body injury occurrence.

KPIs	Kind of Injury (injured or not)	N	Mean	Standard Deviation	P
Field goals attempted	Wrist or hand (No)	525	.300	.114	.759
	Wrist or hand (Yes)	29	.293	.063	
Received fouls	Wrist or hand (No)	525	.099	.076	.944
	Wrist or hand (Yes)	29	.098	.040	
Total minutes	Elbow (No)	545	440.09	302.06	.371
	Elbow (Yes)	5	561.40	203.34	
Received fouls	Elbow (No)	545	.099	.075	.864
	Elbow (Yes)	5	.093	.041	
Total minutes	Shoulder (No)	541	439.39	301.34	.276
	Shoulder (Yes)	9	549.89	302.25	
Received fouls	Shoulder (No)	541	.099	.076	.821
	Shoulder (Yes)	9	.105	.035	
Total rebounds	Lumbar spine (No)	531	.158	.104	.483
	Lumbar spine (Yes)	19	.141	.164	
Received fouls	Lumbar spine (No)	531	.099	.076	.338
	Lumbar spine (Yes)	19	.115	.046	
Total minutes	Thoracic spine (No)	542	437.57	302.16	.058
	Thoracic spine (Yes)	12	604.50	217.20	
Received fouls	Thoracic spine (No)	542	.099	.076	.668
	Thoracic spine (Yes)	12	.108	.046	
Dunks	Head (No)	539	.010	.019	.699
	Head (Yes)	11	.008	.009	
Received fouls	Head (No)	539	.099	.075	.755
	Head (Yes)	11	.106	.048	
Total minutes	Neck (No)	539	437.90	301.66	.071
	Neck (Yes)	11	603.36	249.69	
Blocks made	Neck (No)	539	.013	.018	.441
	Neck (Yes)	11	.018	.019	

KPIs: Key Performance Indicators.

injury, since a field goal attempt involves the movement of the wrist/hand).

There were no differences in minutes played and received fouls per minute between the players injured in the elbow, the shoulder, and the thoracic spine, and those who did not suffer an injury.

There were no differences in field goals attempted and in received fouls between the players that suffered an injury in the wrist or the hand and those not injured.

There were no differences in total rebounds and in received fouls between the players that suffered an injury in the lumbar spine, and those not injured.

There were no differences in dunks and in received fouls between the players that suffered an injury in the head, and those not injured.

There were no differences in total minutes and in blocks made between the players that suffered an injury in the head, and those not injured.

Discussion

The aim of the present research was to study the occurrence of upper body injuries and their relationship with Key Performance Indicators (KPIs) for the players of the ACB professional basketball competition.

The actions of shooting have not been significant in the occurrence of hand and wrist injuries. The realization of a shot in basketball involves the flexion of the wrist and the use of the fingertips, so it could be assumed that this type of action would be relevant to suffer wrist and hand injuries: these findings suggest that this action is not sufficiently traumatic. Although the performance of dunks involve some risk of injury to the hands and wrists¹², the relative infrequency of this action in game time could be the main reason why dunks were not relevant to the occurrence of wrist and hand injuries. The playing time (total minutes) has been significant in the occurrence of this type of injuries. Exposure to injuries in games has been pointed out in several studies as a determining factor in the occurrence of lesions^{1,8,16,26}. The results of this study coincide with the scientific literature, but no other aspects of statistical performance have been found that help identify profiles of players prone to suffer this type of injury. Many of the joint injuries in fingers and thumbs originate in the reception of a pass: the speed of the ball, the accuracy of the pass, and the speed of the hands of the receiver are factors that can be related to this type of injury. However, the reception of passes is not registered in the official statistics, as it is not an action that determines the performance of a player. Therefore, it would be convenient to monitor this aspect to determine if there are relationships between it and hand injuries.

Players injured in the lumbar spine have played more minutes during the season and have performed more assists per minute than the uninjured in this anatomical region. In addition, a tendency towards the significance of better ranking scores in injured players has been observed than in those not injured in the lumbar spine. If the playing time (total minutes) is analysed in the occurrence of lumbar spine injuries, exposure to injuries in matches has been pointed out in several studies as a determining factor in the occurrence of lesions^{1,8,16,26}. Although performing a jump to catch a rebound involves the action of

the lumbar region, we did not report that the players that were injured in the lumbar spine had better means in total rebounds.

The highest number of assists and ranking per minute played for the injured players in the lumbar spine, are relationships difficult to explain. In general, these variables coincide with the profiles of players who create and make plays on their teams, and not necessarily spot-up or catch and shoot players. This analysis suggests that players injured in the lumbar spine tend to have the ball in their hands and that are important in team attacks, receiving defensive helps from the weak side to assist the open teammate. Therefore, it can be noted that playmakers (habitual ball handlers) can suffer this type of injury by having to perform continuous column twists to protect the ball with the body and avoid defensive helps. It would be interesting to carry out a specific follow-up in this type of players, for this type of injuries. The use of magnetic resonance could be useful to clear up these relationships⁶.

Players injured in the shoulder have performed significantly more blocked shots per minute than those not injured in this anatomical region. This result makes a lot of sense, since the realization of a block involves raising the arms and a rotation of the shoulder to try to avoid the shot of the opponent. However, the players injured in the shoulder did not play more minutes nor received more fouls per minute than those not injured. Therefore, it seems that the most related KPIs to shoulder injuries are the blocks made.

Players injured in the neck have suffered significantly more fouls per minute than those not injured in this anatomical region. This relation has to do with the significant greater realization of attempted and made free throws (since many of the fouls involve the realization of free throws). Better scores per minute have also been found in players injured in the neck. In general, it can be said that injured players in the neck are important for their teams and often receive fouls frequently. However, those players injured in the neck did not play more minutes per game, although this fact could be related to the low occurrence of this injury. Future studies with a greater sample should clarify this aspect.

The injured players in the elbow and the head obtained significantly better results in the plus-minus statistic. This relationship indicates that they are important in the overall performance of their teams. In addition, players injured in the head played significantly more minutes during the season, which suggests that this type of injury also has something of chance and that a longer exposure in matches implies more risk of injury, coinciding with several studies^{1,8,16,26}. However, caution should be exercised in establishing relationships with these injuries, since they have not had much incidence. In this sense, some studies indicate that to find strong associations, it is advisable to register at least 30 cases of injury²⁷.

Even though those players that suffer an injury usually must stop their participation during the following games, those players that suffered an injury had higher means of total minutes played during the season. These results suggest the importance of playing time in games (rather than in trainings) as crucial to increase the risk of being injured.

As limitations of the present study, on the one hand, the reasons why the injuries have occurred (contact, non-contact, jumps, accelerations, etc.), and the types of injury (muscular, bone, tendon, ligament, etc.) have not been recorded. This record would have allowed a deeper analysis of injuries in professional basketball. On the other hand, there has been no access to the minutes of exposure in training of each player,

so that only exposure to injuries in competition has been considered. These limitations are due to the design of this research. However, the information provided may be of interest to advance the knowledge of injuries in professional basketball, by collecting the injuries produced in all teams of the highest competition in Spain for two full seasons, providing a new way of studying injuries and relate them to KPIs. It would be convenient to conduct studies prospectively, although it would be difficult to perform with reliable data from all the professional teams involved.

Conclusions

The players who played the most minutes during the season were more likely to suffer lumbar spine, head, hand and wrist injuries. The players injured in the lumbar spine had better means, per minute played, in assists. The players injured in the thoracic spine obtained better average in steals. The players injured in the head or the elbow had better +/- performance per minute. The players injured in the neck had better means of received fouls, free throws made and attempted. The players injured in the shoulder had better means of blocked shots. It would be interesting to carry out a specific follow-up in these types of players, and these types of injuries. This information could help to improve injury prevention.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

- Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train.* 2007;42:311-9.
- Malliaropoulos N, Ntessalen M, Papacostas E, Longo UG, Maffulli N. Reinjury after acute lateral ankle sprains in elite track and field athletes. *Am J Sports Med.* 2009;37:1755-61.
- Bustamante-Sánchez Á, Salinero JJ, Del Coso J. Ocurrencia de lesiones y factores de rendimiento asociados en jugadores ACB. *Arch Med Deporte.* 2018;35:380-5.
- Maffulli N, Longo UG, Gougoulas N, Caine D, Denaro V. Sport injuries: a review of outcomes. *Br Med Bull.* 2011;97:47-80.
- McGowan RW, Pierce EF, Williams M, Eastman NW. Athletic injury and self diminution. *J Sports Med Phys Fit.* 1994;34:299-304.
- Newman JS, Newberg AH. Basketball Injuries. *Radiol Clin North Am.* 2010;48:1095-111.
- Read PJ, Hughes J, Stewart P, Chavda S, Bishop C, Edwards M, et al. A needs analysis and field-based testing battery for basketball. *Strength Cond J.* 2014;36:13-20.
- Borowski LA, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. The Epidemiology of US high school basketball injuries, 2005-2007. *Am J Sports Med.* 2008;36:2328-35.
- Starkey C. Injuries and illnesses in the National Basketball Association: A 10-year. *J Athl Train.* 2000;35:161-7.
- Erčulj F, Dežman B, Vučković G. Differences between playing positions in some motor abilities tests of young female basketball players. *Kinesiology.* 2003;41:1-8
- Hoare DG. Predicting success in junior elite basketball players—the contribution of anthropometric and physiological attributes. *J Sci Med Sport.* 2000;3:391-405.
- Narazaki K, Berg K, Stergiou N, Chen B. Physiological demands of competitive basketball. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19:425-32.
- Gaskill SE, Ruby BC, Walker AJ, Sanchez OA, Serfass RC, Leon AS. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1841-8.
- Drakos MC, Domb B, Starkey C, Callahan L, Allen AA. Injury in the national basketball association: a 17-year overview. *Sports Health.* 2010;2:284-90.
- Dick R, Hertel J, Agel J, Grossman J, Marshall SW. Descriptive epidemiology of collegiate men's basketball injuries: National Collegiate Athletic Association injury surveillance system, 1988-1989 through 2003-2004. *J Athl Train.* 2007;42:194-201.
- Cumps E, Verhagen E, Meeusen R. Prospective epidemiological study of basketball injuries during one competitive season: Ankle sprains and overuse knee injuries. *J Sport Sci Med.* 2007;6:204-11.
- Deitch JR, Starkey C, Walters SL, Moseley JB. Injury risk in professional basketball players. *Am J Sports Med.* 2006;34:1077-83.
- Messina DF, Farney WC, DeLee JC. The incidence of injury in Texas high school basketball - A prospective study among male and female athletes. *Am J Sports Med.* 1999;27:294-9.
- Waterman BR, Belmont PJ, Cameron KL, Svoboda SJ, Alitz CJ, Owens BD. Risk factors for syndesmotic and medial ankle sprain role of sex, sport, and level of competition. *Am J Sports Med.* 2011;39:992-8.
- McKay GD, Goldie PA, Payne WR, Oakes BW. Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *Br J Sports Med.* 2001;35:103-8.
- Harris JD, Erickson BJ, Bach Jr BR, Abrams GD, Cvetanovich GL, Forsythe B, et al. Return-to-sport and performance after anterior cruciate ligament reconstruction in National Basketball Association players. *Sports Health.* 2013;5:562-8.
- Busfield BT, Kharrazi FD, Starkey C, Lombardo SJ, Seegmiller J. Performance outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction in the National Basketball Association. *Arthroscopy.* 2009;25:825-30.
- ACB. Página web oficial de la Asociación de Clubes de Baloncesto. [21-11-2014]; Consultado [02/12/2019] Available from: www.acb.com.
- Orchard J, Rae K, Brooks J, Hagglund M, Til L, Wales D, et al. Revision, uptake and coding issues related to the open access Orchard Sports Injury Classification System (OSICS) versions 8, 9 and 10.1. *Open Access J Sports Med.* 2010;1:207-14.
- Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med.* 2006;40:193-201.
- Murphy DF, Connolly DAJ, Beynon BD. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med.* 2003;37:13-29.
- Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries - a methodological approach. *Br J Sports Med.* 2003;37:384-92.

Efectos analgésicos del ejercicio físico en pacientes con dolor crónico musculoesquelético durante el confinamiento por la pandemia COVID-19

Jaime Salom Moreno, Sandra Sánchez Jorge, Davinia Vicente Campos, Luis A. Berlanga

Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Francisco de Vitoria. Pozuelo de Alarcón. Madrid.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00014

Recibido: 03/07/2020

Aceptado: 09/11/2020

Resumen

Introducción: El confinamiento vivido durante la pandemia del COVID-19 en España durante más de dos meses, podría afectar severamente a la condición y calidad de vida de los pacientes que sufren dolor crónico musculoesquelético. Teniendo en cuenta los efectos analgésicos que el ejercicio físico puede generar, gran parte de la población ha realizado ejercicio físico en sus domicilios como mecanismo del control del dolor, durante este periodo.

Objetivo: El objetivo de este estudio fue conocer el tipo y la dosis de ejercicio físico realizado, así como la percepción de los pacientes en la reducción del dolor, durante el periodo de confinamiento por el COVID-19.

Material y método: Se realizó una encuesta *ad hoc* a través de Google Forms a 86 pacientes para conocer su estado, el tipo de ejercicio que realizaron y la cantidad de ejercicio, así como si habían percibido una reducción de su dolor durante el periodo de confinamiento.

Resultados: La intensidad de dolor disminuyó de forma significativa ($p=0,001$) cuando se hizo algún tipo de ejercicio físico. El ejercicio de fuerza fue elegido por el 51% de la población de forma exclusiva, y las frecuencias y el tiempo de sesión no fueron diferentes de forma significativa entre los sujetos que sintieron una reducción del dolor y los que no.

Conclusión: Una programación de ejercicio físico de 4 días a la semana, durante al menos 50 minutos y con intensidades del 77% de FCmax de ejercicio aeróbico o de fuerza sería recomendable en un paciente con dolor crónico, como estrategia para la reducción del dolor. Los resultados de nuestro estudio no aconsejan, para pacientes con dolor crónico, sesiones de terapia combinada, independientemente de la localización primaria del dolor.

Palabras clave:

Analgesia. Sistema nervioso central.
Dolor crónico. Coronavirus.
Ejercicio físico.

Analgesic effects of physical exercise in patients with chronic musculoskeletal pain during confinement by the COVID -19 pandemic

Summary

Introduction: The confinement experienced during the COVID-19 pandemic in Spain for more than two months, could severely affect the condition and quality of life of patients suffering from chronic musculoskeletal pain. Taking into account the analgesic effects that physical exercise can generate, a large part of the population has carried out some kind of physical exercise at home as a mechanism for pain control, during this period.

Objective: The objective of this study was to know the type and dosage of the exercise performed, as well as the perception of the patient's pain during the confinement period.

Material and method: An ad hoc survey by a Google Form was conducted in 86 patients to find out the health status of the patients, the type of exercise they performed and the dosage of the exercise, as well as whether they had perceived a reduction in their pain during the period of confinement.

Results: The pain intensity was reduced significantly ($p = 0.001$) when some kind of exercise was done. Strength exercise exclusively was chosen by 51% of the population, and the frequencies and session time were not significantly different between the subjects who felt a reduction in pain and those who did not.

Conclusion: A schedule of physical exercise 4 days a week, for at least 50 minutes and with intensities around 77% of HR-max of aerobic or strength training would be recommended in patients with chronic pain, as a strategy for pain reduction. The results of our study do not advise, for patients with chronic pain, combined therapy sessions, regardless of the primary location of the pain.

Key words:

Analgesia. Central nervous system.
Chronic pain. Coronavirus.
Physical exercise.

Correspondencia: Jaime Salom Moreno

E-mail: Jaime.salom@ufv.es

Introducción

El dolor crónico musculoesquelético afecta al 35,7% de la población europea generando altos costes socioeconómicos¹. La relación del dolor crónico con la afectación del sistema nervioso central (SNC) ha sido ampliamente descrita en la literatura, describiéndose los mecanismos de sensibilización central y periférica como dos grandes pilares en el conocimiento de dolor crónico². Si bien el dolor crónico musculoesquelético no afecta a una única localización, los pacientes suelen presentar un área de dolor prevalente, recurrente o de mayor nocicepción^{3,4}. Actualmente, el modelo biopsicosocial es uno de los tratamientos para el afrontamiento del dolor crónico⁵.

Dentro del modelo biopsicosocial, una de las principales estrategias para el control del dolor es la realización de ejercicio físico. Numerosos estudios han puesto de manifiesto los cambios clínicos que se han generado en la percepción del dolor musculoesquelético tras la realización de ejercicio, tales como ejercicio isométrico para las tendinopatías, ejercicio aeróbico o programas de fuerza; aunque la dosis y la periodicidad óptima del ejercicio no está clara^{6,7}.

Es conocido que el ejercicio induce a una producción de analgesia endógena tras su realización; pero, para ello, se deben alcanzar ciertas intensidades, tiempos de ejercicio o frecuencias que supongan el suficiente estímulo sobre el organismo para que dicha analgesia endógena se produzca⁸. Además, hay que tener en cuenta que los sujetos que presentan dolor crónico suelen tener asociado patrones asentados de kinesiofobia, por lo que los primeros días o semanas de ejercicio podrían ser claves para lograr adherencia a la práctica de ejercicio⁹. Además, dentro de los principios básicos del entrenamiento nos encontramos con las adaptaciones neurales que se generan cuando empezamos a realizar ejercicio físico, lo que ayudaría a crear un patrón motor adecuado que pudiera mejorar la percepción de seguridad y confianza ante la práctica de ejercicio¹⁰.

Durante la pandemia por la COVID-19, la población mundial se ha visto sometida a un confinamiento domiciliario que ha podido mermar la calidad de vida de los pacientes con dolor crónico, ya que se han podido ver limitados aspectos relacionados con sus actividades de la vida diaria que les ayudaban a controlar su dolor. Por otro lado, gran parte de la población ha iniciado patrones de autocuidado al disponer de más tiempo, o bien, por necesidad de aumentar su actividad física en el domicilio. Asimismo, muchas personas han iniciado durante el confinamiento una actividad física que, o bien no estaban acostumbrados a ella, o que por diversos motivos no realizaban con regularidad, o como respuesta terapéutica para intentar controlar su dolor. Es conocido, que los mecanismos de analgesia endógena presentan disfunciones en sujetos con dolor crónico, como han sido evidenciados en procesos de osteoartritis de rodilla¹¹⁻¹³. Lannersten & Kosek (2010) observaron cómo los pacientes con dolor crónico tipo fibromialgia van a presentar alteraciones en los mecanismos de analgesia endógena generados por el ejercicio¹⁴.

Diversos estudios han comprobado como el ejercicio es capaz de reducir el dolor¹⁵ y reducir la sensibilidad nociceptiva¹⁶ en sujetos que no presentan dolor crónico. Del mismo modo, revisiones sistemáticas y estudios clínicos han evidenciado que el ejercicio de fuerza, la terapia acuática y el ejercicio aeróbico son mejores

estrategias que la no actividad para el control del dolor crónico de origen musculoesquelético¹⁷⁻¹⁹. Existen muchos estudios clínicos donde, en función de la patología estudiada y del tipo de ejercicio realizado, se han observado los efectos positivos en la reducción o el control del dolor crónico; aunque aún no se ha podido establecer qué dosis de ejercicio es más favorable para dicho objetivo, ya que todos han mostrado ser beneficiosos²⁰.

Objetivo del estudio

El objetivo del presente estudio es conocer la dosificación y el tipo de ejercicio con fines analgésicos que realizan los pacientes con dolor crónico musculoesquelético durante el confinamiento por la pandemia del COVID-19.

Material y método

Se realizó un estudio analítico transversal descriptivo, donde se reclutaron a pacientes con dolor crónico mediante muestreo por bola de nieve con signos y síntomas de dolor crónico durante el mes de abril del 2020.

Los criterios de inclusión fueron los descritos por Gatchel *et al.*²¹ y Siddall & Cousins²² sobre el dolor musculoesquelético crónico: sujetos que presenten dolor musculoesquelético de más de 3 meses, asociados independientemente de la causa primaria a dolor persistente de más de 3 meses, miedo al movimiento, catastrofismo, discapacidad y sensibilización del sistema nervioso. Además, los sujetos de estudio debían tener entre 18-75 años, saber leer y comprender el español y haber empezado a realizar actividad física y/o ejercicio durante la cuarentena de la pandemia COVID-19 declarada en España el 14 de marzo de 2020. Fueron excluidos todos aquellos que presentaran dolor crónico que no fuera de origen musculoesquelético, aquellos que no llevaran registro de su actividad física y/o ejercicio, pacientes postcirugía reciente o mujeres embarazadas.

Se desarrolló una encuesta *ad hoc*, a través de un formulario de Google Forms, con 21 ítems, de los cuales 6 ítems fueron para describir la muestra, 7 ítems para conocer los aspectos relacionados con la investigación (como el tipo de ejercicio, la frecuencia, el volumen o el dolor) y los 8 ítems restantes para realizar un contraste de datos con el objetivo de comprobar si el sujeto cumplía los criterios de inclusión/exclusión para el estudio.

Se lanzó la encuesta por vía electrónica y los datos fueron almacenados hasta el día 26 de abril de 2020.

Dado el carácter del confinamiento por parte de los autores y las medidas de excepcionalidad vividas durante la realización del estudio, no se pudo realizar una revisión por parte del comité de ética, debido a ello, los autores se ciñeron a estudios previos similares, así como al cumplimiento de la Declaración de Helsinki. Del mismo modo, los participantes, antes de realizar la encuesta debían aceptar el consentimiento informado que aparecía en la primera página de la encuesta.

Análisis de los datos

Todas las variables se analizaron mediante estadísticos descriptivos: las variables continuas y su asociación mediante la prueba *t*, y las varia-

bles categóricas y su asociación mediante chi cuadrado. Las variables cuantitativas se analizaron mediante una estadística descriptiva, con el cálculo de medidas de tendencia central y de dispersión y cálculos de frecuencias. Se estableció un nivel de significación de $p < 0,05$ para todos los casos. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó el programa SPSS Versión 22.

Resultados

Se reclutaron 129 pacientes, de los cuales 43 pacientes fueron excluidos porque presentaron alguno de los criterios de exclusión. Finalmente, 86 pacientes fueron incluidos en el estudio, de los cuales 43 fueron mujeres y 43 hombres. En la Tabla 1 se muestran los valores de edad y características antropométricas de la muestra de estudio.

Se realizó una prueba de *T* Student para muestras independientes para conocer si la intensidad del ejercicio reduce la percepción del dolor, generando diferencias estadísticamente significativas ($p=0,001$) entre la reducción de la percepción del dolor y la intensidad.

Las tablas de contingencia relacionadas entre el tipo de ejercicio y si le reducen la percepción del dolor arrojaron que las personas que hacen ejercicio de fuerza son las que más percepción de reducción del dolor presentan, con un 51,1%; seguidas de las que hacen ejercicio aeróbico, con un 35,6% de las personas. Cuando en la misma sesión se combinan ambos tipos de ejercicios, tan solo el 8,9% de los sujetos perciben que el ejercicio les reduce el dolor. Otros ejercicios, como pilates y ejercicios de movilidad, reducen el dolor al 2,2% de los encuestados. Ninguno de los 2 encuestados que realizan la actividad de caminar sienten que la actividad les reduce el dolor.

Para el análisis intergrupar entre los sujetos que percibieron una reducción del dolor y aquellos que no la percibieron se realizó una prueba de *T* Student para muestras independientes, para conocer si la frecuencia del ejercicio reduce la percepción del dolor. La frecuencia del grupo que percibió una reducción del dolor fue de $4,88 \pm 1,43$ sesiones/semana ($n=45$), mientras que el grupo que no sintió que el dolor se redujo fue de $4,89 \pm 1,64$ sesiones/semana ($n=37$); no produciéndose diferencias significativas entre los grupos ($p=0,993$). Para la relación de las variables del tiempo de la sesión y la reducción del dolor se obtuvo que el grupo que percibió una reducción del dolor fue de $53,88 \pm 26,45$ minutos/sesión ($n=45$), mientras que el grupo que no sintió que el dolor se redujo fue de $57,72 \pm 30,03$ minutos/sesión ($n=37$); no produciéndose diferencias significativas entre los grupos ($p=0,540$). Por último, la relación entre la reducción del dolor y la intensidad del ejercicio mostró para el grupo que percibió la reducción del dolor que entrenaban al $77,66 \pm 12,64\%$ de la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx), mientras que el grupo que no sintió esa reducción del dolor entrenó al $50,40 \pm 15,47\%$

de la FCmáx; obteniendo una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p=0,001$).

Respecto a la actividad que realizan en función de su dolor más severo, vemos como el 31,4% de los encuestados sufre dolor lumbar, para los cuales la elección mayoritaria fue la realización de ejercicios aeróbicos (14%), seguido de un 10,5% que hace ejercicios de fuerza, mientras que el 51,9% reporta que el dolor no se reduce con el ejercicio. La segunda zona de dolor más prevalente fue la cervical con un 18,6%, donde los sujetos hacen ejercicios de fuerza y aeróbicos en la misma proporción, observando cómo el 56,2% sienten que el ejercicio sí les reduce el dolor. Los pacientes con dolor de hombro ocupan el 14%, y eligen ejercicios de fuerza en un 35% de los sujetos que sufren dolor en esta localización, presentando una reducción del dolor en un 66,7% de los pacientes. El dolor localizado en las rodillas ocupa el 8,1%, donde los pacientes se decantan por el ejercicio de fuerza y la combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza para el control del dolor, siendo positivos los resultados en un 57,1%. El resto de las localizaciones ocupan menos del 5% cada una de ellas, siendo la estrategia de combinar ejercicio aeróbico y de fuerza la más prevalente, y obteniendo porcentajes más altos en la reducción del dolor tras el ejercicio excepto en los pacientes que tienen dolor en manos y muñecas, que no vieron reducida su sensación de dolor.

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que la reducción del dolor percibida por la práctica de ejercicio físico en un primer momento podría ser dependiente de la intensidad, habiendo encontrado que los pacientes que realizaban ejercicio de mayor intensidad ($>75\%$ FCmáx) son los que manifestaron una mayor reducción del dolor inducido por el ejercicio.

Estos resultados están en concordancia con otras investigaciones, como la de Macefield & Henderson (2015), quienes investigaron a través de imagen por resonancia magnética funcional (fMRI) las regiones corticales y subcorticales involucradas en el procesamiento sensorial del dolor musculoesquelético. Sus resultados demostraron que la actividad nerviosa simpática muscular (MSNA) aumenta desde el comienzo de la contracción de forma dependiente de la intensidad de la misma, determinando la señalización del comando central en la fMRI²³. En cualquier caso, Boulton *et al.* determinaron que la MSNA es dependiente de la intensidad del ejercicio en cuanto a su amplitud, pero no en cuanto a la frecuencia; afirmando, además, que parece que la isquemia post-ejercicio no se ve afectada de forma significativa por dicha intensidad²⁴. En este sentido, es importante resaltar que si bien la mayor intensidad del ejercicio podría ser más efectiva para reducir el dolor en pacientes con dolor crónico musculoesquelético, también podría suponer un mayor riesgo de infección por provocar una respuesta inmunodepresora²⁵, por lo que podría estar contraindicado en pacientes con riesgo de contagio y/o en situaciones donde no se puedan asegurar las medidas preventivas oportunas.

Sin embargo, el efecto analgésico del ejercicio físico es bien conocido. Sabharwal *et al.* han demostrado que, en ratones, solo 5 días de ejercicio podrían prevenir el desarrollo de disfunción autónoma y la reducción del umbral del dolor inducido por el dolor musculoesquelético

Tabla 1. Variables demográficas de la muestra (n=86).

Edad	43,87±14,45
Sexo (H/M)	43/43
Peso	70,76±19,94
Altura	170,08±8,65
IMC	24,2 ±2,8

crónico, a través, entre otros mecanismos, de la inducción de analgesia por mecanismos centrales que liberan opioides endógenos desde la sustancia gris periacueductal (PAG) y de la médula rostral ventromedial (RVM)²⁵, siendo esta última estructura una de los posibles áreas relacionadas con la participación en la facilitación del procesamiento nociceptivo espinal y la generación de hiperalgia en los modelos de dolor inflamatorio y neuropático²⁶.

En esta misma línea, Brito *et al.* aseguran que la práctica de ejercicio supone una reducción del dolor a través de mecanismos centrales inhibitorios que involucran los sistemas opioidérgico y serotoninérgico ante efectos nociceptivos agudos, demostrando que la naloxona sistémica, de la PAG y de la RVM revierten los efectos antinociceptivos del ejercicio físico en ratones a los que les indujeron dolor muscular. Asimismo, estos autores también determinaron que el ejercicio reduce la expresión de los receptores de serotonina (SERT) en estos ratones; lo que podría contribuir a una percepción reducida de dolor musculoesquelético. Estos estudios, podrían avalar los mecanismos de analgesia endógena que induce el ejercicio, si bien, en los pacientes que presentan dolor crónico, dichas vías analgésicas podrían estar condicionadas por el proceso de sensibilización central que acompaña al dolor; por ello, la dosificación dependiente de la intensidad del ejercicio parece fundamental en la activación de los mecanismos endógenos²⁷.

Los resultados de correlación entre las variables de frecuencia y tiempo de sesión, demostraron que, aunque no exista una significación estadística, ambas variables podrían ser relacionadas a la hora de generar una propuesta de microciclos de ejercicio físico; de tal modo que podrían existir modelos donde se podría aumentar la frecuencia de sesiones por semana permaneciendo el número total de minutos como expuso Polaski *et al.* (2019)⁸. En este mismo sentido, la relación del tiempo de la sesión parece que puede ir ligada al aumento de la intensidad de la misma, siendo necesario que el trabajo presente intensidades altas para poder activar los mecanismos analgésicos endógenos, descartando las propuestas de ejercicios de larga duración con intensidades medias y/o bajas mantenidas en el tiempo, ya que parece ser que esa estrategia terapéutica no activaría los sistemas opioides a través de la liberación a nivel plasmático de la β -endorfinas²⁸.

El tipo de ejercicio aeróbico podría ser una correcta estrategia para la reducción del dolor crónico ya que aumenta la frecuencia cardiaca con cierta facilidad y permite mantenerse en parámetros de intensidades altas con mayor control del ejercicio; sin embargo, los ejercicios de base anaeróbica son una buena alternativa para lograr una reducción en la percepción del dolor, siendo este método de ejercicio físico utilizado por muchas personas en sus domicilios mediante autocargas y habiendo demostrado que podría ser suficiente en el control y mejora del dolor crónico al lograr niveles similares de β -endorfinas que el ejercicio aeróbico²⁹.

Una de las limitaciones de nuestro estudio es que los datos se obtuvieron mediante autorregistro a través de la plataforma Google Forms, sin ningún evaluador delante ayudando al sujeto a rellenar la encuesta, en caso de duda.

Conclusión

Así, una programación de ejercicio físico de 4 días a la semana, durante al menos 50 minutos y con intensidades del 77% de FCmax

de ejercicio aeróbico o de fuerza sería recomendable en un paciente con dolor crónico, como estrategia para la reducción del dolor. Los resultados de nuestro estudio no aconsejan, para pacientes con dolor crónico, sesiones de terapia combinada, independientemente de la localización primaria del dolor.

Agradecimientos

Los autores del estudio quieren agradecer a los participantes del estudio su disponibilidad, así como su buena voluntad en la recogida de información para la realización del estudio.

Financiación

El presente estudio carece de financiación alguna.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. Cimas M, Ayala A, Sanz B, Agulló-Tomás MS, Escobar A, Forjaz MJ. Chronic musculoskeletal pain in European older adults: Cross-national and gender differences. *Eur J Pain*. 2018;22:333-45.
2. Crofford LJ. Chronic Pain: Where the Body Meets the Brain. *Trans Am Clin Climatol Assoc*. 2015;126:167-83.
3. Froud R, Patterson S, Eldridge S, Seale C, Pincus T, Rajendran D, et al. A systematic review and meta-synthesis of the impact of low back pain on people's lives. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:50.
4. Pinheiro MB, Ferreira ML, Refshauge K, Ordoñana JR, Machado GC, Prado LR, et al. Symptoms of Depression and Risk of New Episodes of Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2015;67:1591-603.
5. Riswold K, Brech A, Peterson R, Schepper S, Wegehaupt A, Larsen-Engelkes TJ, et al. A Biopsychosocial Approach to Pain Management. *S D Med*. 2018;71:501-4.
6. Kroll HR. Exercise therapy for chronic pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2015;26:263-81.
7. Cook JL, Rio E, Purdam CR, Docking SI. Revisiting the continuum model of tendon pathology: what is its merit in clinical practice and research? *Br J Sports Med*. 2016;50:1187-91.
8. Polaski AM, Phelps AL, Kostek MC, Szucs KA, Kolber BJ. Exercise-induced hypoalgesia: A meta-analysis of exercise dosing for the treatment of chronic pain. *PLoS One*. 2019;14:e0210418.
9. Vaegter HB, Madsen AB, Handberg G, Graven-Nielsen T. Kinesiophobia is associated with pain intensity but not pain sensitivity before and after exercise: an explorative analysis. *Physiotherapy*. 2018;104:187-93.
10. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 1988;20:S135-45.
11. Arendt-Nielsen L, Nie H, Laursen MB, Laursen BS, Madeleine P, Simonsen OH, et al. Sensitization in patients with painful knee osteoarthritis. *Pain*. 2010;149:573-81.
12. Graven-Nielsen T, Wodehouse T, Langford RM, Arendt-Nielsen L, Kidd BL. Normalization of widespread hyperesthesia and facilitated spatial summation of deep-tissue pain in knee osteoarthritis patients after knee replacement. *Arthritis Rheum*. 2012;64:2907-16.
13. Kosek E, Ordeberg G. Lack of pressure pain modulation by heterotopic noxious conditioning stimulation in patients with painful osteoarthritis before, but not following, surgical pain relief. *Pain*. 2000;88:69-78.
14. Lannersten L, Kosek E. Dysfunction of endogenous pain inhibition during exercise with painful muscles in patients with shoulder myalgia and fibromyalgia. *Pain*. 2010;151:77-86.
15. Scheef L, Jankowski J, Daamen M, Weyer G, Klingenberg M, Renner J, et al. An fMRI study on the acute effects of exercise on pain processing in trained athletes. *Pain*. 2012;153:1702-14.
16. Ellingson LD, Colbert LH, Cook DB. Physical activity is related to pain sensitivity in healthy women. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44:1401-6.

17. Bidonde J, Busch AJ, Webber SC, Schachter CL, Danyliw A, Overend TJ, Richards RS, Rader T. Aquatic exercise training for fibromyalgia. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;CD011336.
18. Busch AJ, Webber SC, Richards RS, Bidonde J, Schachter CL, Schafer LA, Danyliw A, Sawant A, Bello-Haas VD, Rader T, Overend TJ. Resistance exercise training for fibromyalgia. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;CD010884.
19. Fransen M, McConnell S, Harmer AR, Van der Esch M, Simic M, Bennell KL. Exercise for osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;1:CD004376.
20. Booth J, Moseley GL, Schiltenwolf M, Cashin A, Davies M, Hübscher M. Exercise for chronic musculoskeletal pain: A biopsychosocial approach. *Musculoskeletal Care*. 2017;15:413-21.
21. Gatchel RJ, Peng YB, Peters ML, Fuchs PN, Turk DC. The biopsychosocial approach to chronic pain: scientific advances and future directions. *Psychol Bull*. 2007;133:581-624.
22. Siddall PJ, Cousins MJ. Persistent pain as a disease entity: implications for clinical management. *Anesth Analg*. 2004;99:510-20, table of contents.
23. Macefield VG, Henderson LA. Autonomic responses to exercise: cortical and sub-cortical responses during post-exercise ischaemia and muscle pain. *Auton Neurosci*. 2015;188:10-8.
24. Boulton D, Taylor CE, Macefield VG, Green S. Effect of contraction intensity on sympathetic nerve activity to active human skeletal muscle. *Front Physiol*. 2014;5:194.
25. Simpson RJ, Campbell JP, Gleeson M, Krüger K, Nieman DC, Pyne DB, *et al*. Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? *Exerc Immunol Rev*. 2020;26:8-22.
26. Tillu DV, Gebhart GF, Sluka KA. Descending facilitatory pathways from the RVM initiate and maintain bilateral hyperalgesia after muscle insult. *Pain*. 2008;136:331-9.
27. Brito RG, Rasmussen LA, Sluka KA. Regular physical activity prevents development of chronic muscle pain through modulation of supraspinal opioid and serotonergic mechanisms. *Pain Rep*. 2017;2:e618.
28. Da Silva Santos R, Galdino G. Endogenous systems involved in exercise-induced analgesia. *J Physiol Pharmacol*. 2018;69:3-13.
29. Kraemer WJ, Dziados JE, Marchitelli LJ, Gordon SE, Harman EA, Mello R, *et al*. Effects of different heavy-resistance exercise protocols on plasma beta-endorphin concentrations. *J Appl Physiol* (1985). 1993;74:450-9.

Perfil de composición corporal en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas

Jesús L. Lozada-Medina¹, José R. Padilla-Alvarado²

¹Corporación Universitaria del Caribe (CECAR). Sincelejo, Sucre-Colombia. ²Universidad Nacional Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ). Barinas. Barinas-Venezuela.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00015

Recibido: 24/04/2020

Aceptado: 09/11/2020

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar el perfil de composición corporal en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas. Se evaluaron, longitudinalmente, 516 deportistas (361 Femeninos y 155 Masculinos) con edades comprendidas entre 5 y 21 años, patinadores de velocidad sobre ruedas, pertenecientes a clubes oficiales en Colombia y Venezuela. Las variables antropométricas se tomaron de acuerdo a lo dispuesto por ISAK, utilizando el calibrador Holtain® para los pliegues cutáneos (tríceps, muslo anterior y pierna medial) y la cinta Sanny® para los perímetros (brazo relajado, muslo medio y pierna). El tratamiento para la estimación del porcentaje de grasa (%G) y de masa muscular (%MM) se ejecutó bajo el protocolo del GREC y procesados mediante el SPSS 24.0. Los resultados apuntan hacia la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sexos para el %G y el %MM. Para el desarrollo del perfil se utilizó la metodología de curvas suavizadas con la aplicación del software LMS Chart Maker® y generar puntos de corte para los percentiles 3, 10, 75, 90 y 97. Se concluye, que la clasificación para la composición corporal propuesta, sin pretender ser una norma única para establecer la tipificación del estatus de la composición corporal de un patinador, permite distinguir y categorizar con rigurosidad y objetividad, las características de la composición corporal de los patinadores independientemente de la edad y nivel competitivo. Se recomienda al presente trabajo como punto de partida a futuros estudios en poblaciones más amplias, con muestreo probabilístico y origen étnico establecido.

Palabras clave:

Antropometría. Composición corporal.
Masa grasa. Masa muscular.
Patinaje de velocidad.

Body Composition Profile of Children and Youth Speed Skaters

Summary

The aim of this work was to determine the body composition profile of children and young roller skaters. 516 athletes (361 males and 155 females) between the ages of 5 and 21 years old, who belong to official clubs in Colombia and Venezuela, were evaluated longitudinally. The anthropometric variables were taken according to ISAK, using the Holtain® caliper for the skin folds (triceps, anterior thigh and medial leg) and the Sanny® tape for the perimeters (relaxed arm, medial thigh and leg). The treatment for the estimation of the percentage of body fat (%F) and muscle mass (%MM) was performed under the protocol of the GREC and processed by means of SPSS 24.0. The results point to the existence of significant differences ($p < 0.05$) between sexes for %F and %MM. For the development of the profile the methodology of smoothed curves was used with the application of the software LMS Chart Maker® and to generate cut points for the percentiles 3, 10, 75, 90 and 97. It is concluded, that the classification for the proposed body composition, without trying to be a unique norm to establish the typification of the status of the body composition of a skater, allows to distinguish and to categorize with rigor and objectivity, the characteristics of the body composition of the skaters independently of the age and competitive level. This work is recommended as a starting point for future studies in larger populations with established probability sampling and ethnicity.

Key words:

Anthropometry. Body composition.
Body fat. Muscle mass.
Speed skating.

Correspondencia: Jesús L. Lozada-Medina

E-mail: jesus.lozadam@cecar.edu.co

Introducción

El patinaje de velocidad sobre ruedas es una de las 11 disciplinas deportivas de la Federación mundial de patinaje denominada World Skate¹ que cuenta con auge importante en la última década, donde su número de practicantes viene en incremento. Lo anterior trajo consigo que el nivel competitivo haya evolucionado constantemente en todos los continentes, con la excepción de África, los demás cuentan con países que han alcanzado títulos mundialistas. En Europa se destacan países como Italia, Francia, Alemania, Holanda, Bélgica, Suiza y España; así como en Asia: Corea del Sur, China Taipei, en Oceanía: Australia y Nueva Zelanda, en América del Norte y Centroamérica: EEUU, México y Guatemala y Sudamérica con Argentina, Chile, Colombia, Ecuador y Venezuela.

El incremento del rendimiento competitivo exige un adecuado seguimiento y control del desarrollo morfológico del deportista, puesto que promueve el aseguramiento de la longevidad deportiva, del aumento gradual y estabilidad de su rendimiento. Dentro de los controles a realizar en deportistas se encuentra el monitoreo antropométrico, representando una herramienta de importancia en el ámbito deportivo, que permite conocer características morfológicas de los sujetos. Las mediciones antropométricas pueden servir como marcadores de adiposidad o de distribución de la grasa², también como indicadores de la robustez relativa a la masa muscular idónea para el desempeño deportivo.

Ahora bien, en el deporte, el logro de objetivos depende de diversos factores relacionados y estudiados desde las ciencias aplicadas al deporte. En el caso del Patinaje de Velocidad Sobre Ruedas (PVSR) se pueden mencionar los antropométricos, que han sido estudiados para caracterizar dicha población y optimizar la toma de decisiones metodológicas en el entrenamiento y la preparación física³⁻⁸. Dado que, una adecuada forma y composición corporal representan la optimización morfológica⁹, esta se expresa en el mejor rendimiento alcanzado por los deportistas en dependencia de un modelo representativo del éxito en su especialidad deportiva.

En el caso de los jóvenes deportistas las variables antropométricas se consideran como un factor que interactúa en el rendimiento¹⁰. Por lo tanto, se requiere su monitoreo para conocer cambios relacionados al entrenamiento deportivo. La composición corporal puede ser monitoreada mediante el somatotipo en jóvenes deportistas⁵, asimismo con el uso de la medida de panículos adiposos^{11,12}, de panículos por zona o trenes corporales^{13,14} y de los porcentajes de grasa y masa muscular¹⁵.

Por sus anteriores atributos, la Composición Corporal (CC) se considera como elemento de control de la carga de entrenamiento¹⁶.

En la población deportiva, frecuentemente el análisis de la CC se hace mediante el porcentaje de la masa grasa, por categorías de competencia^{17,18}, así como por edades¹⁹ y de la masa muscular²⁰, incluyendo el PVSR desde las categorías menores^{5,21,22} hasta el alto rendimiento^{14,23-25}. Estos valores de los componentes de la CC pueden afectar el resultado y la performance deportiva.

En este sentido, la caracterización de una variable por curvas percentilares permite observar el comportamiento de la población según la edad. Al considerarse el vacío teórico existente en la literatura relacionado a la caracterización del perfil de la CC con criterios normativos para la masa grasa y masa muscular, en el deporte y en específico en el patinaje de carreras, se hace necesario para el entrenador y cualquier profesional vinculado al seguimiento biomédico del entrenamiento en PVSR poder interpretar los resultados de la CC con mayor probabilidad de acierto en el diagnóstico y la intervención posterior. Por lo tanto, el presente trabajo se plantea como objetivo determinar el perfil de la CC en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas pertenecientes a clubes oficiales en Colombia y Venezuela.

Material y método

Diseño y participantes

El presente trabajo es un estudio de nivel descriptivo, con un diseño de investigación de campo, enmarcado en el paradigma cuantitativo. Se evaluaron de manera longitudinal a 516 deportistas practicantes de PVSR cuyas variables básicas se observan en la Tabla 1. Los deportistas eran patinadores afiliados a cuatro (4) clubes de Colombia y dos (2) de Venezuela, con experiencia deportiva de uno (1) a cinco (5) años a nivel nacional e internacional y con una frecuencia de entrenamiento de tres (3) a cinco (5) días semanales, según la organización de cada club y categoría.

Como criterios de inclusión se determinó que: -debían ser deportistas practicantes de PVSR, sanos físicamente al momento de la evaluación; -contar con una sistematización de entrenamiento de mínimo 1 mes previo a cada evaluación; -registrar la participación en un evento regional, nacional o internacional durante el último año previo a cada evaluación. Por su parte los criterios de exclusión fueron: -presentar impedimentos físicos para la práctica del deporte durante el último mes; -no tener un dominio básico del patín; -estar enfermo o presentar algún tipo de lesión deportiva al momento de las evaluaciones.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables básicas de los patinadores de velocidad sobre ruedas según el sexo.

Sexo	Variables	n	Media	DS	Min.	Máx.
Femenino	Edad decimal (años)	361	10,6	3,3	4,2	18
	Masa corporal (kg)	361	35,8	12,9	14,9	69
	Estatura (cm)	361	139,6	17,5	101	182,3
Masculino	Edad decimal (años)	155	13,3	4,3	5,2	22,9
	Masa corporal (kg)	155	46,6	17	16	75
	Estatura (cm)	155	153,6	20,7	102,6	185,2

Procedimiento

Para la recolección de datos Antropométricos se aplicó la normativa propuesta por la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK) con las medidas de: masa corporal (kg), estatura (cm), pliegues cutáneos (tríceps, muslo anterior y pierna medial) mediante el calibrador de pliegues marca Holtain® (0,2 mm) y perímetros (brazo relajado, muslo medio y pierna) utilizando la cinta antropométrica marca Sanny (0,1 cm). En la evaluación de la composición corporal se siguió la metodología propuesta por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC)¹⁵, aplicando ecuaciones de regresión para la estimación del porcentaje de grasa²⁶ y el porcentaje de masa muscular²⁷.

Los datos fueron recolectados en un lapso de ocho (8) años (desde 2011 al 2018) durante los procesos de evaluación cineantropométrica y control de entrenamiento programados por cada club anual o semestralmente, considerando dos (2) o más evaluaciones por sujeto, en un intervalo mayor a cuatro (4) meses. Las pruebas fueron aplicadas por dos (2) antropometristas certificados con nivel 2 ISAK. Se contó con la aprobación del comité ético del Observatorio de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (OICAFD) para la aplicación del estudio y la utilización de la herramienta informática, donde se realizaban los cálculos. Previó a cada evaluación, se informó a los padres y representantes legales de los niños y jóvenes sobre el objetivo de la prueba antropométrica, los procedimientos a desarrollar y sus derechos, antes durante y después de la evaluación, en correspondencia con el protocolo de Helsinki, ante lo cual aceptaron por escrito el consentimiento de participación junto a sus hijos y representados.

Análisis estadístico

Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el *software* SPSS v24, con la descripción de la composición corporal para el % grasa

(% G) y el % de masa muscular (%MM) con los valores de media, desviación estándar, mínimos y máximos. La comparación de las medias entre sexos se ejecutó mediante la prueba *t* de student para muestras independientes. En el desarrollo de las curvas percentilares se aplicó el método de LMS, el cual permite crear las curvas de referencia de los percentiles, mostrando la distribución de una medición y sus cambios según alguna covariable, en este caso la edad.

Además, este método resume los cambios de distribución por tres (3) curvas, representando a la Asimetría (L), la Mediana (M) y el Coeficiente de Variación (S), donde L esta expresada como una potencia de Box-Cox²⁸, cuya transformación adapta la distribución de los datos recolectados a una distribución normal, minimizando los efectos de la asimetría²⁹. El método se aplicó con uso del software LMS Chart Maker^{®30}.

Resultados

Los valores descriptivos de las variables básicas, del grupo en estudio se muestran en la Tabla 1. Se realizó la prueba de normalidad, para las variables de composición corporal indicando que estas se ajustan a la curva normal y posteriormente realizar pruebas paramétricas (*t* de student) para la comparación de las medias (Tablas 2 y 3).

Se observan los estadísticos descriptivos del %G (Tabla 2) y del % MM (Tabla 3). En el %G para el grupo femenino presentan valores menores que el grupo masculino, con diferencias significativas ($p < 0,05$) para la edad de 9 años y de los 12 a los 17 años. Por su parte, el grupo masculino muestran valores significativamente ($p < 0,05$) mayores en el %MM respecto del grupo femenino.

En la Tabla 4 se presentan los valores de LMS respectivamente, para el %G por sexo, así mismo los Percentiles (P) 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 por edad. Se puede destacar que los chicos presentan menor %G para el

Tabla 2. Estadísticos descriptivos y comparación de medias del %G en los patinadores de velocidad sobre ruedas según el sexo.

Edad	Femenino					Masculino					Comparación de medias	
	n	Media	DS	min.	máx	n	Media	DS	min.	máx	Valor de t	p
4	6	15,37	3,42	12,4	21,0							
5	23	16,30	4,11	11,8	26,5	5	15,42	5,63	11,3	25,3	-0,4	0,689
6	27	16,74	3,21	11,2	23,4	5	14,38	5,70	6,9	21,6	-1,3	0,192
7	32	16,79	6,25	10,6	35,6	11	14,25	6,65	7,6	28,2	-1,1	0,259
8	40	17,14	4,72	10,0	28,3	7	14,46	5,53	9,8	26,7	-1,4	0,183
9	43	19,19	5,73	10,0	39,3	12	14,41	4,68	8,4	22,3	-2,7	0,011
10	31	18,80	4,17	11,2	27,1	13	16,11	7,34	8,4	30,4	-1,5	0,130
11	36	19,46	5,77	10,6	39,9	10	15,54	4,02	9,1	24,5	-2,0	0,051
12	34	23,26	5,63	10,6	38,7	3	12,90	0,56	12,4	13,5	-3,1	0,003
13	22	19,97	4,26	14,3	31,9	16	13,88	3,32	8,4	18,6	-4,8	0,000
14	28	20,81	5,27	13,6	35,6	14	13,43	5,83	6,9	26,0	-4,1	0,000
15	20	21,18	3,94	9,4	25,8	20	11,71	2,28	8,4	17,5	-9,3	0,000
16	9	21,52	4,48	16,7	32,6	11	12,71	1,19	10,6	14,2	-6,3	0,000
17	10	22,00	5,03	16,1	28,9	7	11,31	1,13	9,8	12,8	-5,5	0,000
18						7	10,06	3,81	6,9	17,2		
19						3	14,00	4,87	8,4	17,2		
20						1	15,70		15,7	15,7		
21						3	8,60	1,11	7,6	9,8		
22						7	6,14	1,85	3,9	9,1		

Tabla 3. Estadísticos descriptivos y comparación de medias del %MM en los patinadores de velocidad sobre ruedas según el sexo.

Edad	Femenino					Masculino					Comparación de medias	
	n	Media	DS	Min.	Máx.	n	Media	DS	Min.	Máx.	Valor de t	p
4	6	33,2	2,6	29,6	36,8							
5	23	34,3	2,1	30,3	37,7	5	46,4	3,4	42,3	50,2	10,6	*0,000
6	27	35,5	2,3	31,7	40,0	5	47,2	1,1	45,6	48,4	10,9	*0,000
7	32	36,0	1,8	32,0	39,8	11	45,0	3,0	38,8	48,7	12,1	*0,000
8	40	37,3	2,1	32,6	42,9	7	46,5	1,2	45,3	48,1	10,9	*0,000
9	43	37,7	3,3	25,1	47,2	12	45,9	1,6	42,8	48,3	8,2	*0,000
10	31	38,9	3,9	34,7	56,9	13	47,3	2,7	43,8	55,0	7,0	*0,000
11	36	38,9	2,3	34,9	45,5	10	45,8	3,2	41,2	50,9	7,6	*0,000
12	34	38,2	2,1	33,9	41,8	3	43,7	0,3	43,4	44,0	4,5	*0,000
13	22	38,5	2,1	35,5	42,6	16	45,8	1,7	42,2	48,6	11,3	*0,000
14	28	40,1	2,7	36,1	47,0	14	45,0	2,4	39,4	49,6	5,9	*0,000
15	20	39,9	2,7	31,6	43,3	20	46,1	2,0	41,5	50,2	8,4	*0,000
16	9	40,0	2,4	36,6	44,4	11	46,1	2,3	39,8	48,4	5,8	*0,000
17	10	40,9	2,0	37,2	43,9	7	47,1	1,5	44,6	49,4	6,8	*0,000
18						7	47,0	3,0	42,6	49,5		
19						3	49,5	1,5	47,9	50,7		
20						1	49,3		49,3	49,3		
21						3	47,7	2,3	45,2	49,8		
22						7	42,8	7,0	27,4	48,3		

*Diferencias significativas al 0,05.

P3 ($\sigma=6,0$; $\eta=10,7$) sin embargo, en el P97 de los varones es mayor que el femenino ($\sigma=30,6$; $\eta=26,3$), proporcionalmente la diferencia para el P90 pasa de ser 7% menor en mujeres a los 5 años, a 31,3% mayor a los 13 años y 42,8% mayor a los 17 años.

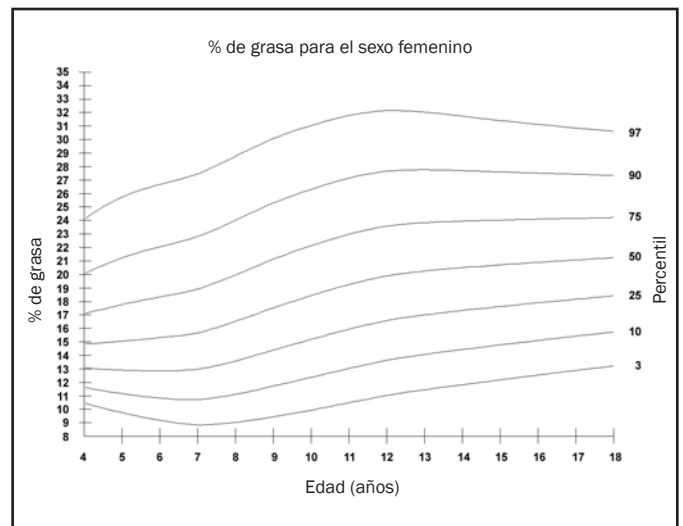
En la Tabla 5 se observan igualmente los valores de LMS para el %MM por sexo y los P del 3 al 97, descritos anteriormente. Al comparar los sexos en todos los percentiles y edades el sexo masculino presenta valores mayores que el femenino, esta proporción disminuye porcentualmente conforme los grupos son de mayor edad, siendo que a los 5 años el P90 del sexo masculino, indica que tiene 34% más %MM que el femenino, esta diferencia es de 15% a 13 años y de 13% a los 18 años. Sin embargo, independiente de cada sexo se exhibe el incremento conforme los grupos son de mayor edad.

En las Figuras 1 y 2 se muestran las curvas suavizadas mediante LMS para el %G, en la misma se aprecia como en el sexo femenino incrementa en relación a la edad, mientras que en el grupo masculino disminuye. Por su parte, el %MM presenta un incremento más marcado a medida que avanza la edad en el sexo femenino (Figura 3) y el en masculino muestra un incremento moderado a medida que aumenta la edad del patinador (Figura 4).

Discusión

Este trabajo se planteó determinar el perfil de la CC en niños y jóvenes PVSR, en tal sentido se realizó en primer término la comparación de medias entre sexos para el %G y el %MM encontrándose diferencias significativas ($p<0,05$) para el %G a los 9 años y de los 12 años en adelante. Mientras que el %MM las diferencias significativas ($p<0,05$) entre sexos prevaleció independientemente de la edad. Posteriormente, se desarrolló la clasificación por curvas de la composición corporal (%G y %MM), tomando cinco (5) puntos de corte de acuerdo a los percentiles

Figura 1. Curvas percentilares suavizadas del % de grasa para patinadores de velocidad sobre ruedas de sexo femenino.



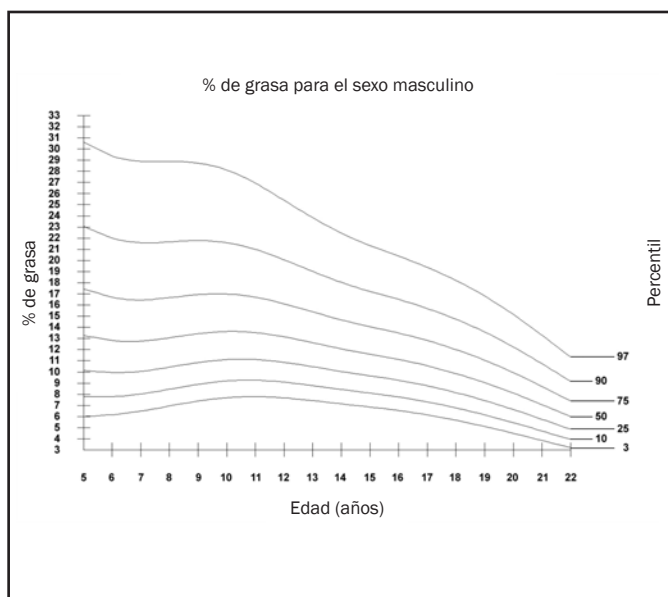
de las curvas suavizadas por LMS y asumir la siguiente categorización: menor a P3: Muy bajo; hasta P10: Bajo; hasta P75 Normal; hasta P90: Alto y P97 o superior: Muy alto. Por lo tanto, los hallazgos del presente estudio permiten establecer un perfil de la composición corporal con la clasificación para el %G y el %MM en PVSR de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 4 y 18 años para las mujeres y 5 a 22 años para los hombres.

Se ha encontrado que los patinadores de sexo masculino europeos de larga distancia al ser comparados con el presente estudio se ubican en el P75 de las curvas para el %G y los de corta distancia en el P90, siendo estos valores elevados para estar en un momento competitivo

Tabla 4. Valores LMS y percentiles del %G por sexo para patinadores de velocidad sobre ruedas.

Edad	L	M	S	3	10	25	50	75	90	97
Femenino										
4	-1,491	14,531	0,197	10,7	11,6	12,9	14,5	16,8	20,3	26,3
5	-1,172	14,886	0,224	10,4	11,5	13,0	14,9	17,5	21,5	28,1
6	-0,924	15,112	0,244	10,1	11,4	13,0	15,1	18,0	22,3	28,9
7	-0,726	15,303	0,258	9,9	11,3	13,0	15,3	18,4	22,7	29,2
8	-0,544	16,124	0,265	10,1	11,7	13,6	16,1	19,4	23,9	30,1
9	-0,371	17,233	0,266	10,6	12,3	14,5	17,2	20,7	25,2	31,2
10	-0,201	18,242	0,264	11,0	13,0	15,3	18,2	21,8	26,3	31,9
11	-0,042	19,119	0,259	11,4	13,6	16,1	19,1	22,7	27,1	32,3
12	0,111	19,804	0,253	11,8	14,0	16,7	19,8	23,4	27,6	32,4
13	0,261	20,200	0,246	11,9	14,3	17,1	20,2	23,7	27,7	32,1
14	0,406	20,465	0,239	12,0	14,6	17,4	20,5	23,9	27,6	31,7
15	0,542	20,694	0,231	12,1	14,8	17,6	20,7	24,0	27,5	31,3
16	0,665	20,911	0,224	12,3	15,0	17,9	20,9	24,1	27,5	31,0
17	0,779	21,114	0,218	12,4	15,2	18,1	21,1	24,2	27,4	30,7
Masculino										
5	-0,060	13,271	0,407	6,0	7,8	10,1	13,3	17,5	23,1	30,6
6	-0,160	12,809	0,388	6,2	7,8	9,9	12,8	16,7	22,0	29,4
7	-0,252	12,763	0,369	6,5	8,0	10,1	12,8	16,5	21,6	28,9
8	-0,319	13,070	0,350	6,9	8,5	10,4	13,1	16,7	21,7	28,9
9	-0,356	13,430	0,333	7,4	8,9	10,8	13,4	16,9	21,8	28,7
10	-0,367	13,627	0,318	7,7	9,2	11,1	13,6	17,0	21,6	28,1
11	-0,358	13,531	0,305	7,8	9,3	11,1	13,5	16,7	21,0	26,9
12	-0,338	13,146	0,295	7,7	9,1	10,9	13,1	16,1	20,1	25,4
13	-0,313	12,621	0,288	7,4	8,8	10,5	12,6	15,4	19,0	23,8
14	-0,287	12,075	0,284	7,1	8,4	10,0	12,1	14,7	18,0	22,5
15	-0,261	11,594	0,282	6,9	8,1	9,7	11,6	14,1	17,2	21,3
16	-0,233	11,126	0,282	6,5	7,8	9,3	11,1	13,5	16,5	20,4
17	-0,204	10,551	0,286	6,1	7,3	8,8	10,6	12,8	15,7	19,4
18	-0,174	9,854	0,291	5,7	6,8	8,1	9,9	12,0	14,7	18,2
19	-0,140	9,044	0,297	5,1	6,2	7,4	9,0	11,1	13,6	16,8
20	-0,104	8,102	0,303	4,5	5,5	6,6	8,1	9,9	12,2	15,2
21	-0,067	7,063	0,309	3,9	4,7	5,8	7,1	8,7	10,7	13,3
22	-0,030	5,996	0,315	3,2	3,9	4,9	6,0	7,4	9,2	11,3

Figura 2. Curvas percentilares suavizadas del % de grasa para patinadores de velocidad sobre ruedas de sexo masculino.



y ser top 8 del torneo europeo 2009⁷. En un estudio con mujeres patinadoras de la selección de Liga de Valle del Cauca con edad promedio de 18 años se encontró que el promedio de grasa era de 15,8%³¹, al ser comparado con el presente estudio se ubica sobre el P10 siendo normal para la clasificación propuesta.

Otro trabajo realizado con patinadoras infantiles de Bogotá, entre 11 y 13 años indicaron que el promedio del % de grasa fue de 15,9% y para el grupo de 14 a 16 años de 22,5%²³, ubicándose ambos valores en la zona de normal de la clasificación propuesta, específicamente entre el P10 y P75. Asimismo, en niñas de 12 años de nivel nacional se encontraron valores promedio de 12,2% de grasa²¹. De igual forma, en patinadores de 13 años se encontró que los sujetos masculino presentaban 10% de grasa y las niñas 19%⁵ todos los valores mencionados anteriormente se ubican en la zona normal de la propuesta actual.

Ahora bien, al realizar el análisis en cuanto al nivel competitivo se observa que los corredores de velocidad en juegos nacionales de Venezuela durante el 2005 presentaban un %G de 18,6% los hombres y las mujeres 17,3%, mientras que los fondistas 19,7% el sexo masculino y 19,2 para el sexo femenino⁴. Por su parte, patinadores del Norte de Santander, participantes en juegos nacionales 2012 presentaban 18,8%

Tabla 5. Valores LMS y percentiles del %MM por sexo para patinadores de velocidad sobre ruedas.

Edad	L	M	S	3	10	25	50	75	90	97
Femenino										
4	0,408	32,597	0,064	28,6	29,9	31,2	32,6	34,0	35,5	36,9
5	-0,119	33,796	0,062	29,9	31,1	32,4	33,8	35,2	36,7	38,3
6	-0,480	34,812	0,061	30,9	32,1	33,4	34,8	36,3	37,8	39,5
7	-0,619	35,744	0,061	31,8	33,0	34,3	35,7	37,2	38,8	40,5
8	-0,637	36,618	0,061	32,6	33,8	35,2	36,6	38,2	39,8	41,5
9	-0,603	37,263	0,061	33,1	34,4	35,8	37,3	38,8	40,5	42,3
10	-0,503	37,677	0,061	33,5	34,8	36,2	37,7	39,3	40,9	42,7
11	-0,309	37,953	0,061	33,7	35,0	36,4	38,0	39,5	41,2	43,0
12	-0,032	38,199	0,061	33,8	35,2	36,7	38,2	39,8	41,4	43,2
13	0,298	38,535	0,061	34,0	35,5	37,0	38,5	40,1	41,8	43,4
14	0,677	38,942	0,061	34,3	35,8	37,4	38,9	40,5	42,2	43,8
15	1,087	39,352	0,061	34,5	36,1	37,7	39,4	40,9	42,5	44,1
16	1,482	39,749	0,061	34,8	36,5	38,1	39,7	41,3	42,9	44,5
17	1,856	40,135	0,061	35,0	36,8	38,5	40,1	41,7	43,3	44,8
18	2,210	40,506	0,060	35,2	37,1	38,8	40,5	42,1	43,6	45,1
Masculino										
5	9,334	47,029	0,046	38,2	43,0	45,4	47,0	48,3	49,4	50,3
6	8,773	46,227	0,044	39,2	42,6	44,7	46,2	47,4	48,4	49,3
7	8,038	45,791	0,042	39,8	42,5	44,4	45,8	47,0	48,0	48,8
8	7,118	45,692	0,042	40,3	42,6	44,3	45,7	46,9	47,9	48,8
9	6,233	45,713	0,042	40,6	42,7	44,3	45,7	46,9	48,0	48,9
10	5,516	45,715	0,042	40,8	42,7	44,3	45,7	46,9	48,0	49,0
11	5,020	45,601	0,043	40,7	42,6	44,2	45,6	46,8	48,0	49,0
12	4,758	45,443	0,044	40,6	42,4	44,0	45,4	46,7	47,8	48,9
13	4,673	45,388	0,044	40,5	42,4	44,0	45,4	46,7	47,8	48,9
14	4,695	45,487	0,045	40,5	42,4	44,1	45,5	46,8	47,9	49,0
15	4,762	45,713	0,045	40,6	42,6	44,3	45,7	47,0	48,2	49,3
16	4,835	45,996	0,046	40,8	42,8	44,5	46,0	47,3	48,5	49,6
17	4,882	46,284	0,046	40,9	43,0	44,8	46,3	47,6	48,8	50,0
18	4,903	46,530	0,047	41,0	43,2	45,0	46,5	47,9	49,1	50,3
19	4,904	46,705	0,047	41,1	43,3	45,1	46,7	48,1	49,3	50,5
20	4,894	46,806	0,048	41,1	43,3	45,2	46,8	48,2	49,5	50,6
21	4,877	46,858	0,048	41,1	43,4	45,2	46,9	48,3	49,6	50,7
22	4,858	46,885	0,049	41,0	43,3	45,2	46,9	48,3	49,6	50,8

Figura 3. Curvas percentilares suavizadas del % de masa muscular para patinadores de velocidad sobre ruedas de sexo femenino.

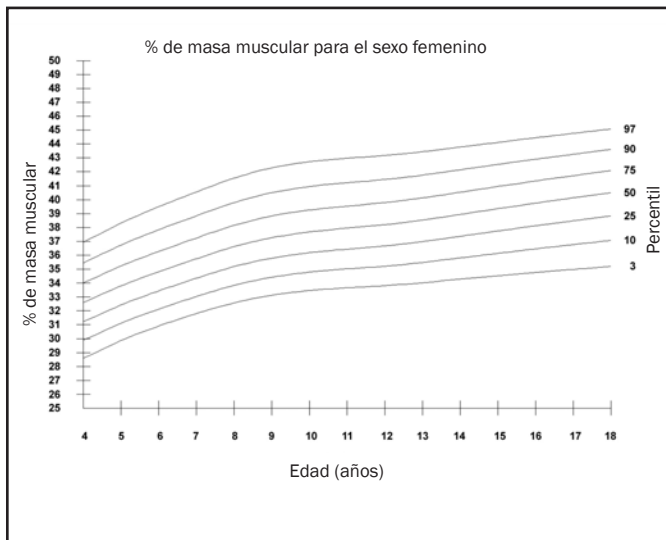
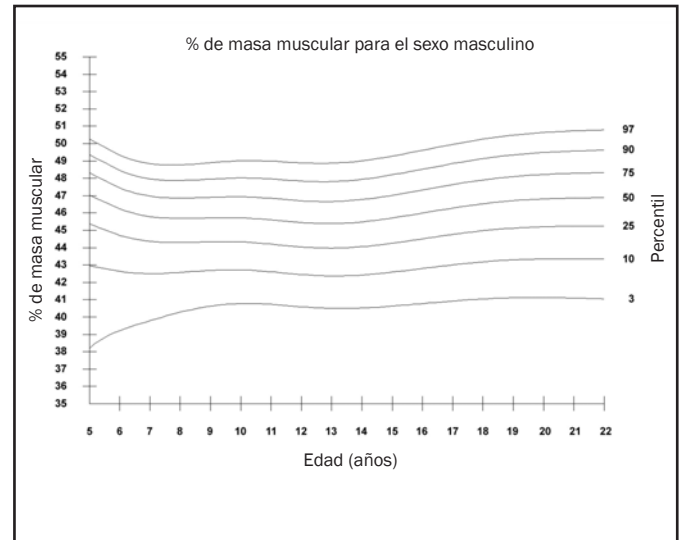


Figura 4. Curvas percentilares suavizadas del % de masa muscular para patinadores de velocidad sobre ruedas de sexo masculino.



de grasa las mujeres y 10,8% los hombres²⁴, mientras que al comparar el rendimiento competitivo se han observado que los medallistas juveniles (17 años de edad promedio) presentan 7,8% de grasa respecto de no medallistas con 9,8% de grasa. Lo anteriormente expuesto nos indica que los valores de grasa que se aproximen a la zona baja (debajo P10) son un indicador del probable mejoramiento en la performance del patinador, haciendo la salvedad que valores muy bajos (menor a P3) no serían del todo adecuados para la salud del deportista.

En cuanto al %MM como indicador de la CC del patinador ha sido descrito en estudios con patinadores de nivel nacional, encontrando valores de 44,9% para mujeres y 48,2% para hombres²⁴. En niños de 12 años se ha descrito que el sexo masculino presenta 45,5% y el femenino 44,1%⁵ y en niños de 12 años de Neiva-Colombia se encontraron valores de 49,9%²². Al analizar estos valores, de acuerdo al rendimiento en competencia, los medallistas juveniles masculinos presentaron 48,4% y los no medallistas 48,3%¹⁴. Se observa que los valores descritos se ubican entre el P10 y el P90 del presente trabajo.

Teniendo en cuenta que los hallazgos y la propuesta presentada no pretende ser una norma única para establecer la tipificación de la CC de un patinador, es pertinente considerar que la clasificación presentada permite distinguir y categorizar con rigurosidad y objetividad, las características de la CC en los patinadores independientemente de la edad y nivel competitivo. Al considerar la interpretación de acuerdo al momento del entrenamiento, ya sea al inicio de la preparación o próximo a una competencia, de igual manera, esta herramienta será de utilidad en el diagnóstico biomédico, de nutrición y fisiológico al ser contrastado con otras variables como maduración, crecimiento, edad, nivel competitivo, performance, entrenamiento y aspectos funcionales.

Es importante señalar que independientemente de la fórmula utilizada, el personal involucrado en el seguimiento y control del entrenamiento maneja frecuentemente referencias de composición corporal, existentes en estudios con poblaciones focales (en edad, sexo, nivel competitivo o momento del entrenamiento), incluso de otros deportes o mediante modelos de predicción del sobrepeso en grupos polideportivos³² para compararse y establecer un diagnóstico y decidir la intervención adecuada. Por lo tanto, algunas fortalezas del presente estudio, están representadas en el número de sujetos evaluados longitudinalmente, el rango de edad evaluado, todos son patinadores de clubes legalizados ante sus federaciones y que los datos fueron recolectados directamente por el autor, junto a evaluadores calificados y con amplia experiencia en el manejo de evaluaciones antropométricas con grandes poblaciones.

Finalmente, se razona que una de las limitaciones importantes estriba en la muestra no probabilística, sin embargo, el presente trabajo puede considerarse un punto de partida a futuros estudios en poblaciones más amplias, con muestreo probabilístico y considerando su origen étnico. También, se podrá ejecutar la clasificación de los valores en bruto de los pliegues cutáneos y perímetros para favorecer la interpretación al personal biomédico (médicos y nutricionistas deportivos) así como a fisiólogos del ejercicio, en la practicidad de la interpretación de los datos antropométricos.

Conclusiones

Los valores hallados en el presente estudio se corresponden con la evidencia disponible en la literatura, de esta manera la clasificación presentada sin pretender establecer los parámetros poblacionales, permite distinguir y categorizar con rigurosidad y objetividad, las características de la CC en los patinadores independientemente de la edad y nivel competitivo. Por lo tanto, la interpretación que surja de la comparación con la presente propuesta queda a discreción del objetivo que el profesional que la use a bien tenga para los sujetos que evalúe.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. World Skate. Speed Technical Commission General Regulations. Chairman Speed Technical Commission. 2019;95.
2. Sopher A, Shen W, Pietrobelli A. Métodos de composición corporal pediátrica. En: Heymsfield S, Lohman T, Wang Z, Going S, editores. *Composición corporal*. 2da ed. Mexico: Mc Graw Hill; 2005;177-202.
3. Acevedo A, Lozano R, Bustos B. Composición corporal y somatotipo de patinadores de velocidad sobre ruedas de norte de Santander, 2014. En: III Congreso Internacional de Educación Física y Áreas Afines. 2017.
4. Lozano RE, Contreras DG, Navarro L. Descripción antropométrica de los patinadores de velocidad sobre ruedas participantes en los Juegos Deportivos Nacionales de Venezuela. *Rev Digit Educ Fis y Deport Eddeportes*. 2006;102.
5. Contreras DG, Lozano Zapata RE. Características Antropométricas de los Patinadores de Velocidad en Línea. Torneo Nacional de Transición Cartagena de Indias, Diciembre 2005. *Patinaje sin fronteras*. 2009;1:1-14.
6. Lozada J, Hoyos C, Santos Y, Castilla L, Aduén J. Composición corporal y potencia aeróbica del patinador de carreras federado del departamento de Sucre-Colombia. *Rev Educ Física*. 2019;8(3):42-57.
7. Matyk M, Raschka C. Body composition and the somatotype of European top roller speed skaters. *Pap Anthropol*. 2013;20:258.
8. Reyes YG, Gálvez Pardo AY, Santos Alemán JS. Relación entre el perfil antropométrico, morfológico y la potencia anaeróbica de patinadoras jóvenes de Bogotá. *Gymnasium*. 2015;1.
9. Norton K, Olds T. *Antropométrica*. Biosystem. Rosario: Biosystem; 1996. 1-273 p.
10. Sampaio J, Lorenzo A. Reflexiones sobre los factores que pueden condicionar el desarrollo de los deportistas de alto nivel. *Apunt Educ física y Deport*. 2005;80:63-70.
11. de Koning JJ, Bakker FC, de Groot G, van Ingen Schenau GJ. Longitudinal development of young talented speed skaters: physiological and anthropometric aspects. *J Appl Physiol*. 1994;77:2311-7.
12. Padilla J. Relación de la Potencia Aeróbica y la Sumatoria de Panículos Adiposos en Deportistas Jóvenes: ¿Influye la Maduración Somática? *Rev Electrónica Act Física y Ciencias*. 2014;6:1-17.
13. Garrido-Chamorro R, Sirvent-Belando JE, González-Lorenzo M, Blasco-Lafarga C, Roche E. Skinfold Sum: Reference Values for Top Athletes. *Int J Morphol*. 2012;30:803-9.
14. Lozada J. Comparación de las características antropométricas entre patinadores de velocidad medallistas y no medallistas. *Rev Electrónica Act Física y Ciencias*. 2015;4.
15. Alvero Cruz JR, Cabañas Armesilla MD, Herrero de Lucas A, Martínez L, Moreno C, Porta J, et al. Protocolo de Valoración de la composición corporal para el Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Group of Kinanthropometry of Spanish Federation of Sports Medicine. *Arch Med del Deport*. 2010;28:330-43.
16. Sartorio A, Agosti F, Marazzi N, Trecate L, Silvestri G, Lafortuna C, et al. Gender-, age-, body composition- and training workload-dependent differences of GH response to a discipline-specific training session in elite athletes: A study on the field. *J Endocrinol Invest*. 2004;27:121-9.
17. González De los Reyes Y, Fernández Ortega JA, Sedano Campo S. Características de jóvenes futbolistas colombianos en el terreno de juego. *Apunt Educ Física y Deport*. 2016;4:55-63.

18. Tuda M, Rodríguez Guisado F, Solanellas F. Valoración cineantropométrica de tenistas de diferentes categorías. *Apunt Educ física y Deport.* 1996;122–35.
19. Correa JEB. Determinación del perfil antropométrico y cualidades físicas de niños futbolistas de Bogotá. *Rev Ciencias la Salud.* 2008;6:74–84.
20. Prior BM, Modlesky CM, Evans EM, Sloniger MA, Saunders MJ, Lewis D, et al. Muscularidad y densidad de la masa libre de grasa en atletas. *J Appl Physiol.* 2001;90:1523–31.
21. Lozada J, Padilla J, Torres Y, Paredes W. Valoración de la potencia aeróbica por medio de test progresivos e incrementales en patinadoras de carreras categoría cadetes del estado Barinas. *Dimens Deport.* 2013;6:43–52.
22. Montealegre D. Perfil antropométrico, somatotipo y condición física de niños patinadores de neiva. *Acción Mot.* 2019;43–50.
23. Fonseca F, Ramirez J. Perfil condicional y de composición corporal de los patinadores de velocidad de Asodepa Bogotá. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A); 2017.
24. Lozano E, Cardenas W. Analisis de la composición corporal en la preparación de los patinadores de velocidad de la selección norte de Santander participantes en los Juegos Nacionales 2012. *Rev Act Física y Desarro Hum.* 2013;5:92–100.
25. Marino F, Dominguez C, Juan C, Quinchia A. Caracterización Cineantropométrica del deportista de patinaje en linea, Campeonato Mundial de Pista y Ruta Barrancabermeja, Colombia, 2000. En: II Congress of the European federation of sports medicine. 2001. p. 443.
26. Slaughter M, Lohman T, Boileau R, Horswill C, Stillman R, van Loan M, et al. Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. *Hum Biol.* 1988;
27. Poortmans JR, Boisseau N, Moraine JJ, Moreno-Reyes R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;
28. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: The lms method and penalized likelihood. *Stat Med.* 1992;
29. Marrodán MD, González-Montero de Espinosa M, Herráez, Alfaro EL, Bejarano IF, Carmenate M, et al. Development of subcutaneous fat in Spanish and Latin American children and adolescents: Reference values for biceps, triceps, subscapular and suprailiac skinfolds. *HOMO- J Comp Hum Biol.* 2017;68(2):145–55.
30. Pan H, Cole T. User's guide to LMSchartmaker. 2011.
31. Muñoz CAC. Caracterización del tejido graso subcutáneo localizado en mujeres que practican natación y patinaje. Universidad Tecnológica de Pereira. 2008.
32. Mascherini G, Petri C, Ermini E, Bini V, Calà P, Galanti G, et al. Overweight in young athletes: New predictive model of overfat condition. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16.

Medical arguments for and against the liberalization of doping

Pedro Manonelles Marqueta^{1,2}, Carlos De Teresa Galván³, José Antonio Lorente Acosta³, Juan José Rodríguez Sendín⁴, Serafín Romero Agüit⁴, José Luis Terreros Blanco⁵

¹Spanish Society of Sports Medicine. ²San Antonio Catholic University of Murcia. ³University of Granada. ⁴General Council of Official Colleges of Physicians. ⁵Spanish Agency for the Protection of Health in Sport.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00016

Recibido: 26/05/2020

Aceptado: 11/11/2020

Summary

The use of doping has been banned for almost a century due to the risk involved to the athlete's health. Since then, the criterion of prohibiting substances has been reinforced to improve performance, becoming a rarely controversial issue nowadays. However, opinions defending the liberalization of doping has been sometimes given based on various arguments. One of the most common is the impossibility of completely eradicating doping and that this can be safe, from the point of view of health, if it is done by qualified doctors.

This paper presents the arguments against the liberalization of doping from a medical point of view, contemplating various aspects.

Those related to the use of substances such as: lack of clear criteria for inclusion in the list of prohibited substances and the unclear margin between the use of medication for treatment and for doping.

Arguments related to health protection such as: the risk of sport for the athlete, the healthy sport, doping substances have few health risks, the use of medications, allow genetic doping because it is inevitable, risks of self-medication or use of medication without a prescription.

Arguments related to sports performance such as: Doping products do not improve performance, doping is comparable to other performance improvement techniques, match genetic differences among athletes.

And other arguments such as: prohibition favours doping, the control of doping increases the risks of doping itself, the high cost of anti-doping fight or the few anti-doping resources.

The proposal for liberalization of doping under medical control is analyzed and discussed as well as the effects of liberalization on children and adolescents. At the end the medical ethical aspects related to doping are presented to conclude with the opposition of the medical profession against doping and its liberalization.

Key words:

Doping prohibition. Liberalization.

Health. Medical ethics.

Medical deontology.

Argumentos médicos a favor y en contra de la liberalización del dopaje

Resumen

El dopaje está prohibido desde hace casi un siglo debido al riesgo que implica para la salud del deportista. Desde entonces, el criterio de prohibición de sustancias se ha reforzado para mejorar el rendimiento, convirtiéndose en un tema poco controvertido en la actualidad. Sin embargo, a veces se han emitido opiniones en defensa de la liberalización del dopaje basadas en diversos argumentos. Uno de los más habituales es la imposibilidad de erradicar por completo el dopaje y que éste puede ser seguro, desde el punto de vista de la salud, si lo practica médicos titulados.

Este artículo presenta los argumentos en contra de la liberalización del dopaje desde el punto de vista médico, contemplando diversos aspectos.

Los relacionados con el uso de sustancias tales como: falta de criterios claros para su inclusión en la lista de sustancias prohibidas y el margen poco claro entre el uso de medicamentos para tratamiento y dopaje.

Argumentos relacionados con la protección de la salud como: el riesgo del deporte para el deportista, el deporte sano, las sustancias dopantes tienen pocos riesgos para la salud, el uso de medicamentos, permitir el dopaje genético porque es inevitable, los riesgos de automedicación o uso de medicación sin prescripción.

Argumentos relacionados con el rendimiento deportivo tales como: los productos antidopaje no mejoran el rendimiento, el dopaje es comparable a otras técnicas de mejora del rendimiento, diferencias genéticas entre los deportistas.

Y otros argumentos como: la prohibición favorece el dopaje, el control del dopaje aumenta los riesgos del dopaje, el alto coste de la lucha antidopaje o los escasos recursos antidopaje.

Se analiza y discute la propuesta de liberalización del dopaje bajo control médico y los efectos de la liberalización en niños y adolescentes. Al final se presentan los aspectos éticos médicos relacionados con el dopaje para concluir con la oposición de la profesión médica al dopaje y su liberalización.

Palabras clave:

Prohibición del dopaje. Liberalización.

Salud. Ética médica.

Deontología médica.

Correspondencia: Pedro Manonelles

E-mail: pmanonelles@femede.es

Introduction

The origin of the fight against doping can be attributed to the International Amateur Athletic Federation (IAAF) that in 1928 prohibits the use of doping, and specifically the use of stimulants¹. The International Olympic Committee, in 1960, set up the first Anti-Doping Commission and, together with some international sports federations, established the reasons for the anti-doping policy that are: to maintain and preserve the ethics of sport, to guarantee the physical health and mental integrity of the players and ensure that all competitors have an equal opportunity to compete². Nowadays, the institution responsible for the World Anti-Doping Program is the World Anti-Doping Agency (WADA-AMA) with the legal support of UNESCO³, which highlight that the purposes of the World Anti-Doping Code⁴ the athletes' fundamental right to participate in doping-free sport, to promote health, and thus to ensure fairness and equality in sport for all athletes around the world.

However, there is still a debate as to whether it would not be better to liberalise their use and leave the decision on whether or not to doping to the athlete's discretion, rather than taking all the measures involved in implementing anti-doping regulations

Doping tests are not supposed to identify all athletes using doping substances or methods⁵⁻⁷. Doping is more widespread than is indicated by reports of adverse analytical results (AAR) from laboratories accredited by the World Anti-Doping Agency (WADA)⁸ and as reflected in surveys of anti-doping attitudes and behaviour⁹. Therefore, is a strong suspicion that some sporting achievement is achieved through doping¹⁰.

Some authors believe that due to the fact that current rules have failed to prevent doping, and it is much more prevalent than the current data reflects, doping probably could not be eradicated. From this point of view, liberalising the use of prohibited substances would be the best way of avoiding the problem of doping¹⁰⁻¹³. But, on the other hand, the supporters of this proposal realise that a total liberalisation of doping would have major risks for the health of the general public, affecting a very large number of subjects¹², including amateur athletes who already have an alarming and very high prevalence of doping use¹⁴⁻¹⁷. As a final proposal by these authors, performance-enhancing drugs should be allowed under medical supervision in elite athletes¹².

This document presents the arguments for and against the liberalisation of doping that relate to health aspects, as well as the position of sports medicine in relation to the proposal to create a doping system by doctors.

Arguments related to the use of substances and prohibited methods

Lack of clear criteria for inclusion in the list of prohibited substances

Lack of clear criteria for inclusion on the list of prohibited substances

One argument used by supporters of liberalization is that the criteria for inclusion on the lists of banned substances are unclear^{11,13}. Criticism

has been made of allowing the use of painkillers such as paracetamol¹¹ since it might improve the athlete's physical capacity. However, there are scientific proof tha paracetamol is an analgesic that does not improve performance and the athlete has the right to treat painful conditions. Surprisingly, the better knowledge of the use of some substances leads to findings that could force a reconsideration of the banning of substances such as painkillers, as it has been found that pre-competition users of painkillers may be particularly prone to the use of doping substances¹⁸.

The removal of caffeine from the lists of banned substances after it had been banned for years has also been criticised¹¹. There is also criticism of other substances such as nicotine or tetrahydrocannabinol^{12,19}.

When analysed analyse these substances, there is only evidence of performance enhancement in the case of caffeine²⁰ and possibly their non-inclusion on the banned list is due to the widespread use of coffee, given that 75% of sportsmen and women consume coffee before or during competition, but only 0.6% have urinary concentrations above 12 µg·mL⁻¹, which could be a high concentration²¹. In addition, the WADA monitoring program does not show significant consumption for doping purposes²².

More research is needed to provide greater evidence of any harmful effects of performance-enhancing technologies to deter potential users rather than coerce them. Additional actions might include placing substances on the banned lists with greater knowledge of their effects²³ and also carrying out doping controls more effectively⁷.

The blurred margin between the use of medication for treatment and for doping

It has been argued that medical treatment for athletes can be problematic when there is a need to use medicines included in the doping list, even if outside the sporting context these are medicines for regular and licit clinical use. It has also been argued that the system of therapeutic use exemptions (TUE)²⁴ is expensive and may in some cases deprive the athlete of adequate treatment²⁵. In some cases, there have been difficulties in treating some athletes, as was the case with the use of beta2-agonists for the management of asthma²⁶. However, this case has now been resolved by allowing the use of most of these preparations in clinical and inhalation doses without limitation. Additionally, the TUE system has been questioned since it is suspected that it might be a way of favouring the use of substances, not for therapeutic purposes but for doping²⁷.

Doping has also been criticised by questioning whether so-called performance enhancing treatments are banned for athletes but allowed for other individuals, whether there are any relevant differences between therapeutic and performance enhancing treatments, and whether bans on performance enhancing treatments should be reconsidered on the basis of sporting disciplines¹¹.

The first years of application of anti-doping regulations resulted in a time when certain medications could not be used for the legitimate and fully justified treatment of certain pathologies in athletes. The implementation of the TUE system was an enormous success that has allowed Medicine to treat patients, even if they are athletes, with prohibited medications, following the established rule which, in general terms, is adequate and sufficient.

What cannot be agreed upon is the differentiation between treatments for therapeutic purposes and those for improvement. In medicine there are prescription criteria for processes and diseases that are established by medical practice and evidence. There are no indications for improving treatment and, very possibly, the performance of this type of action by the doctor could be considered malpractice and, therefore, susceptible to constitute a lack of ethics.

The use of doping substances for therapeutic purposes has been suggested as a way of avoiding the consequences of sporting activity²⁸ and would be designed to protect the athlete from the potential great damage that training and the competitive calendar cause at such high levels of competition.

This therapeutic concept does not exist in clinical practice and the allegedly serious consequences of competitive sport have not been described either.

Arguments related to health protection

The argument of the risk of sport for the athlete

One of the arguments for banning doping is to protect the health of the athlete.

Supporters of liberalisation have several objections to this. They point out that, since sport has even fatal risks, there is no justification for using this argument in favour of control of doping. They consider that the argument of the health of the athlete is paternalistic and is not in agreement with the unhealthy aspects and risks associated with the practice of elite sport²³. They understand that there is no knowledge of possible future harmful effects²⁹. Finally, the abolitionists say that the argument for banning doping on health grounds, as is the case with banning alcohol from driving vehicles, is not an argument for banning doping because driving under the influence of alcohol endangers the lives of others and is therefore a public health offence, and this does not seem to be the case with doping. For them, what is dangerous is not the use of doping procedures, such as the use of substances or even blood transfusion, but the clandestinity, without medical supervision and without the athlete being aware of the risks and possible future effects. In addition, due to the fact that harmful effects on health may be greater with a ban than with tolerance accompanied by medical supervision and information to athletes, they justify liberalisation since this would considerably reduce the risks^{11,29}.

Sport is an activity whose essence is competition³⁰, which places the athlete at the limit or above his possibilities and therefore generates risks that are inherent to sport itself. This is why the federations adopt rules to reduce the risks and not to take new risks, such as doping. It is precisely because of the risk inherent in sport that the argument for banning doping is fully justified so as not to add to the risks to the athlete beyond those already posed by the sport itself. Moreover, the risks of doping are additional and avoidable, whereas some of the risks of sport are unavoidable³¹ such as in diving, combat sports, caving, mountaineering and motor sports.

Moreover, the use of some doping substances is not only a risk to the health of the athlete who is doping, but also to others, for example:

- Cocaine and anabolics increase the aggressiveness of the sportsman or woman over other sportsmen or women. It could involve a

risk in boxing and other combat sports, fencing, olympic shooting, archery and biathlon.

- Narcotics, by lowering the level of awareness, can endanger the lives of other athletes or other people (climbing, mountaineering, caving, canoeing, bobsleigh) and in circumstances that make the athlete lose control and impact on other athletes or spectators as in motor sports (motor racing, motorcycling, jet skiing, even cycling).
- The same applies to other products that lower the level of attention of the sportsman or woman.

Doping also has other effects on others. Some athletes resort to doping because they are certain that their opponents are doping, and if they do not do so too, they will be at a disadvantage³². This is the so-called coercion or "moral damage" argument³³ whereby the depositor who dopes harms "clean" depositors by forcing them to dope, which is a form of coercion that harms others and is a further argument for refusing doping. According to this argument, doping should be banned because it forces athletes to use it if they want to compete at higher levels. Since clean athletes are being coerced into doping, they are not fully responsible for their actions. Thus, if they cannot withstand the pressure exerted on them both by other competitors and by the elite sport system itself, they are not autonomous in their actions. Only the intervention of sports institutions can protect their autonomy and allow them to decide not to use drugs when competing at elite level. Rejection of doping therefore safeguards the autonomy of competitors.

Moreover, athletes who are convinced that their opponents are doping are the most vulnerable group to use doping procedures³⁴.

Finally, a risk for the athlete would be that they would be pushed into doping without being clearly indicated that he is being doped, which can happen in two circumstances:

- Children. As occurred in the former German Democratic Republic³⁵, which had very serious consequences. At least one case of sex change from woman to man, the virilizations of anabolized women, has been known and the pain of muscular rigidity experienced by children when subjected to processes of anabolization, to name only a few, has been described.
- Adults. In general, the athlete has knowledge and experience and the minimum commitment to knowledge at least of the doping rules is assumed so that he or she is not misled by others into doping. However, it may be that in some cases there is a lack of vigilance in the advice given to him or her to take substances and get caught up in a doping procedure.

It is therefore important that there is a procedure for checking that athletes are not being exploited by others³⁶. It should be remembered that athletes have confidence in the people around them, who are not always totally concerned with their well-being and may be the ones who lead them to take drugs in order to maintain performance, bearing in mind that support depends on sporting success³⁷ and that athletes are over-motivated to achieve better marks, along with very high economic incentives and sometimes political and social pressure¹¹.

A very important part of Sports Medicine is to take measures and propose actions to prevent or at least minimise the risks inherent in sport. What cannot be accepted is the argument that, since sport has risks, those that may arise from the medically controlled use of doping substances are accepted¹². Doctors should not add risk to

the athlete. This goes against his professional precepts and his code of ethical conduct.

The healthy sport argument

The argument of banning doping on health grounds has been considered by supporters of liberalisation to be a false moral argument indicating that there are sports involving real health risks¹².

It has already been pointed out that the risk is inherent in sport and is thus accepted by society as a whole. The fight against doping seeks to avoid risks that are additional to those inherent in sport, and the argument to that effect is therefore misplaced.

Today's medical work is not the "picturesque image of an ideal harmony between beauty, strength and health devised by the first Olympic movement"¹² but the work of prevention in all aspects to prevent the problem from appearing.

There is no need to insist on the principle that it should not be the doctor who favours attitudes or strategies, such as the proposal of medically-directed doping that lead a person to self-destruction.

Doping substances have few health risks

It has been indicated that the effects of doping substances are not as harmful as claimed, that there is little evidence available on the long-term effects of anabolic steroids and that the medical profession has little credibility regarding the consequences of anabolic steroid use because they are based on athlete comments and advice from other drug users²³.

The scientific literature now offers many scientific evidence on health risks of prohibited substances and methods. The following description is not intended to be a comprehensive review of the harmful health effects of doping substances and methods but, it might be sufficient for the reader to appreciate the risks inherent in the use of various doping procedures.

Athletes who use doping often use a combination of several drugs in high doses, which are constantly changing, leading to interactions and counter-actions. Among the biomedical side effects of doping, cardiovascular effects are the most harmful because they can increase morbidity and mortality³⁸ (Tables 1, 2).

Table 1. Describes the side effects of ephedrine.

Side effects of ephedra and ephedrine ³⁹
<ul style="list-style-type: none"> - Arrhythmias. - Sudden death. - Myocardial infarction. - Vasospasm. - Hypertension. - Myocardial hypertrophy. - Cardiomyopathy. - Myocardial necrosis. - Cerebral vascular accident.

Table 2. Describes the side effects of anabolic androgenic steroids.

Side effects of anabolic androgenic steroids ³⁸⁻⁴⁰ .	
Cardiovascular	<ul style="list-style-type: none"> - Arrhythmias - Sudden death - Thrombosis - Peripheral embolism - Myocardial infarction - Coagulation disorders - Polycythemia - Coronary atheromatous disease/dyslipaemia - Hypertension - Myocardial hypertrophy - Cardiomyopathy - Myocardial necrosis - Cerebral vascular accident - Coronary Arterial Ectasia - Heart failure
Liverworts	<ul style="list-style-type: none"> - Inflammatory phenomena and cholestasis - Peliosis - Neoplasms
Neuroendocrines (male)	<ul style="list-style-type: none"> - Suppression of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis - Hypogonadism by withdrawal AAS - Gynecomastia - Prostatic hypertrophy - Prostate cancer
Neuroendocrines (female)	<ul style="list-style-type: none"> - Virilization
Neuropsychiatry	<ul style="list-style-type: none"> - Major mood disorders: mania, hypomania, depression - Aggression, violence - Dependence - Neuronal apoptosis, cognitive deficits
Musculoskeletal	<ul style="list-style-type: none"> - Premature epiphyseal closure - Tendon ruptures
Renal	<ul style="list-style-type: none"> - Acute renal failure due to rhabdomyolysis - Focal segmental glomerulosclerosis - Neoplasms
Immunology	<ul style="list-style-type: none"> - Immunosuppressive effects
Dermatologicals	<ul style="list-style-type: none"> - Acne - Stretch marks

The terrible consequences on the health of thousands of athletes, especially women and children, of the anabolisation programme in the former German Democratic Republic must not be forgotten^{35,41}.

Regarding erythropoietin and similar products, miscalculations in dosage and dehydration can lead to haematocrit values as high as 80%, resulting in severe hyperviscosity with risk of encephalopathy, stroke, tissue hypoxia, as well as high blood pressure and possible heart failure⁴². There is also a severe risk of hypercoagulability with risk of pulmonary embolism, myocardial infarction and formation of peripheral thromboembolisms. Cases of sudden death have been reported that are probably related to the above-mentioned adverse effects^{39,43}.

Excessive use of growth hormone can cause side effects such as hypertension, cardiomegaly, ventricular hypertrophy and dyslipaemia⁴⁴.

The adverse effects of insulin-like growth factor (IGF-1) include acromegaly, myalgia, oedema, dyspnoea and hypoglycaemia and might have cardiac effects similar to those of growth hormone⁴⁴.

Table 3. Side effects of gene doping⁴⁵.

- Plasmid DNA. Immunological alterations with inflammation and fever.
- Growth hormone. Oncogenesis.
- IFG-1. Oncogenesis, development of solid cancers and increased tumour growth.
- Overexpression of Epo. Increased hematocrit, increased blood viscosity, heart overload, microcirculation block, stroke and heart failure.
- Complete blockade of myostatin activity. Decrease in mass specific muscle force and shift to a faster more glycolytic phenotype suggesting impairment of the oxidative capacity of the muscle. Decrease in mass specific muscle force and shift to a faster glycolytic phenotype suggesting impairment of the oxidative capacity of the muscle⁴⁶ (effects observed in mice).

Blood doping, and also artificial oxygen carriers or plasma expanders, cause tachycardia and increased post-loading of the heart, which can lead to hypertension, myocardial infarction and heart failure⁴² and an increased risk of thrombosis.

Gene therapy has a clear morbidity in humans and some risk of mortality after vascular administration. The risks of gene doping are of two types: those arising from the procedures for delivering the product and those arising from the uncontrolled expression of the genes. The risks are summarised in Table 3.

The work of Pärssinen *et al.*⁴⁷ finds an increase in premature mortality in competitive powerlifters who used ALE with a 4.6-fold increased risk (95% CI 2.04-10-45; $p = 0.0002$) compared to the group of powerlifters who had not used ALE.

The use of medicines

The use of many medicines depends on doctor's prescription. Prescription is a medical act resulting from a diagnosis. If there is no diagnosis, there is no prescription, and there can be no prescription on demand, especially if the individual is not ill, has no pathology or does not need a preventive prescription.

The Spanish Code of Medical Deontology⁴⁸, which establishes compulsory rules for doctors, indicates that the primary duty of the doctor is to care for the health of the individual and will never intentionally harm the patient.

The doctor must respect the patient's refusal, in whole or in part, of treatment, but if the patient demands from the doctor a procedure which the doctor, for scientific or ethical reasons, judges to be inappropriate or unacceptable, the doctor, having been appropriately informed, is dispensed from acting.

The doctor must have the freedom to prescribe, respecting scientific evidence and authorised indications, which allows him to act independently and guarantee quality.

An additional case would be to treat the athlete to restore the alterations that occur during training, and which could show values of variables at lower than normal levels. This might happen with hormone

levels after hard competition or strenuous training. It is clear that among the qualities of the sportsman or woman that can differentiate him or her from others, is his or her capacity to restore homeostasis, so therapeutic aids (hormonal contribution, for example) in this sense would be a clear interference in the normal physiological processes involved in sports practice.

Moreover, it is not deontologically acceptable that the doctor contributes fraudulently to the improvement of the athlete's performance. The assessment of the suitability to practice sport must be based on criteria of care for the health and physical and psychological integrity of the subject. In this respect, doping by sports medicine societies is also prohibited^{49,50}.

Allowing gene doping because it is unavoidable

There is an argument for liberalisation which argues that, since gene doping is inevitable, what needs to be done is to allow it by regulating its use⁵¹. The justification for this proposal is that the improvement that gene doping causes in the body can be described as legitimate since this intervention is not within the scope of the harm argument (because its risk is not excessive) nor does it affect the spirit of sport. At least provisionally, genetic modifications affecting the germ line should only be prohibited until scientific evidence can certify that these genetic modifications do not affect the health of the offspring.

It has already been indicated in the previous section that gene therapy is not free from significant risks and it is more than evident that the peculiarities of this therapy should be reserved not only for medical problems under strict prescription but also for truly serious diseases for which there are no other effective forms of treatment.

Risks of self-medication or use of medication without a prescription

In addition to the risks of using doping substances, there is the use of non-medically prescribed substances as is the case with opiates in adolescent women⁵², which has important consequences on their health and on the foetus when used in pregnancy⁵³. There is also a high risk of neuropsychological dysfunction among students who abuse stimulants without a prescription⁵⁴.

Decriminalisation is also being considered in professional and high-performance sport because the clandestine practice of doping leads to many professional sportsmen and women and aspirants to health insecurity¹³. Additionally, the use of doping substances, in many sports and on all continents, has become a major public health problem due to the lack of quality controls⁵⁵.

The answer to these arguments is that the responsibility for clandestine use lies with those who practise it and that liberalisation would undoubtedly promote doping among young people and amateurs. The argument based on leaving it to the good judgement of athletes not to use doping in the knowledge of its negative consequences for their health is not sustainable. In fact, prohibitive and punitive strategies have shown the best results in terms of abandoning substances or actions which could endanger the health of the general population, as has been the case with smoking or road speed control.

In cases where doping is not monitored, it is very worrying to know that up to 50% of athletes would agree to doping in the knowledge that they would die within five years if they were sure that by doping they would achieve great success⁵⁶. Thus, these circumstances are a further argument for considering that liberalising doping would increase its current negative consequences.

Arguments related to sports performance

Doping products do not improve performance

It has been argued that the banning of doping substances is incorrect and immoral since it is doubtful to produce performance improvements or are non significant to improve results in competition. In addition, it would take large cohort and double-blind studies to prove that they actually cause performance improvements⁵⁷. However, it should be remembered that it is difficult for ethics committees to authorise studies on the effects of supra-physiological doses for non-clinically approved uses⁵⁸.

It is obvious that if the effects of the different forms of doping were not effective, they would not be used. The most striking case may be the discovery that the effects of anabolic steroids are dose-dependent⁵⁹. There were many studies that found no effect of AAS on increasing muscle size and strength^{60,61}, but with higher doses AAS have been found to cause a 5-20% increase in muscle strength and a 2.5 kg increase in body weight⁶².

As far as oxygen availability enhancers are concerned, the effects of blood re-infusion on exercise have been known for almost 50 years⁶³ and recently Lundby *et al*⁶⁴ indicated that the effects of blood doping on performance were very significant.

Doping is comparable to other performance-enhancing techniques

It has been argued that doping is no different from performance-enhancing techniques such as shaving the body of swimmers or refractive surgery to improve visual acuity in precision sports⁵⁷. Moreover, it is surprising that the use of oxygen availability enhancers, such as EPO, are banned, but that hypoxia tents or training at altitude, which have similar effects, are not⁶⁵.

The answer to the first arguments is simple. Firstly, athletes have the right to have their pathologies treated, such as the correction of myopia. Secondly, the improvements in performance are marked by the rules of each sport (in swimming, shaving is allowed, but not certain swimming suits or adhesive therapy strips, for example⁶⁶. With regard to the use of oxygen availability enhancers, each athlete can follow the best training to stimulate the physiological processes that improve his performance. The use of hypoxia workouts has not been forbidden, but the use of EPO and blood transfusion is prohibited because their effects do not respond to physiologically activated stimuli and therefore without control of the homeostasis processes, which can add a risk. Their use is reserved for patients generally suffering from serious illnesses.

There is no doubt that the rules in sports have a point of arbitrariness, but the interpretations of the rule make it precisely that sport and its achievements are valued⁵⁸. The importance of sporting rules is

easy to explain: nobody would understand if, in order to encourage basketball players, the diameter of the basket were increased to make the game easier⁵⁸. JW Levine⁵⁷ wondered, referring to the discussion on the liberalisation of doping, that why athletes had to use their legs if they would be go faster by cycling. Obviously, everyone understands the need for rules. The athlete needs a difficulty and the spectator values the natural aptitudes and preparation of the athlete.

Matching genetic differences between athletes

Another argument in favour of liberalisation is that doping would make it possible to even out the differences between athletes resulting from natural, genetically determined qualities, which is known as the natural lottery of the most gifted⁶⁷. Genetic lottery prevent everyone from competing on the same level¹⁰.

This argument highlights the lack of awareness that in sport it is essential to exalt the diversity of natural talents and that the skills and dedication of competitors is decisive⁵⁸. Different sports emphasise different natural abilities and in this sense, differences in people's aptitude for different sports are not a reason to try to match them artificially, for example through doping, but to highlight the wide variety of sports and equally the great diversity of human beings.

Moreover, this argument is inconsistent, because if the use of doping substances were allowed, they could also be taken by the most gifted, unless these athletes were prohibited from doing so. This would mean that sporting success would be determined by the decision of the persons or bodies deciding on the use of substances. On the other hand, the doctor, who according to the promoters of this initiative would be the one to administer the substances, cannot decide who deserves to improve and who does not, nor is it up to him to level the attitudes between athletes³¹.

Other arguments

The argument that banning encourages doping

This argument is based on what happened at the beginning of the 20th century in the United States of America (USA) with the dry law that prohibited the manufacture and marketing of alcohol^{68,69}. The argument is that prohibitions have a call effect, that they promote clandestine business and that they favour the consumption of prohibited substances. It is therefore argued that doping control increases the risk by favouring the clandestine business of doping substances¹⁰.

While it may be thought that prohibition increased the consumption of alcoholic beverages, the reality is that it decreased mortality and hospital admissions due to the consequences of alcoholism, as well as annual per capita alcohol consumption to less than half of that prior to the prohibition period, and created an atmosphere of understanding of prohibition by society⁷⁰. These beneficial effects were maintained after the ban was lifted⁶⁹.

Furthermore, it has been considered incorrect to say that the experience of this ban would always result in failure. Subsequent experience shows that partial bans can produce substantial public health benefits at an acceptable social cost⁶⁸.

The comparison between the dry law and the ban on doping seems unfortunate and not at all comparable for two reasons. Firstly, because in the USA there has been a shift from no ban on alcohol consumption to a total ban on it. However, doping has always been banned. Furthermore, there have been bans that have proved effective, such as the ban on smoking in Spain, which has reduced the risk of people exposed to tobacco, its sale and consumption and the rates of acute myocardial infarction, ischemic heart disease and asthma^{71,72}.

Doping control increases the risks of doping

It has been argued that doping leads to dangerous behaviour that would not occur if its use were liberalised¹². For example, the detection of oil-based esters of nandrolone, which belong to a class of anabolic steroids with few side effects and little risk of liver disease, has led to the use of oral analogues with more side effects but which are eliminated more quickly, making them difficult to detect. Figure 1 lists the adverse analytical findings (AAR)⁸ from WADA-accredited laboratories that indicate the most commonly used parenteral AAR detections. Nandrolone is the only AEA for parenteral use that has decreased, according to the criteria expressed by Kayser *et al.*¹², from more than 250 detections to less than 200. However, the rest of the AEA for parenteral use (methenolone, boldenone and trenbolone) have greatly increased their detections, exceeding by far the use of nandrolone and increasing the total consumption of AEA for parenteral use (in 2015 there were 176 detections of nandrolone, compared to 216 of the other three products). The use of oral AADs has also increased for most products.

It has also been argued that recombinant erythropoietin, being detectable, has led to increased use of other oxygen-transport enhancing substances with greater potential health risks²⁵.

For these reasons, it is suggested that these consequences of anti-doping practices may cause more health problems than they are intended to prevent.

The above argument is inconsistent and infantile, and it has not been demonstrated that the use of doping substances has more risks associated with these alleged changes in use. The responsibility for the use of doping substances cannot be attributed to the fight against

doping but to the athlete who dopes as well as to those who induce or assist him/her in doing so.

The high cost of the fight against doping

Proponents of the liberalisation of doping argue that the cost of the fight against doping is very high and that its effectiveness is questionable. Furthermore, it targets a small population group, and that this involves an ethical dilemma of greater importance and relevance than the ethical argument of anti-doping practice^{12,23}.

We understand that the costs of the fight against doping can indeed be high. The current anti-doping policy is therefore aimed at rationalising resources and directing control strategies towards specific areas of high risk of doping⁴. But while we believe that doping cannot be entirely eradicated, the data do indicate that it has been reduced to the lowest level of all available records⁸.

Figure 2 shows the increase in HAA detections in WADA-accredited laboratories, highlighting a decrease in Olympic sports, where there is more anti-doping pressure, compared to non-Olympic sports which since 2013 are detected more than the previous ones.

Figure 3 shows that the percentage of HAA has progressively decreased from about 2% in the first half of the 2000 decade to about 1.2% nowadays. The decline is greater in Olympic sports, which are below 1% since 2008.

We agree that the problem of doping is much more worrying among amateur athletes because they are much more numerous and outside any kind of medical control, even among very young athletes⁷³⁻⁷⁶.

The use of anti-doping resources for a few

It has been argued that it is ineffective to target anti-doping resources when it affects many amateurs and that doping control is targeted at very few subjects¹².

The approach of liberalising doping through its prescription by specialised doctors would be more expensive, but would also justify without any arguments the use of doping methods to the whole population. Thus, this would increase their use over today's values what

Figure 1. Parenteral AAS.

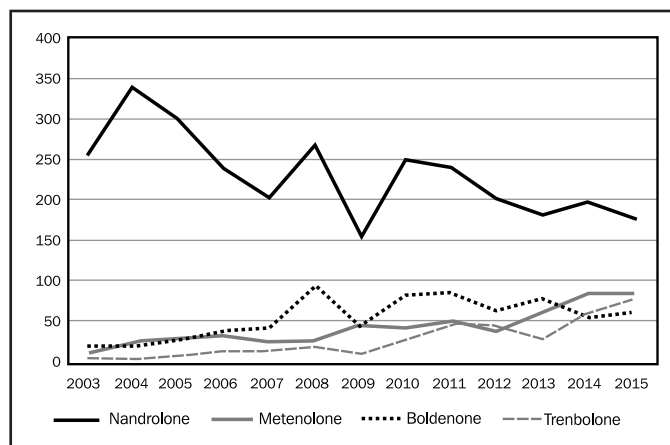


Figure 2. Number of HAA sports Olympic and non-Olympic.

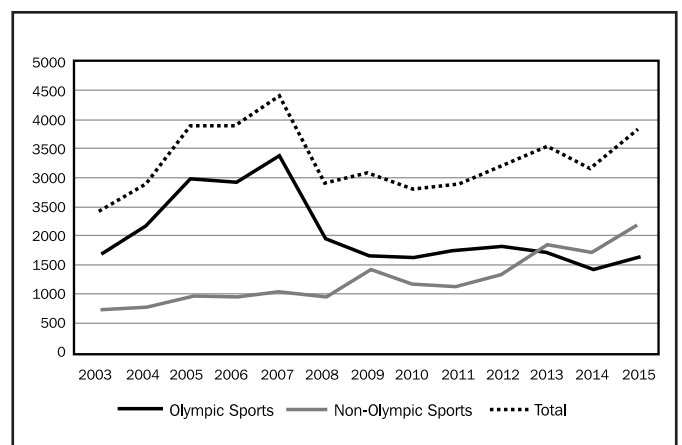
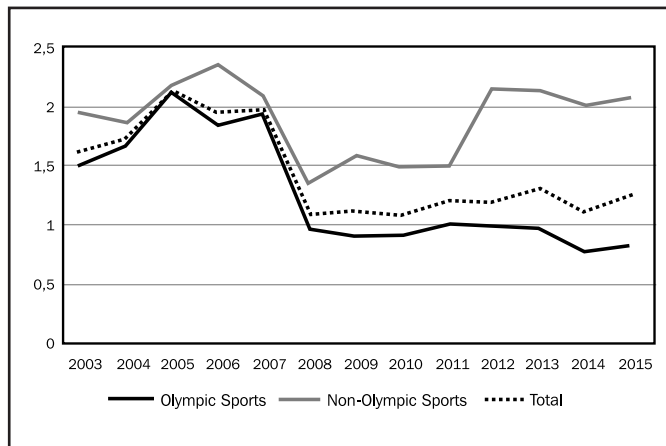


Figure 3. Percentage of HAA sports Olympic and non-Olympic.

already seems very remarkable. Defending the values of sport and seeking ways of controlling the use of doping substances by amateur athletes is needed.

It has been suggested¹¹ that the health protection arguments for banning doping are of less importance than those based on protecting sport. In this respect, it is sufficient to refer to the highest legal standard in the world, the Universal Declaration of Human Rights, which states that everyone has the right to health, medical care and health insurance⁷⁷. Without diminishing the importance of sport as a major activity, it is not mentioned in the above declaration.

The proposal to liberalise doping under medical supervision

In the light of the above arguments, and in view of the fact that doping should be liberalised, it has been proposed that sports doctors should be able to test athletes for doping¹⁰⁻¹³. However, the risks of total permissiveness in the use of substances should be avoided. This measure would increase doping, but there would be less morbidity and mortality by increasing safety and reducing clandestinity. This would be done under the principle of non-maleficence and protection of privacy¹².

It seems that the first time this argument was used was in the context of the German Democratic Republic, where there was a massive state doping system in which doctors minimised the dangers of substances, especially anabolics, as long as they were performed under medical supervision^{78,79}, which would be less harmful than clandestine doping performed by the athlete himself.

This criterion is widespread among some sports doctors worldwide and is not an exclusive feature of East German medicine at that time. There is a culture of doping among some doctors which is not only justified by the fact that the risks are minimised by medical supervision. Perhaps the real argument lies in economic reasons, and even in the fact that the results achieved by their athletes are notorious.

Proponents of the legalisation of "medically supervised" doping believe that this relationship is comparable to the traditional doctor-

sick relationship. The reality is that this relationship can subordinate medical judgment and client health to performance requirements. This flawed relationship is exacerbated when the doctor becomes dazzled by the athlete's celebrity and successes, causing the doctor to identify so strongly with the athlete's goals and to cause such satisfaction of the athlete's celebrity that he abandons medical standards in favour of the ambitions of the athlete-client who is now in charge of his medical "treatment"⁷⁹. This can lead to a two-way emotional dependence when the doctor succumbs to the charismatic appeal of the athlete and the athlete reveres the doctor as if he were an infallible guru. In his memoir *The Secret Race*, doped cyclist Tyler Hamilton writes that the famous Italian doper Michele Ferrari "was our trainer, our doctor, our god"^{79,80}.

The work of the doctor in competitive sport is carried out within a complex ethical framework that invites reflection, because it is not exempt from problems arising from the pressure of the interests of those involved such as the coach, the sponsors and the athlete himself to achieve results¹². In this context, the role of the doctor is to preserve the athlete's autonomy, to strike a balance between performance and health and to maintain the lifestyle chosen by the athlete.

This leads to situations where optimisation of performance conflicts with the preservation of health, such as when therapeutic measures are applied to keep an athlete competing despite an injury.

While not an easy task, this problem is addressed by maintaining proportionality between the benefits and risks reported to the athlete and the answer to the difficult question of what kind of health risks are acceptable for the athlete to assume.

Regarding performance enhancement, even using currently prohibited procedures, supporters of the liberalisation of doping argue that, in line with the principle of autonomy, the doctor should be at the athlete's service in order to enhance performance. As a result, a doctor in the role of performance enhancer must be responsible for the harmful effects of the use of any medical technology. This would be analogous to the usual role of physicians. They are free in their choice of intervention, pharmacological or otherwise, as long as it is in accordance with current medical knowledge and without iatrogenic disordered effects. Rather than speculating on anti-doping testing procedures, resources should be invested in protecting the integrity of physicians making such judgements.

If doping were permitted under an ethical structure based on the principle of non-maleficence, there would probably be an increase in the use of ergogenic aids, i.e. products currently considered as doping, but this would not lead to an increase in morbidity and mortality¹². In order to differentiate this strategy from the one implemented in the former German Democratic Republic^{35,41}, it would be necessary to ensure better information for athletes on the risks they would have and to guarantee the transparency of this practice, thus preventing a given nation from having advantages for its athletes. Furthermore, doping in a non-clandestine manner could have positive effects on the restricted world of elite sport. In fact, doping practices in the world of amateur sport could be less dangerous and thus the overall incidence of health problems caused by doping could be reduced.

This system of doping supervised and carried out by doctors would not lead to total liberalisation in order to avoid health risks. In fact, supporters of liberalisation recognise that doping has risks, even

fatal risks, which are considered too high a price to pay for sporting success, even in a society which allows self-destructive behaviour³¹. A certain level of ban would therefore remain. Determining what the limit of the ban should be is very difficult, since not many consequences of the use, especially of the new banned substances, are known. In such cases, medicine dictates the prudence that an unresearched substance should not be considered safe or without side effects, even if its side effects are presumed to be rare.

In case of legalisation, the permissible limits of the use of these substances should be determined outside the individual judgement of the physician. If this were the case, athletes would go to the most daring doctor who would give more products or in higher doses, which would cancel out the principle of equal opportunity, as well as increase the risk of side effects. This would require new rules and an international authority to monitor them. The limit on the use of substances, according to the advocates of liberalisation, would be "safety"⁵, which would entail maintaining regulations and a control system that, according to the promoters, should be more frequent and complex, which would increase expenditure, and which would furthermore add to the risk of using prohibited substances even if they were under control¹⁰.

The worst thing would be that all athletes would be forced to take drugs, since the rest would do so and it would be impossible to achieve sporting results without taking drugs.

Another likely result would be an acceleration and aggravation of the pressures on athletes to use higher doses and new combinations of substances in order to stay ahead of competitors. The same dynamic, similar to the arms race, which currently motivates some athletes to take prohibited substances, would lead them to more extreme forms of use if the bans were lifted. It is likely that one of the supposed advantages of lifting the ban (the safer use) would be offset or overcome by the drive to increasingly use combinations of substances for which it is not known whether they are safe to use. The unknown risks to athletes currently using these substances would be multiplied. As irresponsible experimentation aimed at boosting athletic performance spreads from elite athletes to amateurs who admire and want to emulate their heroes, the public health impact would be amplified.

The dynamics of competition in sport, the effort to constantly seek to gain a competitive advantage, means that, without effective anti-doping programmes, athletes will be driven to adopt an increasingly extreme and experimental doping regime in the interests of competitive advantage. No one can predict with certainty the outcome of such a "race of doping substances", but it is almost certain that it will not be benign and that the health of sportsmen and women, elite or amateur, adults or young people, will be put at risk⁵⁸.

It is obvious that the authors of the paper are absolutely against the establishment of a doping system by doctors.

Effects of liberalisation on children and adolescents

Children and adolescents deserve special attention and it is a medical obligation to provide them with special surveillance and care

to avoid the possible negative consequences of practising sport. Surprisingly, there are supporters of the liberalisation of doping who say that if children are allowed to train as professional athletes, then they should be allowed to take the same medication, provided that it is not more dangerous than training^{10,81}.

The boundless willingness of doping would have devastating effects. The elimination of the ethical principles of fair play, in an activity in which young people willingly accept the rules that sport represents in its most noble essence, would cause society to lose a large part of these principles and the value of effort and talent in young athletes would be lost. Moreover, it would not be possible to ban doping among young sportsmen and women as long as it was authorised among adults and would encourage the already high level of use of doping substances among the most vulnerable sections of society, such as adolescents and other groups at risk⁸².

From a medical point of view, this reasoning is absolutely unacceptable, because the immediate and long-term effects of pharmacological interventions such as those carried out in doping procedures on under-18 athletes (the cut-off age in most federations) are not known.

Furthermore, training and competition need not be similar to that of adults. They might be harmful and can be changed, while the effects of doping cannot be ignored.

The only reasonable behaviour for people who are concerned about the welfare of children and who wish to preserve the "educational credibility" of sport is to ensure that the unavoidable risks are minimised as much as possible and to avoid the clearly avoidable risks associated with sport for children, including the risks associated with doping³¹. Attempting to justify an additional, pointless evil by pointing to the existence of another inevitable evil is not a persuasive argument.

Medical ethics

The principles of the medical profession come from the Hippocratic Oath, dating from the 12th century, which implies a commitment by the physician to society. According to these principles, which are fully in force, the profession is exercised for the benefit of the patient and without causing him/her any harm⁸³.

The Geneva Convention, in various adaptations, establishes as inherent duties of the physician, among others, that he must look after the health of the patient, maintain the noble traditions of the medical profession and not use medical knowledge to contravene human laws, indicating that all this is destined to the fulfilment of the purposes of medicine, among which the prevention of disease and the promotion and preservation of health are the principal ones⁸³.

The evolution of society means that the principles of the Hippocratic J have been adapted to the present day in the following aspects, among others⁸³:

- The well-being of the patient which takes precedence over other values and which requires that the interest of the patient alone be served. It should not be influenced by social, administrative or other currents or pressures (including economic ones, as is the case with doping).

- Patient autonomy. Physicians must respect the decisions of their patients, provided that they do not violate medical ethics or lead to improper practice.
- Social justice. The doctor is responsible for promoting justice within the health system and also for denouncing injustices or possible discrimination in the provision of health services based on unjustifiable principles (gender, race... or any other, as is the case with doping).
- Appropriate relationships with patients. The aim is not to maintain an advantageous relationship with patients. The situation of dependency with the doctor can lead to illegal and unethical situations of gain, on any level. This could happen in the case of physician-sponsored doping.
- Improving access to health care. Its actions include health promotion and disease prevention.
- Professional responsibilities. Not only leading to the continuous improvement of care and the qualities of care (quality, efficiency, equity, etc.) but they also seek to uphold the principles of the medical profession. They must participate in the establishment of controls in the exercise of the profession in accordance with certain values, and in the correction of deviations if they occur. This means that physicians have individual responsibility for the practice of their profession, but also collective responsibility.

Doctors must reaffirm their loyalty to the principles and commitments of professionalism which are their principles and which allow them to exercise their profession with dignity.

The Spanish Law⁸⁴ indicates several mandates that must be taken into account by doctors who will be guided in their actions by the service to society, the interest and health of the citizen to whom the service is provided, the rigorous fulfilment of the deontological obligations, determined by the professions themselves in accordance with the legislation in force, and the criteria of standard practice or, where appropriate, the general uses proper to their profession.

It is essential to emphasise these later concepts of prevention, promotion and conservation of health, because they include as the object of the doctor's work not only patients or the sick, but also healthy individuals, including sportsmen and women⁸⁵, who are the special object of the work of sports medicine⁸⁶.

To satisfy these principles, not everything is valid. Physicians carry out their profession through a commitment to medical science and to the sick, and these commitments are established through a contract with society. The basis of that contract is professionalism, the principles of which must be respected by the physician himself and by society.

It has been said that the health risk of doping, under appropriate supervision (in which the doctor would facilitate the doping procedure and would play a very important role), would be easier to justify and that the doctor cannot simply assume that doping is, per se, more dangerous than the risks of participating in elite sport¹². The doctor does his job by treating the athlete, like any patient, for any medical problem, whether or not it stems from the risk of the sport. What is not part of their job or ethics is the assumption that it may indicate patterns of doping in elite sport, since the risks are lower than those of some sports for their own practice.

Although this paper focuses on the medical aspects of the controversy over the use of prohibited substances, including the ethical

aspects that have to do with medicine, it does not seem inappropriate to recall that the vast majority of athletes practices sport in search of the values it embodies. In addition, spectators enjoy and admire the forms of human excellence that are developed in this activity⁵⁸. Moreover, the values of sport continue to be a model for most citizens³¹.

Consideration of the risks of doping relates to the question of whether the doctor's actions in this context are consistent with his professional essence of establishing the health of the patient as his first concern, in a similar way to what happens with cosmetic surgery. In this case, when surgery is considered, there is an inevitable risk from the surgery itself, but in the case of sports performance enhancement the risks of doping substances are unnecessary.

In contrast, the risks involved in the use of performance enhancing drugs in sport are unnecessary, which means that doctors would be unnecessarily exposing their patients to risks in an attempt to make sport more attractive. If doctors were to administer unauthorised doping agents, they would be involved in a violation of the rules of sport³¹.

Conclusions

The doping control system, although it has been greatly improved in recent years, needs to be refined in certain respects such as the system for detecting substances and the reasons for their inclusion on the prohibited lists. However, partial liberalisation of doping under supervision would not only fail to solve the problem but would aggravate it by increasing the consumption of substances and spreading it throughout the athlete population.

Moreover, the doctor is a professional whose work is much more important than satisfying the impulse and pretensions of some individuals, and should not be separated from his or her deontological principles, which is the only way to make medicine a respected and extraordinarily useful profession for society.

The authors declare no conflict of interest and do not have any financial disclosures.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

1. Manonelles P, Pigozzi F, Terreros JL. Un poco de historia. En: *Guía de prevención del dopaje. Lo que el deportista debe conocer sobre el dopaje y su prevención*. Pedro Manonelles Marqueta. Antonio Luque Rubia. Murcia. UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia. 2015;21-36.
2. Dvorak J, Saugy M, Pitsiladis YP. Challenges and threats to implementing the fight against doping in sport. *Br J Sports Med*. 2014;48:807-9.
3. International Convention Against Doping In Sport. UNESCO. París, 19 de octubre de 2005.
4. *World Anti-Doping Code*. World Anti-Doping Agency. Montreal. 2015.
5. Striegel H, Ulrich R, Simon P. Randomized response estimates for doping and illicit drug use in elite athletes. *Drug Alcohol Depend*. 2010;106:230-2.
6. De Hon O, Kuipers H, van Bottenburg M. Prevalence of doping use in elite sports: a review of numbers and methods. *Sports Med*. 2015;45:57-69.
7. Pitsiladis Y, Ferriani I, Geistlinger M, de Hon O, Bosch A, Pigozzi F. A Holistic antidoping approach for a fairer future for sport. *Curr Sports Med Rep*. 2017;16:222-4.

8. Anti-doping testing figures. WADA-AMA. (consultado 01/08/2017). Disponible en: <https://www.wada-ama.org/en/resources/laboratories/anti-doping-testing-figures>.
9. Petróczy A, Aidman EV, Hussain I, Deshmukh N, Nepusz T, Uvacek M, Tóth M, Barker J, Naughton DP. Virtue or pretense? Looking behind self-declared innocence in doping. *PLoS One*. 2010;5:e10457.
10. Savulescu J, Foddy B, Clayton M. Why we should allow performance enhancing drugs in sport. *Br J Sports Med*. 2004;38:666-70.
11. Pérez Triviño JL. El dopaje: una visión alternativa. *El Cronista del Estado social y democrático de Derecho*. 2013;35:1-32.
12. Kayser B, Mauron A, Miah A. Current anti-doping policy: a critical appraisal. *BMC Medical Ethics*. 2007;8:2.
13. Vicente Pedraz M. Debate sobre salud pública y despenalización del dopaje. *Rev Saúde Pública*. 2013;47:1011-4.
14. Laure P. Doping: epidemiological studies. *Presse Med*. 2000;29:1365-72.
15. Laure P, Lecercier F, Friser A, Binsinger C. Drugs, recreational drug use and attitudes towards doping of high school athletes. *Int J Sports Med*. 2004;25:133-8.
16. Thiblin I, Petersson A. Pharmacoeconomics of anabolic androgenic steroids: a review. *Fundam Clin Pharmacol*. 2005;19:27-44.
17. Alaranta A, Alaranta H, Holmila J, Palmu P, Pietila K, Helenius I. Self-reported attitudes of elite athletes towards doping: differences between type of sport. *Int J Sports Med*. 2006;27:842-6.
18. Dietz P, Dalaker R, Letzel S, Ulrich R, Simon P. Analgesics use in competitive triathletes: its relationship to doping and on predicting its usage. *J Sports Sci*. 2016;34:1965-9.
19. Pesta DH, Angadi SS, Burtcher M, Roberts CK. The effects of caffeine, nicotine, ethanol, and tetrahydrocannabinol on exercise performance. *Nutr Metab (Lond)*. 2013;10:71.
20. Paluska SA. Caffeine and exercise. *Curr Sports Med Rep*. 2003;2:213-9.
21. Del Coso J, Muñoz G, Muñoz-Guerra J. Prevalence of caffeine use in elite athletes following its removal from the World Anti-Doping Agency list of banned substances. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2011;36:555-61.
22. Monitoring program. WADA-AMA. (consultado 12/08/2017). Disponible en: <https://www.wada-ama.org/en/resources/science-medicine/monitoring-program>.
23. Kayser B, Smith AC. Globalisation of anti-doping: the reverse side of the medal. *BMJ*. 2008;337:a584.
24. Therapeutic use exemptions. WADA-AMA. Consultado 16/08/2017. Disponible en: <https://www.wada-ama.org/en/what-we-do/science-medical/therapeutic-use-exemptions>.
25. Schumacher YO, Ashenden M. Doping with artificial oxygen carriers: an update. *Sports Med*. 2004;34:141-150.
26. Naranjo Orellana J, Centeno Prada RA, Carranza Márquez MD. Use of beta2 agonists in sport: are the present criteria right? *Br J Sports Med*. 2006;40:363-6.
27. Overbye M, Wagner U. Between medical treatment and performance enhancement: an investigation of how elite athletes experience Therapeutic Use Exemptions. *Int J Drug Policy*. 2013;24:579-88.
28. Fuentes E. Entrevista en Marca. 2013. Consultado el 22-8-2017. Disponible en: <http://www.marca.com/2013/04/04/ciclismo/1365029848.html>.
29. Pérez Triviño JL. ¿Qué hay de malo en el dopaje?. Consultado el 6-6-2017. Disponible en: <http://www.jlperetz.com/blog/que-hay-de-malo-en-el-dopaj.html>.
30. Manonelles Marqueta P, De Teresa Galván C, Alacid Cárceles F, Álvarez Medina J, Del Valle Soto M, Gaztañaga Aurrekoetxea T, Gondra del Río J, Luengo Fernández E, Martínez Romero JL, Palacios Gil-Antuñano N. Deporte recreacional saludable. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Arch Med Deporte*. Volumen 2016; 33, Supl 2: 8-40.
31. Wiesing U. Should performance-enhancing drugs in sport be legalized under medical supervision? *Sports Med*. 2011;41:167-76.
32. Ramos Gordillo AS. Lucha contra el dopaje como objetivo de salud. *Adicciones*. 1999; 11:299-310.
33. López Frías FJ. Una propuesta dialógica para el debate en torno al dopaje. *Ágora - Papeles de Filosofía*. 2015;34:145-65.
34. Kondric M, Sekulic D, Petroczi A, Ostojic L, Rodek J, Ostojic Z. Is there a danger for myopia in anti-doping education? Comparative analysis of substance use and misuse in Olympic racket sports calls for a broader approach. *Subst Abuse Treat Prev Policy*. 2011;6:27.
35. Franke WW, Berendonk B. Hormonal doping and androgenization of athletes: a secret program of the German Democratic Republic government. *Clin Chem*. 1997;43:1262-79.
36. Verroken M. Ethical aspects and the prevalence of hormone abuse in sport. *J Endocrinol*. 2001;170:49-54.
37. Loland S. The ethics of performance-enhancing technology in sport. *Journal of the Philosophy of Sport*. 2009; 36:152-65.
38. Deligiannis A, Björnstad H, Carre F, Heidebüchel H, Kouidi E, Panhuyzen-Goedkoop NM, Pigozzi F, Schänzer W, Vanhees L; ESC Study Group of Sports Cardiology. ESC study group of sports cardiology position paper on adverse cardiovascular effects of doping in athletes. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2006;13:687-94.
39. Dhar R, Stout CW, Link MS, Homoud MK, Weinstock J, Estes NA 3rd. Cardiovascular toxicities of performance-enhancing substances in sports. *Mayo Clin Proc*. 2005;80:1307-15.
40. Pope HG Jr, Wood RL, Rogol A, Nyberg F, Bowers L, Bhasin S. Adverse health consequences of performance-enhancing drugs: an Endocrine Society scientific statement. *Endocr Rev*. 2014;35:341-75.
41. Tuffs A. Doped East German athletes to receive compensation. *BMJ*. 2002;324:1544.
42. Wagner KF, Katschinski DM, Hasegawa J, Schumacher D, Meller B, Gembruch U, Schramm U, Jelkmann W, Gassmann M, Fandrey J. Chronic inborn erythrocytosis leads to cardiac dysfunction and premature death in mice overexpressing erythropoietin. *Blood*. 2001;97:536-42.
43. Heuberger JA, Cohen Tervaert JM, Schepers FM, Vliegenthart AD, Rotmans JI, Daniels JM, Burggraaf J, Cohen AF. Erythropoietin doping in cycling: lack of evidence for efficacy and a negative risk-benefit. *Br J Clin Pharmacol*. 2013;75:1406-21.
44. Meyers DE, Cuneo RC. Controversies regarding the effects of growth hormone on the heart. *Mayo Clin Proc*. 2003;78:1521-6.
45. Wells DJ. Gene doping: the hype and the reality. *Br J Pharmacol*. 2008;154:623-31.
46. Amthor H, Macharia R, Navarrete R, Schuelke M, Brown SC, Otto A, Voit T, Muntoni F, Urbšova G, Partridge T, Zammit P, Bungler L, Patel K. Lack of myostatin results in excessive muscle growth but impaired force generation. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007;104:1835-40.
47. Pärssinen M, Kujala U, Vartiainen E, Sarna S, Seppälä T. Increased premature mortality of competitive powerlifters suspected to have used anabolic agents. *Int J Sports Med*. 2000;21:225-7.
48. Código de Deontología Médica. Guía de ética médica. Consejo General de Colegios Oficiales de Médicos. Organización Médica Colegial. Madrid. Julio 2011. Consultado 5 de junio de 2017. Disponible en: https://www.cgcom.es/sites/default/files/codigo_deontologia_medica.pdf.
49. Código ético en Medicina del Deporte de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte*. 2010; 139: 347-8.
50. Code of Ethics. International Federation of Sports Medicine. Consultado 11 de agosto de 2017. Disponible en: <http://www.fims.org/files/8214/1933/5848/FIMSCodeOfEthics.pdf>.
51. Pérez Triviño JL. Gene doping and the ethics of sport: between enhancement and post humanism. *Int J Sports Science*. 2011;1:1-8.
52. McCabe SE, West BT, Veliz P, McCabe VV, Stoddard SA, Boyd CJ. Trends in medical and nonmedical use of prescription opioids among US adolescents: 1976-2015. *Pediatrics*. 2017;139. pii: e20162387.
53. (ACOG Committee on Health Care for Underserved Women; American Society of Addiction Medicine. ACOG Committee Opinion No. 524: Opioid abuse, dependence, and addiction in pregnancy. *Obstetrics and Gynecology*. 2012;119:1070-6.
54. Wilens TE, Carrellas NW, Martelon M, Yule AM, Fried R, Anselmo R, McCabe SE. Neuropsychological functioning in college students who misuse prescription stimulants. *Am J Addict*. 2017;26:379-387.
55. Catlin DH, Fitch KD, Ljungqvist A. Medicine and science in the fight against doping in sport. *J Intern Med*. 2008;264:99-114.
56. Connor JM, Mazanov J. Would you dope? A general population test of the Goldman dilemma. *Br J Sports Med*. 2009;43:871-2.
57. Shuster S, Devine JW. The banning of sportsmen and women who fail drug tests is unjustifiable. *J R Coll Physicians Edinb*. 2013;43:39-43.
58. Murray TH. Defender los valores y la ética del deporte: la relación entre la lucha contra el dopaje y los valores deportivos y la ética. UNESCO. SHS/2010/PI/H/1. (consultado 01/08/2017). Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001884/188404s.pdf>.
59. Bhasin S, Storer TW, Berman N, Callegari C, Clevenger B, Phillips J, Bunnell TJ, Tricker R, Shirazi A, Casaburi R. The effects of supraphysiologic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men. *N Engl J Med*. 1996;335:1-7.
60. Elashoff JD, Jacknow AD, Shain SG, Braunstein GD. Effects of anabolic androgenic steroids on muscular strength. *Ann Intern Med*. 1991;115:387-93.
61. VanHelder WP, Kofman E, Tremblay MS. Anabolic steroids in sport. *Can J Sport Sci*. 1991;16:248-57.
62. Hartgens F, Kuipers H. Effects of androgenic-anabolic steroids in athletes. *Sports Med*. 2004;34:513-54.
63. Ekblom B, Goldberg AN, Gullbring B. Response to exercise after blood loss and reinfusion. *J Appl Physiol*. 1972;33:175-80.

64. Lundby C, Robach P, Saltin B. The evolving science of detection of 'blood doping'. *Br J Pharmacol*. 2012;165:1306-15.
65. Lippi G, Franchini M, Guidi GC. Prohibition of artificial hypoxic environments in sports: health risks rather than ethics. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007;32:1206-7.
66. FINA requirements for swimwear approval (FRSA). Regulations valid for swimwear to be approved with effect from January 1, 2017. Consultado 28/7/2017. Disponible en: <http://www.fina.org/sites/default/files/frsa.pdf>.
67. Foddy B, Sabulescu J. Ethics of performance enhancement in sport: drugs and gene doping. In: Ashcroft RE, Dawson A, Draper H, et al., editors. *Principles of health care ethics*. 2nd. Ed. London: Wiley, 2007:511-20.
68. Hall W. What are the policy lessons of National Alcohol Prohibition in the United States, 1920-1933? *Addiction*. 2010;105:1164-73.
69. Burnham JC. New perspectives on the prohibition 'Experiment' of the 1920's," *Journal of Social History* 1968; 2: 51-68; Clark, Deliver us from evil, 145-158; Kerr, Organizing for Prohibition, 276-277; Tyrrell, "US Prohibition Experiment," 1406.
70. Blocker JS Jr. Did prohibition really work? Alcohol prohibition as a public health innovation. *Am J Public Health*. 2006;96:233-43.
71. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Informe a las Cortes Generales de evaluación del impacto sobre la salud pública de la Ley 42/2010. 2011. (Consultado 19/07/2017) Disponible en: https://www.msssi.gob.es/ciudadanos/proteccionSalud/tabaco/docs/Informe_Impacto_Salud_Ley_Tabaco.pdf.
72. Pinilla J, Abásolo I. The effect of policies regulating tobacco consumption on smoking initiation and cessation in Spain: is it equal across socioeconomic groups? *Tob Induc Dis*. 2017;15:8.
73. Laure P, Binsinger C. Doping prevalence among preadolescent athletes: a 4-year follow-up. *Br J Sports Med*. 2007;41:660-663.
74. Miah A. Doping and the child: an ethical policy for the vulnerable. *Lancet*. 2005; 366:874-876.
75. DuRant RH, Rickert VI, Ashworth CS, Newman C, Slavens G. Use of multiple drugs among adolescents who use anabolic steroids. *N Engl J Med*. 1993; 328:922-6.
76. Reardon CL, Creado S. Drug abuse in athletes. *Subst Abuse Rehabil*. 2014;5:95-105.
77. Declaración Universal de los Derechos Humanos, proclamada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 10 de diciembre de 1948. Consultado el 12-8-2107. Disponible en: http://www.cnrha.msssi.gob.es/bioetica/pdf/Universal_Derechos_Humanos.pdf.
78. Reinold M. Doping in Deutschland von 1950 bis heute aus historisch-soziologischer Sicht im Kontext ethischer Legitimation. Humboldt-Universität zu Berlin/Westfälische Wilhelms-Universität Münster; Consultado 17/04/2013. Disponible en: http://www.bisp.de/SharedDocs/Downloads/Aktuelles/Stellungnahme_BISp_DiD_2013_27_08.pdf?__blob=publicationFile. Consultado: 7/08/2017.
79. Hoberman J. Physicians and the sports doping epidemic. *Virtual Mentor*. 2014;16:570-4.
80. Hamilton T, Coyle D. The secrete trace: inside the hidden world of the Tour de France: doping, cover-ups, and winning at all costs. New York: Bantam Books, 2012:102, citado en Hoberman J. Physicians and the sports doping epidemic. *Virtual Mentor*. 2014;16:570-4.
81. ZECO. entrale Kommission zur Wahrung ethischer Grundsätze in der Medizin und ihren Grenzgebieten (Zentrale Ethikkommission) bei der Bundesärztekammer. Doping und ärztliche Ethik. *Deutsches Arzteblatt* 2009; 106: A 360-4. Citado en: Wiesing U. Should performance-enhancing drugs in sport be legalized under medical supervision? *Sports Med*. 2011;41:167-76.
82. Baron DA, Martin DM, AbolMagd S. Doping in sports and its spread to at-risk populations: an international review. *World Psychiatry*. 2007;6:118-23.
83. Núñez-Cortés JM, Del Llano Señarís JE. *Ser médico. Los valores de una profesión*. 2ª ed. 2012. Madrid. Unión Editorial.
84. Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de ordenación de las profesiones sanitarias. *BOE* núm. 280, sábado 22 noviembre 2003. 41442-41458.
85. Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. *BOE* núm. 274, viernes 14 noviembre 2002. 40126-40132.
86. Frontera W. An overview of Sports Medicine. On: International Federation of Sports Medicine. International Sports Medicine Directory. Champaign. *Human Kinetics*. 2001;3-9.

Espíritu **UCAM** Espíritu Universitario

Miguel Ángel López

Campeón del Mundo en 20 km. marcha (Pekín, 2015)
Estudiante y deportista de la UCAM



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

⁽¹⁾ Presencial ⁽²⁾ Semipresencial

Ejercicio físico intradialítico en la enfermedad renal crónica: Revisión sistemática sobre los resultados de salud

Diego Fernández-Lázaro^{1,2}, Juan Mielgo-Ayuso³, María Paz Lázaro Asensio^{4,5}, Alfredo Córdova Martínez³, Alberto Caballero-García⁶, César I. Fernández-Lázaro^{1,7}

¹Departamento de Biología Celular, Histología y Farmacología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Valladolid. Campus de Soria. Soria. ²Grupo de Investigación de Neurobiología. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. Valladolid. ³Departamento de Bioquímica y Fisiología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Valladolid. Campus de Soria. Soria. ⁴Departamento de Fisioterapia. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Valladolid. Campus de Soria. Soria. ⁵Centro de Salud "La Milagrosa" Salud Castilla y León (SACyL). Soria. ⁶Departamento de Anatomía y Radiología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Valladolid. Campus de Soria. Soria. ⁷Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra. Pamplona.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00017

Recibido: 31/01/2020
Aceptado: 08/07/2020

Resumen

Introducción: La enfermedad renal crónica (ERC) es un término general para los trastornos heterogéneos que afectan la estructura y la función del riñón. Las complicaciones de la ERC limitan considerablemente la tolerancia al ejercicio físico (EFI) al reducir la capacidad funcional, la resistencia y la fuerza. Sin embargo, la práctica de EFI regular contribuye a retrasar la progresión de la ERC y, estimular mejoras en la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS). EFI realizado en período de hemodiálisis podría ser la mejor opción al estimular la adherencia y estar bajo la supervisión médica. El propósito del trabajo es examinar la efectividad de EFI intradialítico (iHD) sobre los resultados de salud en pacientes con ERC identificando el componente del EFI más adecuado.

Material y método: Revisión sistemática, basada en las guías PRISMA, realizando una búsqueda estructurada en las bases Medline, SciELO y Cochrane Library Plus. Se incluyeron publicaciones de los últimos 5 años que relacionaran el EFI iHD y la ERC hasta el 31 de diciembre de 2019. La calidad metodológica de los artículos se evaluó mediante el formulario de revisión crítica de McMaster.

Resultados: Se encontraron 7 artículos que han descrito incrementos de la resistencia aeróbica, la fuerza muscular de los miembros superiores e inferiores, y sobre la CVRS de los pacientes de ERC proporcionando mejoras emocionales, sociales y psicológicas. Además, el EFI iHD es capaz de controlar el estrés oxidativo, la inflamación, mejorar el perfil lipídico y estimular las células progenitoras endoteliales, lo que conjuntamente permite reducir los riesgos de mortalidad asociada a las múltiples comorbilidades de los pacientes ERC, especialmente las cardiovasculares.

Conclusiones: EFI proporciona mejoras de la función y la capacidad física, la CVRS y los marcadores biológicos. Se emplean programas de EFI aeróbico, de fuerza muscular y EFI combinado de ambos.

Palabras clave:

Enfermedad renal crónica.
Ejercicio físico. Hemodiálisis.
Capacidad física. Calidad de vida relacionada con la salud.
Biomarcadores.

Intradialytic physical exercise in chronic kidney disease: a systematic review of health outcomes

Summary

Introduction: Chronic kidney disease (CKD) is a general term for heterogeneous disorders that affect the structure and function of the kidney. Complications of CKD significantly limit exercise (Ex) tolerance by reducing functional capacity, endurance, and strength. However, the practice of regular Ex contributes to delaying the progression of CKD and stimulating improvements in health-related quality of life (HRQL). Ex performed during the period of hemodialysis may be the best option when stimulating adherence and being under medical supervision. The purpose of the paper is to examine the effectiveness of intradialytic (iHD) Ex on health outcomes in patients with CKD by identifying the most appropriate component of Ex.

Material and method: Systematic review, based on PRISMA guidelines, performing a structured search in Medline, SciELO and Cochrane Library Plus databases. Publications from the last 5 years relating iHD Ex and CKD up to 31 December 2019 were included. The methodological quality of the articles was evaluated using the McMaster critical review form.

Results: We found 7 articles that described increases in endurance, upper and lower limb muscle strength, and HRQL of CKD patients providing emotional, social and psychological improvements. In addition, iHD Ex is able to control oxidative stress, inflammation, improve the lipid profile and stimulate endothelial progenitor cells, which together reduce the risk of mortality associated with multiple comorbidities in CKD patients, especially cardiovascular ones.

Conclusions: Ex provides improvements in physical function and capacity, HRQL and biological markers. Aerobic Ex, muscle strength Ex and combined Ex programs are used.

Key words:

Chronic renal disease.
Physical exercise. Hemodialysis.
Physical capacity. Health-related quality of life. Biomarkers.

Premio a la mejor Comunicación Oral del II Congreso Internacional sobre prescripción y programación de deporte y de ejercicio en la enfermedad crónica, Murcia 5 y 6 marzo de 2020

Correspondencia: Diego Fernández-Lázaro
E-mail: diego.fernandez.lazaro@uva.es

Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) es un término general para los trastornos heterogéneos que afectan la estructura y la función del riñón. La ERC se clasifica según los estadios de gravedad los cuales se evalúan a partir de la tasa de filtración glomerular (TFG), la albuminuria, y el diagnóstico clínico (causa y patología)¹.

En la ERC el incremento del estrés oxidativo (OS), la inflamación generalizada, la acidosis metabólica, el síndrome urémico, las alteraciones hormonales y hematológicas afectan directamente sobre el sistema cardiovascular, el músculo esquelético, la estructura ósea, el sistema nervioso y la hematopoyesis que limitan considerablemente la tolerancia al ejercicio físico (EFI) al reducir la capacidad funcional, la resistencia y la fuerza^{2,3}. Por estas razones, la realización de EFI se ha desaconsejado en pacientes con ERC debido a que podría provocar un deterioro añadido en la función renal debido a una disminución del flujo sanguíneo a los riñones y aumentar la proteinuria⁴. Sin embargo, la inactividad física es causa y efecto de la progresión de la ERC porque contribuye directamente al descenso de la TFG⁵.

Se ha reportado que la práctica de EFI regular establece cambios en la hemodinámica renal¹ como consecuencia del aumento del gasto cardíaco, del incremento de la frecuencia cardíaca y del mayor retorno venoso, que potencialmente contribuyen a retrasar la progresión de la ERC⁶. El EFI en los pacientes con ERC sometidos a HD puede ser realizado en dos períodos de tiempo distintos, interdialítico e intradialítico (iHD)⁷. El EFI iHD que es realizado en período de HD supone la mejor opción para pacientes ERC, sometidos a HD, porque no es necesario un tiempo extra al simultanear EFI y HD⁸. Además, los pacientes están bajo la supervisión médica que posibilita que cualquier complicación puede ser detectada y tratada en el acto⁹. El EFI iHD puede aumentar el flujo de sangre al músculo que permite la eliminación de solutos y agentes tóxicos con mayor rendimiento por los dializadores¹⁰. También el EFI iHD produce la estimulación de la sudoración y la actividad respiratoria, incrementando la eliminación del exceso de líquidos corporales y productos derivados del metabolismo, permitiendo el restablecimiento de la homeostasis ácido-base⁹. De este modo, el EFI durante la HD podría reducir el impacto fisiológico y psicológico que el tratamiento tiene sobre los pacientes, dando lugar a unas mejores condiciones en la espera de un futuro trasplante¹¹. Sin embargo, el EFI no está exento de complicaciones en pacientes con ERC sometidos a HD, aumentando el riesgo de sufrir una fractura debido a las alteraciones del metabolismo óseo y de mortalidad por accidente cardiovascular¹².

Actualmente en España, para el EFI iHD no existen programas estandarizados y/o protocolizados. Por eso nos planteamos determinar los potenciales efectos del EFI iHD sobre los resultados de salud (relacionados con función física, la CVRS y los marcadores biológicos) tratando de identificar el componente del EFI más adecuado.

Material y métodos

Estrategia de búsqueda

Este estudio es una revisión sistemática que se centra en el impacto de la realización de EFI iHD en pacientes con ERC. Se llevó a cabo

Tabla 1. Bases de datos utilizadas y palabras clave empleadas para cada una de las búsquedas.

Nº de búsqueda	Base de datos	Término de búsqueda
1	Medline (PubMed) / Cochrane library plus / SciELO	Chronic kidney disease AND hemodialysis AND physical exercise
2	Medline (PubMed) / Cochrane library plus / SciELO	Chronic kidney disease AND hemodialysis AND physical activity
3	Medline (PubMed) / Cochrane library plus / SciELO	Chronic kidney disease AND hemodialysis AND physical training

siguiendo las pautas metodológicas específicas *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA)¹³ y el modelo de preguntas PICOS para la definición de los criterios de inclusión: P (población): "pacientes con enfermedad renal crónica sometidos a hemodiálisis", I (intervención): "realización de ejercicio físico intradialítico", C (comparación): "mismas condiciones con/sin ejercicio físico", O (outcomes): "modificaciones físicas, biológicas y en la calidad de vida inducidas por realización de programas de ejercicio físico", S (diseño de estudio): "diseño controlado sin placebo".

Se realizó una búsqueda estructurada en las bases de datos electrónicas: Medline (PubMed), SciELO y Cochrane Library Plus. Se incluyeron publicaciones de los últimos 5 años que relacionaran el EFI iHD y la ERC hasta el 31 de diciembre de 2019. Los términos de búsqueda incluían una mezcla de títulos de materias médicas (MeSH) y palabras en texto libre para conceptos clave relacionados con el ERC y el EFI (Tabla 1).

Criterios de inclusión y exclusión

Para seleccionar los estudios, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: i) Representar un experimento bien diseñado que incluía EFI en pacientes con ERC sometidos a HD; ii) Estar realizando el EFI iHD; iii) Una situación idéntica de los pacientes con ERC sin realización de EFI; iv) Documentos cuya fecha de publicación fuera en los últimos 5 años; v) Publicaciones cuyos sujetos de estudio fueran humanos mayores de 18 años con ERC; vi) Se restringieron las lenguas al inglés, alemán, francés, italiano, español y portugués. Con respecto a los criterios de exclusión aplicados fueron: i) Publicaciones no relacionadas con ERC y el EFI; ii) Documentos duplicados; iii) Estudios con más de 5 años de antigüedad; iv) No realizados en humanos ERC; v) No se han aplicado ningún filtro al nivel previo de condición física, o de capacidad realización de actividad física; vi) Que los estudios fueran revisiones narrativas o sistemáticas; vii) Se excluyeron los artículos de calidad metodológica pobre ≤ 8 puntos según el formulario de revisión crítica de McMaster¹⁴ para estudios cuantitativos.

Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica de los artículos fue evaluada mediante el formulario de revisión crítica de McMaster¹⁴. Se obtuvieron puntuaciones que variaron entre 11 y 15 puntos, representando una calidad metodológica mínima del 68,8% y máxima del 93,8%. De los 7 estudios,

Tabla 2. Evaluación de la calidad metodológica.

Referencia	Ítems																TE	%	CM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Abreu <i>et al.</i> ²⁰ 2017	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	14	87,5	MB
Anding <i>et al.</i> ⁶ 2015	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14	87,5	MB
Chan <i>et al.</i> ¹⁵ 2016	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	15	93,8	E
Cho <i>et al.</i> ¹⁶ 2018	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	13	81,3	MB
Groussard <i>et al.</i> ¹⁷ 2015	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14	87,5	MB
Liao <i>et al.</i> ¹⁸ 2016	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14	87,5	MB
Wu <i>et al.</i> ¹⁹ 2014	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	11	68,8	B
T	7	7	7	10	5	7	7	7	7	7	5	4	2	7	6	6			

T: total de ítems cumplidos; TE: total de ítems cumplidos por estudio.

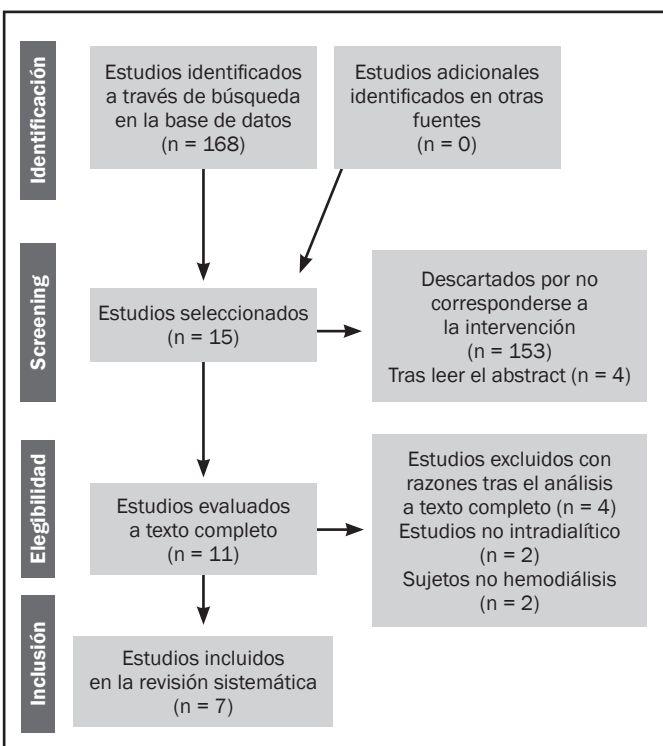
1: Criterio cumplido; 0: Criterio no cumplido.

CM: Calidad metodológica (pobre ≤ 8 puntos; aceptable 9-10 puntos; buena 11-12 puntos; muy buena 13-14 puntos; excelente ≥ 15).

Tabla 3. Artículos encontrados en las diferentes bases de datos.

Términos de búsqueda	Nº artículos tras aplicar filtros	Nº artículos tras leer el título	Nº artículos tras leer abstract	Artículos seleccionados
Chronickidneydisease AND hemodialysis AND physicalexercise	61	8	5	4
Chronickidneydisease AND hemodialysis AND physicalactivity	66	5	4	2
Chronickidneydisease AND hemodialysis AND physical training	41	2	1	1

Figura 1. Selección de estudios.



5 alcanzaron una calidad "muy buena", 1 una calidad "buena" y 1 estudio una calidad "excelente" (Tabla 2). Ningún estudio fue excluido por no alcanzar el umbral de calidad mínimo.

Resultados

Selección de estudios

La búsqueda proporcionó 168 artículos, una vez habiendo aplicado los filtros correspondientes (Tabla 3). Tras leer el título y el resumen se seleccionaron 15 artículos, de los cuales se excluyeron 2 por ser estudios sin intervención y 2 por no completar los datos correspondientes. Los textos completos de las 11 publicaciones restantes fueron evaluados según los criterios de inclusión, a partir de los cuales se eliminaron 2 estudios por no realizarse el Efi iHD y 2 por someterse a otro tipo de diálisis. De este modo se obtuvieron los 7 artículos incluidos en esta revisión sistemática (Figura 1).

Resultados medidos

La Tabla 4 incluye información sobre los datos sobre la fuente del estudio (incluyendo autores y año de publicación), tipo de estudio, diálisis, estadio de la ERC, tipo y protocolo de realización del Efi iHD. Las Tablas 5a 5b y 5c presentan datos sobre las pruebas de evaluación, resultados y conclusiones de los marcadores en salud analizados en los pacientes ERC en HD.

Discusión

Los estudios incluidos en este trabajo son ensayos controlados que se consideran adecuados para examinar si existe una relación de causa-efecto entre la realización de Efi y los posibles beneficios en pacientes con ERC durante la HD. Los resultados más relevantes de

esta revisión sistemática muestran que los programas de EFi mejoran significativamente la resistencia aeróbica, la fuerza y la función física^{6,15-19}. Además, proporcionan una mejora de la CVRS, significativamente en las

subescalas física, social y psicológica^{6,15,16,19,20} e incluso en la calidad del sueño (QS)¹⁶. También, el EFi influyó positivamente sobre algunos marcadores biológicos relacionados con: el OS, el estatus inflamatorio,

Tabla 4. Resumen de las características generales de los estudios incluidos en la revisión que investigan el impacto del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

Autor	Población	Tipo de estudio	Diálisis	Estudio de enfermedad renal crónica	Tipo de ejercicio intradiálisis	Protocolo de realización
Abreu <i>et al.</i> ²⁰ 2017	n= 44 >18 años GC: n=19 (61,5% ♀, de 42,5±13,5 años y tiempo diálisis=70,1±49,9 meses). GEFi: n=25 (54,5% ♀, de 45,7±15,2 años y tiempo diálisis=71,2±45,5 meses) Adherencia GEFi 78,1%	Controlado Aleatorio Se excluyeron pacientes con comorbilidades que impidieran la práctica de EFi	3 sesiones* semana. 3-4 horas Flujo sanguíneo: 250 mL/min y dializado 500 mL/min	Estadio IV Diálisis de mantenimiento >6 meses	Ejercicio de Fuerza MMII 3 meses, 3 veces/semana (36 sesiones), 30 minutos en la 2ª media hora de diálisis	3 * 10 repeticiones en 4 diferentes ejercicios con tobilleras y bandas elásticas (Theraband®) en MMII. Carga: Theraband:1.6/10kg Mvts tobillo: 1/12 kg Intensidad: 60% de 1RM
Anding <i>et al.</i> ⁶ 2015	n=46 22 ♀ y 24♂ 63,2±16,3 años 3 grupos según la adherencia a las sesiones de EFi HA alta > 80% MA media 60-80 % LA baja < 60% Adherencia GEFi 78,1%	Controlado - No Aleatorio Monocéntrico Se excluyeron pacientes con comorbilidades que impidieran la práctica de EFi	4-5 horas 3 veces/sem.	Estadio IV. Diálisis de mantenimiento >3 meses	Fuerza MMSS/MMII y resistencia 30 minutos * sesión y 2* semana = 60 minutos durante las 2 primeras horas de diálisis 1 año (104 sesiones).	Fuerza: 8 grupos musculares. 2* series de 1 minuto y descanso de 1 minuto. Carga individualizada calculada por la tasa de repetición (R) MMSS pesas de 0,5-4 kg MMII bandas elásticas diferentes resistencias. Resistencia: ciclismo estacionario en cicloergómetro (MOTomed2) supino trabajo a pulsaciones individualizadas calculadas por método Karvonen
Chan <i>et al.</i> ¹⁵ 2016	n=22 >40 años (59% ♂, 71 ± 11 años) Adherencia al EFi 71,2% ± 23,3%	Ensayo controlado cruzado no aleatorizado Se excluyeron pacientes con comorbilidades que impidieran la práctica de EFi	3 horas 3 veces/sem.	Estadio IV. Diálisis de mantenimiento >3 meses	Entrenamiento de fuerza progresiva iHD 3 veces/semana. 30 minutos durante la 1ª mitad de HD. 12 semanas 36 sesiones	2* Ejercicios de fuerza en MMSS bíceps, deltoides y tríceps. pre-diálisis brazo acceso vascular, intradiálisis brazo no acceso vascular 3* Ejercicios de fuerza en MMII de cuádriceps e isquiotibiales Carga: entre 2,5-59 kg Modo: Unilateral y bilateral
Cho <i>et al.</i> ¹⁶ 2018	n=57 26♂ y 31 ♀ No hospitalizados durante los 3 meses anteriores. 4 grupos: GC control n=13 AE EFi aeróbico n=15 RE EFi fuerza n=14 CE EFi n=15 aeróbico+fuerza Adherencia EFi 81%	Controlado Aleatorio Se excluyeron pacientes con comorbilidades que impidieran la práctica de EFi	3 veces/semana	Estadio IV. hemodiálisis de mantenimiento ≥ 6 meses	- AE - RE - CE 5 min calentamiento + 30 min parte principal + 5 minutos de vuelta a la calma Realizado en las primeras 2 horas de diálisis. 12 semanas 3 veces/semana. 36 sesiones	AE: ciclismo estacionario en cicloergómetro supino (SP2100R) con intensidad del 60-70% de la capacidad máxima. 11-13 Escala de Borg 15 puntos. RE: posición supina o sentada con bandas elásticas de resistencia (Theraband®) y pesos blandos en MMII (cuádriceps, vasto lateral, aductor y bíceps femoral) y MMSS (bíceps braquial, tríceps braquial y deltoides) 3 series * 10-15 repeticiones pre-diálisis brazo acceso vascular, intradiálisis brazo no acceso vascular CE: AE + RE

(continúa)

Autor	Población	Tipo de estudio	Diálisis	Estudio de enfermedad renal crónica	Tipo de ejercicio intradialítico	Protocolo de realización
Groussard <i>et al.</i> ¹⁷ 2015	n=20 15♂ y 5 ♀ Edad 20-85 años GC n=10 GEFi n=10 Adherencia EFi 80%	Controlado Aleatorio Se excluyeron pacientes con comorbilidades que impidieran la práctica de EFi	3 veces/semana	Estadio IV. Hemodiálisis de mantenimiento > 2 años	AE 3 días/sem. 5 min calentamiento + 30min parte principal + 5 minutos de vuelta a la calma Realizado en las primeras 2 horas de diálisis. 3 meses (12 semanas) 3 veces/semana. 36 sesiones	AE: ciclismo estacionario en cicloergómetro supino (Oxycycle) con intensidad del 55-60% de la capacidad máxima y frecuencia 50 rpm.
Liao <i>et al.</i> ¹⁸ 2016	n=40 23♀ y 17♂ Edad 62±8 años GC n=20 GEFi n=20 Adherencia EFi sin especificar	Controlado Aleatorio Se excluyeron pacientes con comorbilidades que impidieran la práctica de EFi	3 veces/semana 4 horas/Sesión	Estadio IV. Hemodiálisis de mantenimiento >6 meses	AE 3 días/sem. 5 min calentamiento + 20 min parte principal + 5 minutos de vuelta a la calma. Realizado en las primeras 2 horas de diálisis. 3 meses (12 semanas) 3 veces/semana. 36 sesiones	AE: ciclismo estacionario en cicloergómetro supino. Con una intensidad 12-15 en la Escala Borg
Wu <i>et al.</i> ¹⁹ 2014	n=65 55♂ y 10♀ GC n=33 44 (41-50) años GEFi n=32 45 (37-48) años Adherencia EFi 84%	Controlado Aleatorio Se excluyeron pacientes con comorbilidades que impidieran la práctica de EFi	3 veces/semana 4 horas/Sesión Flujo sanguíneo: 250mL/min y dializado 500 mL/min	Estadio IV. Diálisis de mantenimiento >3 meses.	AE 5 min calentamiento 10-15min parte principal durante HD 3 veces/semana. 12 semanas 36 sesiones	AE: Ciclismo estacionario en cicloergómetro supino con intensidad con una intensidad de 12-16 en la Escala Borg asociado a una energía entre 70-100 kcal y un aumento en el ritmo cardíaco de 20 latidos/min.

GC: grupo control; GEFi: grupo ejercicio físico; EFi: ejercicio físico; ♀: mujer; ♂: hombre; iHD: intradialítico; HA: adherencia alta; MA: adherencia media; LA: adherencia baja; AE: aeróbico; RE: fuerza CE: aeróbico+fuerza; mL: mililitros; min: minutos; *: signo de multiplicar

el perfil lipídico, la presión arterial y la capacidad regenerativa endotelial^{17,18,20}. Para proporcionar un análisis más claro, las variables incluidas en esta revisión sistemática se agruparon de la siguiente manera.

Ejercicio físico intradialítico

Antes de la aplicación de un programa de EFi iHD es necesario establecer el momento de realización, la duración, la intensidad y la modalidad EFi. En este sentido, el EFi iHD se realizó en la primera mitad¹⁵ o en las dos primeras horas^{6,16-18,20} de la HD, principalmente debido a los hipotéticos riesgos que tiene el EFi, debido a que podría exacerbar la inestabilidad hemodinámica y/o la aparición calambres musculares en las últimas etapas de una sesión de HD⁷. EFi suele provocar un aumento de la presión arterial, así como la hipotensión posterior que es la más preocupante, ya que presumiblemente podría aumentar el riesgo de acontecimientos isquémicos adversos, en particular durante el último estadio de la ERC, cuando el volumen total de sangre se reduce por ultrafiltración con el EFi iHD^{21,22}. Únicamente, Chan *et al.*¹⁵ reportaron un sólo efecto adverso en un solo paciente con mareo asociado a la hipotensión en 1 de las 401 sesiones realizadas, lo que supone un riesgo del 0,25%.

Liao *et al.*¹⁸ reportaron modulaciones en la presión sanguínea sistólica, diastólica y la frecuencia cardíaca después de los 3 meses de entrenamiento de ciclismo aeróbico iHD, durante el período basal previo EFi¹⁸, lo que podría reducir los síntomas asociados con la hipotensión derivada de la HD. El momento de realización de EFi de los estudios analizados probablemente se basó en un estudio realizado por Moore *et al.*²³ que mostró que el EFi de intensidad moderada fue bien tolerado durante la primera y segunda hora de tratamiento, pero no durante la tercera hora debido a la hipotensión asociada a la disminución de la presión sanguínea, el volumen sistólico y el gasto cardíaco. Contrariamente, un estudio reciente de Jeong *et al.*²⁴ no encontró ninguna diferencia en los parámetros hemodinámicos iHD entre la primera o tercera hora de HD, lo que indicaría la seguridad del EFi iHD incluso cuando se realiza en las últimas horas de HD. Por lo tanto, se podría dar la oportunidad al paciente de elegir el momento cuándo hacer EFi, estimulando la adherencia a un programa de EFi.

El deteriorado estado de salud del paciente con ERC sometido a HD, no permite programas de EFi con sesiones demasiado largas, así se establecen 30 minutos como el tiempo más adecuado en la parte principal de la sesión^{6,15-17,20}, aunque Liao *et al.*¹⁸ y Wu *et al.*¹⁹ realizan

Tabla 5a. Resumen de los test de evaluación, resultados y conclusiones de marcadores de la función y capacidad física de los estudios incluidos en la revisión que investigan el impacto del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

Autor	Población	Evaluación	Resultados	Conclusiones
Anding et al. ⁶ 2015	n=46 22 ♀ y 24 ♂ 63.2±16.3 años 3 grupos según la adherencia a las sesiones de EFi HA alta > 80% MA media 60-80 % LA baja < 60% Adherencia media GEFi 78.1%	Fuerza: 8 grupos musculares Pruebas de fuerza máxima (máximo nº repeticiones de ejercicios). Resistencia: potencia media (w) Función física: - 6 min walking test - timed up and go test - sit to stand test (STS60)	Fuerza ↑* HA (120%) y MA (40-50%) MMII: extensor de pierna, aductor, abductor y abdomen. MMSS: bíceps y tríceps. Resistencia: ↑* HA (55%) y MA (45%) Función física ↑* 11-31% n=46 •6 min walking test ↑ •timed up and go test ↑* •sit to stand test (STS60)↑*	El programa de EFi de fuerza y resistencia mejora significativamente la resistencia, la fuerza y la función física. Además, puede ser integrado en una rutina en pacientes con ERC en HD con una elevada adherencia.
Chan et al. ¹⁵ 2016	n=22 >40 años (59% ♂, 71 ± 11 años) Adherencia al EFi 71.2% ± 23.3%	Fuerza (dinamometría) en MMSS y MMII Aeróbico 6 min walking test	Fuerza ↑* MMII ↑MMSS 6 min walking test ↑	Entrenamiento de resistencia progresiva iHD mejoró significativamente las medidas de salud física, aumentando significativamente la fuerza en MMII y MMSS. Además, se observaron mejoras del componente AE.
Cho et al. ¹⁶ 2018	n=57 26♂ y 31 ♀ No hospitalizados durante los 3 meses anteriores. 4 grupos: GC control n=13 AE EFi aeróbico n=15 RE EFi fuerza n=14 CE EFi n=15 aeróbico+fuerza Adherencia EFi 81%	DPA MET Nº EA*semana TEA*día (minutos) Nº ES*semana MES*día (minutos) % MVPA PAEE (kcal/día)	DPA MET ↑* AE y CE / ↑* CE vs. CG Nº EA ↑* CE TEA ≈ Nº ES ↓* AE, RE y CE MES ↓* AE, RE y CE MVPA ↑* CE PAEE ≈	EFi iHD, especialmente CE, es clínicamente beneficioso para mejorar la DPA y disminuir el sedentarismo en pacientes con ERC en HD.
Groussard et al. ¹⁷ 2015	n=20 15♂ y 5 ♀ Edad 20-85 años GC n=10 GEFi n=10 Adherencia EFi 80%	VO ₂ peak Peak Power 6 min walking test	VO ₂ peak ≈ GC y GEFi Peak Power ≈ GC y GEFi 6 min walking test ↑* GEFi ≈ GC	Un programa AE iHD tiene beneficios sobre la aptitud física al aumentar la distancia recorrida durante el 6 min walking test, considerando la duración relativamente baja de sólo 3 meses con 36 sesiones
Liao et al. ¹⁸ 2016	n=40 23 ♀ y 17 ♂ Edad 62±8 años GC n=20 GEFi n=20 Adherencia EFi sin especificar	6 min walking test	6 min walking test ↑*GEFi	EFi de ciclismo AE iHD de intensidad moderada mejora el estado físico aeróbico en pacientes con ERC en HD.
Wu et al. ¹⁹ 2014	n=65 55♂ y 10♀ GC n=33 44 (41-50) años GEFi n=32 45 (37-48) años Adherencia EFi 84%	Estado Físico 6 min walking test time taken to walk up and down 22 steps sit-to-stand test grip strength test	Estado Físico ≠* GEFi vs GC 6 min walking test ↑*GEFi time taken to walk up down and 22 steps ↑*GEFi sit-to-stand test ↑*GEFi grip strength test ↑*GEFi	EFi individualizado iHD mejoró significativamente la capacidad física pacientes ERC en un corto período de tiempo, y por lo tanto, podría utilizarse como un simple enfoque terapéutico sin efectos adversos

GC: grupo control; GEFi: grupo ejercicio físico; EFi: ejercicio físico; ♀: mujer; ♂: hombre; HA: adherencia alta; MA: adherencia media; LA: adherencia baja; AE: aeróbico; RE: fuerza CE: aeróbico+fuerza; DPA: actividad física diaria; MMII: miembros inferiores; MMSS: miembros superiores; MET: tasa metabólica equivalente; Nº: número; EA: episodios activos; TEA: tiempo de episodios activos; ES: episodios sedentarios; MES: promedio de episodios sedentarios; MVPA: tiempo actividad física moderada / vigorosa; PAEE: gasto energía en EFi; VO₂: consumo de oxígeno; ERC: enfermedad renal crónica; HD: hemodiálisis; iHD: intradialítico.

sesiones de menor duración. También algunos estudios incluyen un calentamiento previo de 5 minutos¹⁶⁻¹⁹ y otros 5 minutos de vuelta a la calma tras la parte principal del EFi¹⁶⁻¹⁸.

Se considera indispensable la individualización de las intensidades, no sólo por las capacidades físicas, sino también por la evolución de ERC en cada paciente y por otros factores asociados al proceso clínico

Tabla 5b. Resumen de la evaluación, resultados y conclusiones de marcadores de calidad de vida de los estudios de incluidos en la revisión que investigan el impacto del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

Autor	Población	Evaluación	Resultados	Conclusiones
Abreu <i>et al.</i> ²⁰ 2017	n= 44 >18 años GC: n=19 (61,5% ♀, de 42,5±13,5 años y tiempo diálisis=70.1±49.9 meses). GEFi: n=25 (54,5% ♀ de 45,7±15,2 años y tiempo diálisis=71,2±45,5 meses) Adherencia GEFi 78.1%	Test QoL SF-36 Función física Rol limitaciones físicas Dolor corporal Vitalidad Salud general Salud mental Rol limitaciones mentales Función social	QoL ≠* GEFi vs GC Función física ≈ Rol físico ↑* Dolor corporal ≈ Vitalidad ≈ Salud general ↑* Salud mental ↑* Rol Mental ≈ Función social ≈	Efi fuerza en MMII durante 3 meses contribuyó a la mejora de QoL en pacientes con ERC en HD
Anding <i>et al.</i> ⁶ 2015	n=46 22 ♀ y 24 ♂ 63.2±16.3 años 3 grupos según la adherencia a las sesiones de EFi HA alta > 80% MA media 60-80 % LA baja < 60% Adherencia media GEFi 78.1%	Test QoL SF-36 Función física Rol limitaciones físicas Dolor corporal Vitalidad Salud general Salud mental Rol limitaciones mentales Función social	↑ GEFi QoL SF36 Función física ↑* Rol limitaciones físicas ↑* Dolor corporal ≈ Vitalidad ≈ Salud general ≈ Salud mental ≈ Rol limitaciones mentales ↑* Función social ≈	Mejora de la QoL en GEFi evaluada por el test SF-36 y significativamente en las subescalas de función física, función de las limitaciones físicas/emocionales.
Chan <i>et al.</i> ¹⁵ 2016	n=22 >40 años (59% ♂, 71 ± 11 años) Adherencia al EFi 71.2% ± 23.3%	Test QoL SF-36 Efectos adversos (cuestionario médico estructurado)	↑ QoL SF-36 -↑* 3 subescalas: física, social y emocional -↓ 1 subescala: depresión De 401 sesiones totales (n=22) 1 paciente experimentó mareo: Riesgo 0.25% equivale a 1/401	Entrenamiento de resistencia progresiva iHD mejoró QoL. Además, puede ser integrado en una rutina en pacientes con ERC en HD con una elevada adherencia y sin efectos adversos
Cho <i>et al.</i> ¹⁶ 2018	n=57 26♂ y 31 ♀ No hospitalizados durante los 3 meses anteriores. 4 grupos: GC control n=13 AE EFi aeróbico n=15 RE EFi fuerza n=14 CE EFi n=15 aeróbico+fuerza Adherencia EFi 81%	QS % MI % FI % SFI= MI+FI TST WASO %SE	QS % MI ↓* AE, RE y CE % FI ↓* GC SFI ↓ AE Y RE TST ≈ WASO ≈ % SE ≈	Efi iHD, especialmente CE, es clínicamente beneficioso la SQ en pacientes con ERC en HD.
Wu <i>et al.</i> ¹⁹ 2014	n=65 55♂ y 10♀ GC n=33 44 (41-50) años GEFi n=32 45 (37-48) años Adherencia EFi 84%	QoL KDQOL-SFTM SF-36	QoL ≠* GEFi vs GC KDQOL-SFTM ↑*GEFi todos los items excepto: dolor, función sexual, estado laboral y carga ERC SF-36 ↑*GEFi función física; limitaciones de la función física; salud general; energía/fatiga; sueño; calidad de la interacción social; lista de síntomas/problemas	Efi individualizado iHD mejoró significativamente QoL para pacientes ERC en un corto período de tiempo, y por lo tanto, podría utilizarse como un simple enfoque terapéutico sin efectos adversos

GC: grupo control; GEFi: grupo ejercicio físico; EFi: ejercicio físico; ♀: mujer; ♂: hombre; HA: adherencia alta; MA: adherencia media; LA: adherencia baja; AE: aeróbico; RE: fuerza CE: eróbico+fuerza; QoL: calidad de vida; SF-36: test de salud abreviado 36 ítems; QS: calidad del sueño; MI: índice movimiento; FI: índice fragmentación del sueño; SFI: promedio índice fragmentación del sueño; TST: tiempo total de sueño; WASO: despierto después de la aparición de sueño; SE eficiencia de sueño; KDQOL-SFTM: cuestionario breve de enfermedad de renal y calidad de vida; ERC: enfermedad renal crónica; HD: hemodiálisis; iHD: intradiálisis; MMII: miembros inferiores.

de HD⁵. Tanto el trabajo aeróbico (AE) como de fuerza (Fz) se realizan a una intensidad moderada entre el 55-70% del máximo de cada paciente^{16,17,20}, y/o una intensidad entre el 11-16 puntos en la escala de esfuerzo percibido de Borg^{16,18,19}. Además, para el EFi de Fz también se puede optimizar la intensidad en base a la tasa de repetición⁶ y para el

EFi AE se podría usar la frecuencia cardiaca óptima mediante el método de Karvonen⁶ o limitar a 20 pulsaciones el incremento entre la situación basal y la de EFi¹⁹. Con respecto a los programas de ejercicios realizados, se trabaja la resistencia AE¹⁷⁻¹⁹, la Fz^{15,20}, y/o ambas simultáneamente, en el denominado ejercicio combinado^{6,16}. El EFi de componente AE reali-

Tabla 5c. Resumen de la evaluación, resultados y conclusiones de marcadores biológicos de los estudios incluidos en la revisión que investigan el impacto del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

Autor	Población	Evaluación	Resultados	Conclusiones
Abreu <i>et al.</i> ²⁰ 2017	n= 44 >18 años GC: n=19 (61,5% ♀, de 42,5±13,5 años y tiempo diálisis=70.1±49.9 meses). GEFi: n=25 (54,5% ♀, de 45,7±15,2 años y tiempo diálisis=71,2±45,5 meses) Adherencia GEFi 78.1%	GPx hs-PCR Nrf2 NF-κβ [Nitrito] (μm)	GPx ↑* GEFi hs-PCR ↓GEFi Nrf2 ↑* GEFi NF-κβ ≈ GEFi y ≈ GC [Nitrito] (μm) ↓* GEFi	Efi fuerza durante 3 meses ejerció indujo la expresión de Nrf2 y GPx, mantuvo niveles de nitritos
Groussard <i>et al.</i> ¹⁷ 2015	n=20 15♂ y 5 ♀ Edad 20-85 años GC n=10 GEFi n=10 Adherencia Efi 80%	Perfil Lipídico Colesterol HDL LDL TG Actividad Pro/antioxidante Ox-LDL GSH/GSSG GPx SOD F2IsoP	Perfil Lipídico Colesterol ↑GC ↓GEFi HDL ≈ GC y GEFi LDL ≈ GC ↓GEFi TG ≈ GC ↓* GEFi Actividad Pro/antioxidante Ox-LDL ≈ GC y GEFi GSH/GSSG ≈ GC y GEFi GPx ≈ GC y GEFi SOD ≈ GC y GEFi F2IsoP ↑*GC ≈ GEFi	Un programa de entrenamiento de ciclismo AE iHD tiene beneficios sobre el perfil de lípidos (bajando el TG de plasma) y evita el aumento de la oxidación basal (sin agravar la F2IsoP, que es el marcador más fiable y específico de la peroxidación de lípidos), considerando la duración relativamente baja de sólo 3 meses con 36 sesiones en pacientes con ERC en HD.
Liao <i>et al.</i> ¹⁸ 2016	n=40 23♀ y 17♂ Edad 62±8 años GC n=20 GEFi n=20 Adherencia Efi sin especificar	Presión arterial Sistólica Diastólica Frecuencia cardiaca Bioquímica iPTH Ca2+ tHcy hs-PCR IL-6 Creatina Albumina ALT Coles- terol Hematocrito Kt/V nCPR Peso IMC Células Progenitoras Endote- liales CD133+ CD34+ KDR+	Presión arterial Sistólica Diastólica Frecuencia cardiaca } ↑*GEFi Bioquímica ↓* hs-PCR ↓* IL-6 ↑*Albumina ↑*IMC } GEFi Células Progenitoras Endoteliales CD133+ CD34+ KDR+ ↑*GEFi	Efi de ciclismo AE iHD de intensidad moderada mejorara: el estado nutricional y la resistencia cardiovascular pacientes ERC HD se reduce su riesgo cardiovascular, las respuestas inflamatorias, que podría contribuir a estos efectos beneficiosos del ejercicio.

GC: grupo control; GEFi: grupo ejercicio físico; Efi: ejercicio físico; ♀: mujer; ♂: hombre; GPx: glutatión peroxidasa; hs-PCR: proteína C reactiva de alta sensibilidad; Nrf2: factor nuclear eritroide 2 relacionado con el factor 2; NF-κβ: factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B; HDL: lipoproteínas e alta densidad; LDL: lipoproteínas de baja densidad; TG: triglicéridos; Ox-LDL: lipoproteínas de baja densidad oxidadas; GSH/GSSG: ratio glutatión oxidado/reducido SOD: superóxido dismutasa; F2IsoP: 15-F2-isoprostanos; iPTH = hormona paratiroidea intacta; tHcy=homocisteína total; PCR: proteína c reactiva; IL-6: interleucina 6. ALT: alamina aminotransferasa; Kt/V: medida de diálisis; nCRP: tasa catabólica de proteínas normalizada; IMC: índice de masa corporal; ERC: enfermedad renal crónica; HD: hemodiálisis; iHD: intradialítico.

zado durante la HD consiste en la práctica de ciclismo estacionario en cicloergómetro supino^{6,16-19}. Los ejercicios Fz, con cargas individualizadas y mediante el empleo de pesas^{6,15,20} o bandas de resistencia elástica^{6,16,20}, se realizaron sobre los músculos de miembros superiores (MMSS) como bíceps, deltoides, tríceps^{6,15,16} y miembros inferiores (MMII) con trabajo de cuádriceps, isquiotibiales, abdomen y aductores^{6,15,16,20}. En el trabajo de Fz sobre el brazo de la fístula arterio-venosa (FAV), los pacientes reciben recomendaciones muy conservadoras⁷, que son una barrera a la realización al Efi de Fz⁸. Sin embargo, no hay evidencias clínicas que sugieran que se deban imponer limitaciones al trabajo de Fz una vez que la FAV haya curado correctamente y la progresión del trabajo de Fz sea gradual²⁵. El Efi iHD de Fz se realizó en el brazo sin acceso, mientras que los ejercicios del brazo con FAV se llevaron a cabo justo antes de la HD^{15,16}. Es importante señalar que no hubo eventos adversos relacionados con la FAV con las rutinas de Fz^{6,15,16}.

Efectos sobre la función y la capacidad física

Los pacientes con ERC en HD tienen una considerable disminución en la tolerancia al ejercicio, en la capacidad funcional, en la resistencia AE y en la Fz. Además, sufren una mayor pérdida de masa muscular que, junto con la anemia, son factores claves en la disminución de la capacidad funcional y física²⁶. Sin embargo, la práctica Efi puede ayudar a compensar este deterioro físico. En este sentido la realización de Efi AE en monoterapia¹⁷⁻¹⁹, permite una mejora significativa en los test de evaluación AE: 6 min *walking test*¹⁷⁻¹⁹; *timed up and go test*¹⁹; *sit to stand test*¹⁹; *22 steps*; *sit-to-stand test*¹⁹ e incluso en un test de Fz por dinamometría manual el *grip strength test*¹⁹. En el estudio de Groussard *et al.*¹⁷ que mejoró significativamente la distancia recorrida (6 min *walking test*) en el grupo de Efi en 23,4% no tuvo ningún efecto sobre VO₂ máximo. Tal vez se puede deber a que los cambios inducidos por

el entrenamiento en VO_2 máximo están positivamente correlacionados con la duración del EFi. Se ha descrito cambios más importantes en VO_2 máximo en pacientes que realizan EFi combinado (AE + Fz) durante 6 o más meses extradialítico²⁷. Las ganancias de Fz, tras entrenamiento exclusivo de la Fz, fueron significativas en MMSS y MMII^{6,15}. Sin embargo, aquellos pacientes que tenían una adherencia mayor al programa de EFi obtuvieron incrementos mayores (120%) que aquellos pacientes cuya adherencia fue menor (40-50%)⁶. Del mismo modo ocurrió con las mejoras significativas en la resistencia AE, siendo las ganancias del 55% para pacientes con elevada adherencia y 45% para una adherencia media⁶. Esto indicaría que la adherencia al EFi juega un papel clave en la mejora sobre la función y la capacidad física de los ERC en HD.

Los estudios que realizaban EFi combinado^{6,16} mostraron mejoras significativas en la Fz y la capacidad AE⁶ y en la actividad física diaria¹⁶. El estudio de Cho *et al.*¹⁶, mostraron incrementos significativos de la tasa metabólica equivalente (MET), en los grupos de EFi AE y EFi combinado entre la situación basal y tras 36 sesiones, además mostraron incrementos significativos entre el grupo EFi combinado y grupo control al final del estudio. De este modo un aumento de los METs está directamente relacionado con el incremento significativo de los episodios activos del tiempo de práctica moderada de EFi combinado¹⁶. Estos resultados en salud asociados a la función física y la actividad física diaria indicarían que EFi iHD combinado es el más adecuado durante la HD para contribuir al retraso de la progresión ERC⁵. Lógicamente, a práctica de un programa de EFi iHD (AE, Fz o combinado) reduce los episodios sedentarios¹⁶.

Efectos sobre la calidad de vida relacionada con la salud

La determinación de la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), que establece los resultados en salud de forma multidimensional²⁸, podría contribuir al establecimiento, perfeccionamiento y evaluación de los programas de EFi iHD.

La herramienta que más utilizaron los estudios analizados en este trabajo fue el cuestionario SF-36 (*Short Form-36 Health Survey*)^{6,15,19,20} que se refiere a lo que el paciente piensa sobre su salud, cómo se encuentra y si es capaz de hacer sus actividades habituales²⁹. De manera general los programas de EFi iHD contribuyeron a la mejora de CVRS evaluada por SF-36 y fue significativa en las subescalas física^{6,15,19,20}, mental^{6,20}, social^{15,19}, emocional¹⁵, salud general^{19,20} y de la QS¹⁹. Wu *et al.*¹⁹ evaluaron la CVRS mediante el cuestionario KDQOL-SF™ (*Kidney Disease Quality of Life Short Form*), que incluye el SF-12 como núcleo genérico de la CVRS más la carga de la enfermedad renal²⁸, mejorando significativamente la CVRS en prácticamente todas las dimensiones genéricas y específicas del KDQOL-SF™.

La CVRS en pacientes con ERC también está relacionada con las alteraciones de la QS y/o el síndrome de piernas inquietas de tipo urémico³⁰. Cho *et al.*¹⁶ describieron mejoras en la QS tras 12 semanas de EFi iHD mostrando específicamente un descenso significativo del índice de movimiento para el grupo de EFi (AE, Fz y combinado) y también un descenso significativo del índice de fragmentación del sueño con respecto al grupo control. Estos resultados fueron similares a los reportados anteriormente por Afshar *et al.*³¹. Además, un aumento de los niveles de opioides (β -endorfinas) derivados de la realización de EFi, parece ser uno de los mecanismos que atenuaría el síndrome de

piernas inquietas³² y redundaría en la mejora QS. Adicionalmente, las mejoras que el EFi produce sobre factores emocionales¹⁵, la depresión¹⁵, los aumentos de consumo energético evaluada en los METs¹⁶ y en las capacidades físicas^{6,15-19} podrían inducir mejoras en la QS que estimularían una buena CVRS en los pacientes con ERC.

Efectos sobre los marcadores biológicos

La posibilidad de usar biomarcadores como herramientas de la monitorización de los programas de EFi iHD nos podría permitir la evaluación a tiempo real de la eficacia del EFi y la progresión de la ERC⁵. Algunos biomarcadores ya se han empleado para controlar estudios de EFi iHD^{17,18,20}.

El OS y la inflamación desempeñan un papel clave en el desarrollo y la progresión de ERC, además sus complicaciones, como son la disfunción endotelial y la enfermedad mineral ósea, son factores críticos que contribuyen a la morbimortalidad en los pacientes en HD³³. También, la inactividad física es un factor importante que contribuye a la inflamación crónica y a la alteración del balance pro/anti-oxidante²⁵. El OS es causado por una deficiencia de la capacidad anti-oxidante endógena y el aumento de la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) activando varios factores de transcripción, entre ellos el factor nuclear κ B (NF- κ B) que regula la expresión de genes responsables de la activación de la síntesis de citoquinas inflamatorias como la interleucina-6 (IL-6), la interleucina-8 (IL-8), y la proteína quimiotáctica de monocitos-1 (MCP-1)³⁴. Sin embargo, el Nrf2 es reconocido como un factor de transcripción responsable suprimir las vías de señalización pro-inflamatorias y de activar los mecanismos anti-oxidantes mediadas por NF- κ B³⁵. En el estudio de Abreu *et al.*²⁰, tras 12 semanas de EFi de Fz se indujo significativamente la expresión de Nrf2 y de glutatión peroxidasa (GPx). Por lo tanto, el aumento de la expresión de la Nrf2 puede ser una estrategia terapéutica para reducir OS e inflamación en pacientes con ERC asociada NF- κ B. Aunque este estudio²⁰ es el único que evalúa Nrf2 en humanos durante el EFi en HD, existen evidencias en modelos murinos con ERC que demuestran que el EFi es capaz de aumentar la expresión del gen Nrf2^{25,36}. La GPx neutraliza OS y reduce los ROS³⁷, el aumento significativo de esta enzima GPx estimularía la defensa de organismo en los pacientes de ERC ante el efecto dañino del OS y los ROS. También los estados inflamatorios presentaron una tendencia a la disminución que se reflejó en el descenso de proteína C reactiva de alta sensibilidad (hs-PCR) que es un factor de riesgo asociado a la enfermedad cardiovascular en pacientes ERC en HD³¹. Tomados en conjunto estos hallazgos podrían posicionar al EFi iHD de Fz de 12 semanas, como una terapia moduladora del OS y de la inflamación en pacientes con ERC.

La trigliceridemia es la anomalía de los lípidos en sangre más común en los pacientes con ERC y se considera un factor de riesgo de las enfermedades cardiovasculares⁵. Groussard *et al.*¹⁷ observaron una reducción significativa en la concentración plasmática de triglicéridos (-23%), lo que indica una mejora del perfil lipídico, tras 36 sesiones de EFi AE. Además, previene el aumento del OS porque mantiene controlados los niveles isoprostanos F2 α (F2 α -IsoP), que es el marcador más fiable y específico de la peroxidación lipídica, en el grupo EFi. Contrariamente en el grupo control F2 α -IsoP aumenta de forma significativa. Por lo tanto,

EFi AE de ciclismo estacionario iHD podría representar una estrategia útil contra la hipertrigliceridemia, y el aumento del OS.

Las células progenitoras endoteliales (CPE), movilizadas desde la médula ósea, funcionan como un agente endógeno para reparar el sistema del endotelio vascular, contribuir a la angiogénesis y combatir la aterosclerosis. Durante la ERC, se reduce y deteriora la función de las CPE lo que contribuye a incrementar los riesgos de enfermedades cardiovasculares en pacientes con HD³⁸. EFi AE de ciclismo estacionario iHD¹⁸, aumentó significativamente el número de CPE, monitorizado por CD133, CD34 y KDR, en los pacientes con ERC en HD. Además, la inflamación de las células endoteliales causa la disfunción de los CPE. Por lo tanto, el efecto anti-inflamatorio del EFi pueden contribuir al aumento del número y la mejora de la función CPE. El efecto anti-inflamatorio del EFi AE quedó demostrado por los descensos significativos de la IL-6 y hs-PCR. Además, estos autores¹⁸ demostraron una elevada correlación ($r=0,721$ $p<0.001$) entre los CPE y la mejora significativa de la capacidad AE en 6 min *walking test*.

Por lo tanto, estos resultados, evaluados mediante biomarcadores, mostraron que EFi AE y/o de FZ iHD de intensidad moderada y realizados durante 3 meses son capaces de reducir el riesgo de mortalidad debido a las múltiples comorbilidades de los pacientes ERC, especialmente las cardiovasculares mediante la reducción del OS (estimulación de NrF2 y GPx; modulación de F2 α -IsoP), la inflamación (disminución de IL-6 y hs-PCR), la regulación del perfil lipídico (disminución de los triglicéridos plasmáticos) y la estimulación de las CPE.

Limitaciones y fortalezas

Las principales limitaciones están relacionadas con el bajo número de estudios investigados sobre este tema y con el número relativamente pequeño de participantes. Debemos señalar que dos estudios no eran aleatorizados y uno de ellos uso un diseño cruzado. Se realizaron en poblaciones con diferentes niveles de actividad física y protocolos de investigación, lo que aumenta la heterogeneidad entre los estudios. Sin embargo, todos los sujetos se encontraban en el mismo estadio enfermedad IV y con 3 meses o más HD de mantenimiento. Además, un punto fuerte de esta revisión sistemática sería el control de calidad a través de PRISMA y Mc Master.

Conclusión

La realización de EFi iHD, con programas de trabajo AE, Fz y combinado, estimulan los resultados de la salud relacionados con la capacidad y la función física, la CVRS y los marcadores biológicos. La realización de EFi da lugar a incrementos de la resistencia aeróbica, la fuerza muscular de MMSS y MMII, disminuye el sedentarismo, y ejerce un efecto beneficioso directo sobre la CVRS de los pacientes de ERC proporcionando mejoras emocionales, sociales y psicológicas. Además, el EFi iHD es capaz de controlar el OS estimulando NrF2 y GPx y la modulación de F2 α -IsoP, la inflamación por la disminución de IL-6 y hs-PCR, la regulación del perfil lipídico con una disminución de los triglicéridos plasmáticos y la estimulación de las CPE. Conjuntamente estos resultados permiten reducir los riesgos de mortalidad asociada

a las múltiples comorbilidades de los pacientes ERC, especialmente las cardiovasculares.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Biología Celular, Histología y Farmacología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Valladolid en el Campus de Soria y al Grupo de Investigación de Neurobiología, Facultad de Medicina, Universidad de Valladolid.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. Levey AS, Coresh J. Chronic kidney disease. *Lancet*. 2012;379:165-80.
2. Fernández Lara MJ, Ibarra Cornejo JL, Aguas Alveal EV, González Tapia CE, Reffers Q, Galvarino D. Beneficios del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. *Enferm Nefrol*. 2018;21:167-81.
3. Stack AG, Molony DA, Rives T, Tyson J, Murthy BV. Association of physical activity with mortality in the US dialysis population. *Am J Kidney Dis*. 2005;45:690-701.
4. Howden EJ, Coombes JS, Strand H, Douglas B, Campbell KL, Isbel NM. Exercise training in CKD: efficacy, adherence, and safety. *Am J Kidney Dis*. 2015;65:583-91.
5. Webster AC, Nagler EV, Morton RL, Masson P. Chronic kidney disease. *Lancet*. 2017;389:1238-52.
6. Anding K, Bär T, Trojniak-Hennig J, Kuchinke S, Krause R, Rost JM, et al. A structured exercise programme during haemodialysis for patients with chronic kidney disease: clinical benefit and long-term adherence. *BMJ Open*. 2015;5:e008709.
7. Wilund KR, Jeong JH, Greenwood SA, editors. Addressing myths about exercise in hemodialysis patients. *Seminars in dialysis*; 2019: Wiley Online Library.
8. Cheema B, Abas H, Smith B, O'Sullivan A, Chan M, Patwardhan A, et al. Progressive exercise for anabolism in kidney disease (PEAK): a randomized, controlled trial of resistance training during hemodialysis. *J Am Soc Nephrol*. 2007;18:1594-601.
9. Sheng K, Zhang P, Chen L, Cheng J, Wu C, Chen J. Intradialytic exercise in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Am J Nephrol*. 2014;40:478-90.
10. Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. Exercise training during hemodialysis improves dialysis efficacy and physical performance. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87:680-7.
11. Oguchi H, Tsujita M, Yazawa M, Kawaguchi T, Hoshino J, Kohzaki M, et al. The efficacy of exercise training in kidney transplant recipients: a meta-analysis and systematic review. *Clin Exp Nephrol*. 2019;23:275-84.
12. Gomes Neto M, De Lacerda FFR, Lopes AA, Martinez BP, Saquetto MB. Intradialytic exercise training modalities on physical functioning and health-related quality of life in patients undergoing maintenance hemodialysis: systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2018;32:1189-202.
13. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Ann Intern Med*. 2009;151:W65-W94.
14. Law M, Stewart C, Pollock N, Letts L, Bosch J, Westmorland M. *McMaster critical review form-Quantitative studies*. Hamilton, Ontario: McMaster University Occupational Therapy Evidence-Based Practice Research Group. 1998.
15. Chan D, Green S, Fiatarone Singh M, Barnard R, Cheema BS. Development, feasibility, and efficacy of a customized exercise device to deliver intradialytic resistance training in patients with end stage renal disease: Non-randomized controlled crossover trial. *Hemodial Int*. 2016;20:650-60.
16. Cho J-H, Lee J-Y, Lee S, Park H, Choi S-W, Kim J-C. Effect of intradialytic exercise on daily physical activity and sleep quality in maintenance hemodialysis patients. *Int Urol Nephrol*. 2018;50:745-54.
17. Groussard C, Rouchon-Isnard M, Coutard C, Romain F, Malardé L, Lemoine-Morel S, et al. Beneficial effects of an intradialytic cycling training program in patients with end-stage kidney disease. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;40:550-6.
18. Liao M-T, Liu W-C, Lin F-H, Huang C-F, Chen S-Y, Liu C-C, et al. Intradialytic aerobic cycling exercise alleviates inflammation and improves endothelial progenitor cell count and bone density in hemodialysis patients. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:e4134.

19. Wu Y, He Q, Yin X, He Q, Cao S, Ying G. Effect of individualized exercise during maintenance haemodialysis on exercise capacity and health-related quality of life in patients with uraemia. *J Int Med Res*. 2014;42:718-27.
20. Abreu C, Cardozo L, Stockler-Pinto M, Esgalhado M, Barboza J, Frauches R, et al. Does resistance exercise performed during dialysis modulate Nrf2 and NF- κ B in patients with chronic kidney disease? *Life Sci*. 2017;188:192-7.
21. Dungey M, Bishop NC, Young HM, Burton JO, Smith AC. The impact of exercising during haemodialysis on blood pressure, markers of cardiac injury and systemic inflammation—preliminary results of a pilot study. *Kidney Blood Press Res*. 2015;40:593-604.
22. Rodriguez HJ, Domenici R, Diroll A, Goykhman I. Assessment of dry weight by monitoring changes in blood volume during hemodialysis using Crit-Line. *Kidney Int*. 2005;68:854-61.
23. Moore GE, Painter PL, Brinker KR, Stray-Gundersen J, Mitchell JH. Cardiovascular response to submaximal stationary cycling during hemodialysis. *Am J Kidney Dis*. 1998;31:631-7.
24. Jeong JH, Biruete A, Fernhall B, Wilund KR. Effects of acute intradialytic exercise on cardiovascular responses in hemodialysis patients. *Hemodial Int*. 2018;22:524-33.
25. Smart NA, Williams AD, Levinger I, Selig S, Howden E, Coombes JS, et al. Exercise & Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise and chronic kidney disease. *J Sci Med Sport*. 2013;16:406-11.
26. Hernández Sánchez S, García López D, Santos Lozano A, González-Calvo G, Brazález Tejerina M, Garatachea Vallejo N. Valoración física, condición física y calidad de vida en pacientes con diferentes tratamientos renales sustitutivos. *Enferm Nefrol*. 2015;18:81-8.
27. Smart N, Steele M. Exercise training in haemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Nephrology (Carlton)*. 2011;16:626-32.
28. Capote Leyva E, Argudín Selier R, Mora González S, Capote Pereira L, Leonard Rupalé I, Moret Hernández Y. Evaluación de la calidad de vida relacionada con salud en pacientes en hemodiálisis periódica utilizando el KDQOL-SFTM. *MediSur*. 2015;13:508-16.
29. Rebollo-Rubio A, Morales-Asencio JM, Pons-Raventos ME, Mansilla-Francisco JJ. Revisión de estudios sobre calidad de vida relacionada con la salud en la enfermedad renal crónica avanzada en España. *Nefrología (Madr)*. 2015;35:92-109.
30. Giannaki CD, Sakkas GK, Karatzaferi C, Hadjigeorgiou GM, Lavdas E, Liakopoulos V, et al. Evidence of increased muscle atrophy and impaired quality of life parameters in patients with uremic restless legs syndrome. *PLoS One*. 2011;6:e25180.
31. Afshar R, Emany A, Saremi A, Shavandi N, Sanavi S. Effects of intradialytic aerobic training on sleep quality in hemodialysis patients. *Iran J Kidney Dis*. 2011;5:119-23.
32. Von Spiczak S, Whone AL, Hammers A, Asselin M-C, Turkheimer F, Tings T, et al. The role of opioids in restless legs syndrome: an [11 C] diprenorphine PET study. *Brain*. 2005;128:906-17.
33. Carrero JJ, Stenvinkel P, Cuppari L, Ikizler TA, Kalantar-Zadeh K, Kaysen G, et al. Etiology of the protein-energy wasting syndrome in chronic kidney disease: a consensus statement from the International Society of Renal Nutrition and Metabolism (ISRNM). *J Renal Nutr*. 2013;23:77-90.
34. Sanz AB, Sanchez-Niño MD, Ramos AM, Moreno JA, Santamaria B, Ruiz-Ortega M, et al. NF- κ B in renal inflammation. *J Am Soc Nephrol*. 2010;21:1254-62.
35. Kim H-J, Vaziri ND. Contribution of impaired Nrf2-Keap1 pathway to oxidative stress and inflammation in chronic renal failure. *Am J Physiol Renal Physiol*. 2010;298:F662-71.
36. Done AJ, Gage MJ, Nieto NC, Traustadóttir T. Exercise-induced Nrf2-signaling is impaired in aging. *Free Radic Biol Med*. 2016;96:130-8.
37. Lubos E, Loscalzo J, Handy DE. Glutathione peroxidase-1 in health and disease: from molecular mechanisms to therapeutic opportunities. *Antiox Redox Signal*. 2011;15:1957-97.
38. Choi J-H, Kim KL, Huh W, Kim B, Byun J, Suh W, et al. Decreased number and impaired angiogenic function of endothelial progenitor cells in patients with chronic renal failure. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2004;24:1246-52.

Deterioro funcional hospitalario y posibles intervenciones desde la actividad física, una revisión de la literatura

Bethia Pacheco¹, Luis Carlos Venegas-Sanabria^{1,2}, Diego A. Chavarro-Carvajal^{1,2}

¹Instituto de Envejecimiento. Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. ²Unidad de Geriátrica Hospital Universitario San Ignacio. Bogotá, Colombia.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00018

Recibido: 28/11/2019

Aceptado: 18/09/2020

Resumen

El deterioro funcional hospitalario (DHF) se define como la pérdida de la capacidad de realizar al menos una de las actividades básicas de la vida diaria respecto a la situación basal de la persona (2 semanas antes del inicio de la enfermedad aguda). Su prevalencia va en aumento por la transición demográfica de los últimos años que ha generado que el envejecimiento se convierta en un reto con gran impacto en la salud de las personas, sus familias y el sistema sanitario. Una consecuencia importante en la hospitalización de los ancianos es el deterioro funcional hospitalario. Esta condición tiene múltiples consecuencias a corto, mediano y largo plazo dentro de las que se incluyen: aumento de la estancia hospitalaria, aumento de los costos en la atención, aumento de la morbimortalidad, entre otros. Una de las etapas del DFH, que corresponde a la declinación funcional durante la hospitalización, es modificable; de allí la importancia de la identificación y manejo oportuno para intervenir a los pacientes en riesgo. Dentro de las intervenciones que se plantean para lidiar con el DFH se encuentra la atención geriátrica especializada, el manejo integral con un equipo multidisciplinario, el soporte nutricional y la actividad física. Esta última, ha demostrado tener efectos beneficiosos sobre la función física, cognitiva y síntomas neuropsiquiátricos en el adulto mayor; por lo que se ha incluido en múltiples protocolos hospitalarios como principal intervención no farmacológica para disminuir la dependencia e impactar en el deterioro funcional hospitalario.

El objetivo de esta revisión de literatura es describir la definición, epidemiología, factores de riesgo, complicaciones, factores asociados a la recuperación funcional y programas de intervención descritos para el tratamiento del DFH. Adicionalmente describir las intervenciones que incluyan actividad física en los pacientes adultos mayores hospitalizados por patologías agudas y los posibles resultados funcionales en esta población.

Palabras clave:

Deterioro funcional. Dependencia.
Actividad física. Hospitalización.

Functional decline and possible interventions from physical activity, a review of the literature

Summary

Hospital functional impairment is defined as the loss of the ability to perform at least one of the basic activities of daily living with respect to the baseline situation of the person (2 weeks before the onset of acute illness). Its prevalence has been increasing due to the demographic transition of the last few years, which has caused aging to become a challenge with great impact on the health of people, their families and the health system. One of the main consequences of the increase in hospitalizations in the elderly is hospital functional impairment. This condition has multiple consequences in the short, medium and long term, which include increased hospital stay, increased costs of care, increased morbidity and mortality, among others. One of the stages of hospital functional impairment, which corresponds to the functional decline during hospitalization, is modifiable; hence the importance of identification and timely management to intervene at risk patients. Among the interventions that are proposed to deal with this condition are specialized geriatric care, comprehensive management with a multidisciplinary team, nutritional support and physical activity. The latter has been shown to have beneficial effects on physical, cognitive and neuropsychiatric symptoms in the elderly; Therefore, it has been included in multiple hospital protocols as the main non-pharmacological intervention to reduce dependence and impact on functional hospital deterioration.

The objective of this literature review is to describe the definition, epidemiology, risk factors, complications, factors associated with functional recovery and intervention programs described for the treatment. Additionally, describe the interventions that include physical activity in elderly patients hospitalized for acute pathologies and possible functional outcomes in this population.

Key words:

Functional decline. Dependence.
Physical activity. Hospitalization.

Correspondencia: Diego Andrés Chavarro Carvajal

E-mail: chavarro-d@javeriana.edu.co

Introducción

La transición demográfica que viene teniendo lugar en las últimas décadas, ha generado que el envejecimiento se convierta en un reto global con importantes consecuencias para la salud de las personas, sus familias y para los sistemas de salud¹.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) expone que la mayoría de la población tiene por primera vez en la historia una expectativa de vida que supera los 60 años². Adicionalmente, la pauta de envejecimiento es mucho más rápida que en la antigüedad²; y estas modificaciones demográficas generan un cambio en las entidades de salud que se tornan prevalentes impactando en la salud pública³.

Se estima que aproximadamente 10% de los ancianos requieren al menos una hospitalización por patologías agudas al año⁴. Una de las consecuencias más frecuentes de estas hospitalizaciones en este grupo poblacional es el deterioro funcional hospitalario (DFH)^{4,5}. El DFH trae consecuencias a corto, mediano y largo plazo, estas pueden ser severas condicionando un consumo significativo de recursos sociales y sanitarios⁶.

Se sabe que la actividad física, es una de las estrategias no farmacológicas primordiales en el desarrollo de un envejecimiento saludable⁷. Esta ha demostrado tener efectos beneficiosos sobre la función física, cognitiva y en el control de los síntomas neuropsiquiátricos en el adulto mayor⁸; motivo por el cual se ha incluido en múltiples programas de mantenimiento de la salud para adultos mayores y en planes de rehabilitación geriátrica como una intervención terapéutica importante con el fin de prevenir fragilidad y dependencia^{4,9}, condiciones de impacto en las funciones físicas y cognitivas⁹.

Esta revisión de la literatura tiene como objetivo describir la definición, epidemiología, factores de riesgo, complicaciones y programas de intervención que incluyan actividad física en los pacientes adultos mayores hospitalizados por patologías agudas.

Metodología

El presente trabajo se basa en la revisión de la literatura disponible sobre deterioro funcional hospitalario y actividad física, que se presenta a modo de revisión narrativa.

Definición

El deterioro funcional hospitalario (DFH) ha recibido múltiples definiciones en términos de pérdida de función o dependencia, declinación de las actividades básicas de la vida diaria (ABVD), o actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD), estado de declinación y alteración funcional⁶. En este trabajo se empleará la definición más aceptada y empleada en los últimos años. Se entiende DFH como la pérdida de la capacidad de realizar al menos una de las actividades básicas de la vida diaria respecto a la situación basal de la persona (2 semanas antes del inicio de la enfermedad aguda)¹⁰. Este deterioro está más relacionado con determinadas características del adulto mayor que con la gravedad de la enfermedad aguda¹¹⁻¹². En la literatura se describen dos etapas del

deterioro funcional; una no modificable y que corresponde al inicio agudo de la enfermedad hasta que ingresa al hospital y, la segunda corresponde a la declinación funcional durante la hospitalización^{3,4}. Esta segunda etapa es muy importante ya que puede modificarse al identificarse y tratarse tempranamente; de allí la importancia de que existan protocolos hospitalarios para la intervención temprana del paciente en riesgo.

Epidemiología

La prevalencia del DFH se estima entre el 35 y el 70% de los pacientes mayores de 60 años hospitalizados; con una incidencia al egreso hospitalario que se encuentra entre el 35 y el 50%^{4,5}. En la literatura se evidencia que la prevalencia de DFH al egreso es directamente proporcional a la edad. Se estima corresponde a un 46% en mayores de 70 años y a 88% en mayores de 90 años⁴. Por otro lado, en los estudios que realizan seguimiento a los 3 meses, se evidencia una persistencia de deterioro en alguna ABVD del 19% y al año del 28%^{4,5}, situación relacionada con aumento en la mortalidad^{13,14}.

Factores de riesgo e identificación de pacientes

El DFH es una entidad multifactorial, que se relaciona más con las características del individuo y con las de la hospitalización que con la gravedad y las características de la patología aguda que sufre el paciente^{4,11,12}.

Edad

A mayor edad, mayor riesgo de DFH, esto ha sido demostrado en varios estudios en los que se ha descrito prevalencias de hasta un 23% a los 70 años, valor que asciende hasta 50% en mayores de 85 años^{5,15,16}.

Cambios del envejecimiento

Con el envejecimiento, entre los cambios fisiológicos esperados se encuentran a nivel osteomuscular, la pérdida de la masa muscular (sarcopenia), infiltración grasa y disminución de densidad mineral ósea lo que lleva a disminución de la fuerza, de la capacidad aeróbica, fragilidad y mayor frecuencia en caídas^{4,17}. A nivel metabólico, se presenta aumento en la grasa visceral, infiltración grasa de tejidos, menor masa de células beta, mayor producción de adipocinas y factores inflamatorios, lo que lleva a estado proinflamatorio, resistencia a la insulina y mayor prevalencia de patologías agudas o descompensación de patologías crónicas¹⁸. A nivel cardíaco se presenta disminución en el número de los cardiomiocitos, hipertrofia cardíaca y rigidez vascular, lo que lleva a mayor disfunción endotelial, inestabilidad vasomotora y alteraciones de la ventilación pulmonar^{4,18}. Los cambios neurosensoriales incluyen menor masa cerebral y aumento de líquido cefalorraquídeo, lo que lleva a menor velocidad de procesamiento, menor focalización de la actividad neuronal, disminución de la memoria de trabajo y quizás una de las más importantes, menor destreza motora¹⁸.

Situación basal

En los factores de riesgo asociados al individuo también se encuentra la situación basal del paciente (2 semanas antes del inicio de la enfermedad aguda). Algunos estudios han documentado que los ancianos con una situación basal buena tienen una probabilidad 2,5 veces más alta de recuperar su situación basal, mientras que los ancianos con dependencia moderada para ABVD (definida como un puntaje en la escala de Barthel menor a 60), tienen mayor riesgo de DFH y de persistir con por mayor tiempo al egreso^{4,19-21}.

Delirium

El delirium es de alta frecuencia en el anciano hospitalizado⁵, con una prevalencia de 14 al 24%²². Aunque no se conoce el mecanismo que los relaciona, se presume se debe a la mayor frecuencia de caídas, incontinencia, inmovilidad por sujeciones, efectos adversos de medicamentos, lesiones por presión y aumento de estancia hospitalaria^{5,23,24}.

Compromiso cognoscitivo

El deterioro cognitivo se ha identificado en varios estudios como factor de riesgo para peores desenlaces al alta hospitalaria^{25,26}. Sands *et al*, demostraron una relación entre función cognoscitiva y evolución funcional durante la hospitalización²⁶. Esto implica que es importante realizar una evaluación temprana de la función cognoscitiva de los pacientes adultos mayores que ingresan al hospital por patología aguda.

Síntomas depresivos

La prevalencia de sintomatología depresiva en los ancianos hospitalizados oscila entre 10 y 25% de acuerdo con los criterios diagnósticos empleados²⁷; de tal forma que su presencia se relaciona con 3 veces más riesgo de DFH^{28,29}.

Polifarmacia

A mayor cantidad de fármacos empleados, mayor riesgo de prescripción errónea y de reacciones adversas a medicamentos³⁰. Entre los fármacos con más efectos sobre la movilidad y el equilibrio se encuentran las benzodiazepinas y los neurolepticos³¹. El paciente anciano es más sensible a los efectos de estos fármacos y debido a los cambios en la farmacodinamia y farmacocinética por las alteraciones renales propias del envejecimiento, presentan una eliminación más lenta de estos fármacos lo que lleva a mayor cantidad de complicaciones como delirium, caídas y fracturas^{5,32}. Las reacciones medicamentosas están implicadas en el desarrollo de DFH en un 20 a 25%^{6,33}.

Inmovilidad

Durante la hospitalización, el paciente anciano es sometido a niveles reducidos de actividad y movilidad. Está descrito incluso la relación entre el tiempo en cama y la disminución en la puntuación de la escala de Barthel³⁴. Los estudios estiman la inmovilidad en los adultos mayores entre el 73 y el 83% del tiempo de estancia hospitalaria³⁵.

La inmovilidad es principalmente importante en las primeras 48 horas de reposo en cama, es cuando tiene el mayor impacto en la disminución de la reserva funcional y de la capacidad aeróbica⁴. Es uno de los factores de riesgo más importantes porque es susceptible a ser modificado⁵.

Ambiente y rutinas hospitalarias

El cuidado hospitalario suele estar orientado al diagnóstico y tratamiento de la enfermedad aguda, dejando muchas veces de lado la esfera cognitiva, social, familiar y funcional del adulto mayor³⁶. Hay muchas prácticas que promueven la baja movilidad de los pacientes como el mantenimiento prolongado de catéteres, las restricciones físicas, el miedo excesivo a las caídas, las acciones que interrumpen el descanso nocturno y el uso excesivo de psicofármacos. Estas medidas probablemente no tienen gran impacto en la población joven, pero sí en la población adulta mayor^{5,6}. Las barreras físicas también representan un inconveniente para la movilidad; estas incluyen las camas altas, sillones bajos, baños no adaptados, pobre iluminación y obstáculos que incrementan el riesgo de caídas^{5,6}.

Identificación del paciente en riesgo

La identificación oportuna de los pacientes en riesgo facilitaría el inicio temprano de intervenciones específicas para prevenir la dependencia, la institucionalización, y disminuir la morbimortalidad y los costos en salud^{4,9,37}. Esta identificación debe realizarse en las primeras 48 horas desde el ingreso para disminuir así las complicaciones asociadas⁴. Para la identificación de los pacientes en riesgo existen escalas de tamización de fácil aplicación, dentro de las que se incluyen: la herramienta *Hospital Admission Risk Profile* (HARP), la herramienta *Identification of Seniors at Risk of Functional Decline* (SHERPA), la herramienta *Identification of Seniors at Risk* (ISAR) y la escala sociofamiliar de GJÓN, entre otras^{5,38}.

Complicaciones

El deterioro funcional hospitalario trae múltiples consecuencias de salud a corto, mediano y largo plazo. Estas incluyen el aumento en la estancia hospitalaria, mayor consumo de recursos físicos, mayores costos en salud, mayores tasas de reingreso, pérdida de la autonomía, mayor dependencia funcional, aumento de institucionalización y mortalidad^{3-6,17,19,39}. Adicionalmente, se ha descrito como la ausencia de recuperación funcional tras el egreso se asocia a mayor mortalidad^{5,6,40-42}.

Factores asociados a la recuperación funcional

Entre los factores asociados a la recuperación funcional se encuentran la detección temprana de factores de riesgo que se benefician de intervención temprana, la situación basal al momento del ingreso (buena reserva funcional previa), el potencial de recuperación^{4-6,43,44}.

Intervenciones

Atención geriátrica especializada y equipo multidisciplinario

Una intervención que ha demostrado mejores resultados en la hospitalización de los ancianos es la atención geriátrica integral^{15,6}. Esto incluye una atención multidisciplinaria y un entorno adecuado para esta población, con seguimiento durante toda su trayectoria funcional. Incluye desde unidades geriátricas especializadas en el entorno hospitalario con protocolos de detección y tratamiento de síndromes geriátricos, un equipo multidisciplinario y la planeación temprana del egreso^{38,45,46}.

Soporte nutricional

En los ancianos es importante realizar un acompañamiento por parte de nutrición clínica. La ingesta de proteínas es importante para mantener la masa muscular y promover el fortalecimiento del músculo^{4,6}. Las recomendaciones indican un consumo proteico de al menos 1,2 g/Kg/día para mayores de 65 años para mantener y recuperar masa magra junto con la actividad física⁴⁷.

Actividad física

La actividad física es una de las estrategias no farmacológicas más relevantes en el proceso del envejecimiento saludable. Hay múltiples definiciones que la engloban, por lo que se debe partir por describirlos y por realizar diferenciación de conceptos.

La OMS define actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía⁴⁸. La asociación de Medicina deportiva de Colombia (AMEDCO) la describe como cualquier movimiento corporal voluntario de contracción muscular, con gasto energético, mayor al basal; comprendida como un comportamiento humano complejo, voluntario y autónomo que relaciona componentes de orden biológico, psicológico y sociocultural⁴⁹. La actividad física debe diferenciarse de las actividades necesarias para el mantenimiento de la vida y de aquellas orientadas a mejorar su salud y estilo de vida (50). El colegio americano de medicina deportiva (ACSM), afirma que una vez el individuo se mueva voluntariamente, aumenta su metabolismo como producto de su actividad muscular y esto corresponde a actividad física⁵¹.

Por otro lado, el ejercicio físico es, según la OMS, una variedad de actividad física planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física^{2,52-54}.

Los efectos benéficos de la actividad física sobre la salud se asocian a la modificación de las variables biológicas y psicosociales que incluyen protección contra enfermedades cardiovasculares, aumento en la capacidad neurotrófica del cerebro, apoyo en el crecimiento y el mantenimiento de circuitos neuronales, mejoría en la perfusión e irrigación cerebrales; aumento y mantenimiento de masa muscular, entre otros⁸.

La actividad física es uno de los factores condicionantes de la actividad corporal, favorece a largo plazo múltiples cambios sobre la composición corporal; estos dependen de la cantidad de energía gastada y de la frecuencia, la intensidad y la duración del ejercicio realizado⁵⁵.

Los beneficios del ejercicio físico estructurado en personas mayores incluyen: reducción de incidencia de enfermedades cardiovasculares, mantenimiento de un balance nutricional y metabólico adecuado, retrasa la resistencia a la insulina asociada con el envejecimiento, reduce la pérdida mineral ósea al potenciar la actividad hormonal osteoblástica y la remodelación ósea, disminuye el riesgo de fractura, reduce el riesgo de caídas, favorece el fortalecimiento muscular, mejora el equilibrio, la coordinación y la agilidad, conserva la función cognitiva, disminuye la prevalencia de depresión y favorece la integración social^{8,56,57}.

El sedentarismo es la causa principal de los bajos niveles de la práctica de la actividad física y es definido por la OMS en el año 2002 como la "poca agitación o movimiento"⁵⁸. En términos energéticos una persona se considera sedentaria, cuando en sus actividades cotidianas no aumenta más del 10% la energía que gasta en reposo (metabolismo basal)⁵⁹.

Estudios realizados por la OMS y la OPS, indican que en América Latina tres cuartas partes de la población tiene un estilo de vida sedentario, siendo las mujeres y la población de escasos recursos la de mayor tendencia. En relación con la población adulta mayor, el nivel de actividad física es bajo con respecto a los estudios realizados en algunos países latinos donde se muestra una participación reducida a medida que avanza la edad⁶⁰.

Un sedentarismo prolongado, conlleva reducción acentuada y progresiva de masa muscular, así como de la flexibilidad y del equilibrio⁶¹. En los adultos mayores hospitalizados, el comportamiento inactivo es un fenómeno muy común. Los efectos incluyen pérdida de masa muscular y capacidad aeróbica, aumento de síntomas neuropsiquiátricos⁶². En el paciente geriátrico hospitalizado, el sedentarismo se asocia al tiempo que el paciente está solo en su habitación, se describe más inmovilidad en horas de la tarde, en presencia de síntomas neuropsiquiátricos⁶².

En el entorno hospitalario, se describen múltiples barreras que impiden la realización de actividad física intrahospitalaria, muchas de ellas modificables. Dentro de estas se incluyen: los síntomas de la enfermedad y el uso de dispositivos médicos (catéteres urinarios, uso prolongado de catéter venoso, miedo a caídas, entre otros)⁶³.

En cuanto a la creación de programas de actividad física de forma estandarizada, una barrera importante es la heterogeneidad en la forma en la que se mide y define la movilidad de los adultos hospitalizados. En la práctica ha sido complejo identificar los subgrupos de pacientes que más se benefician de las intervenciones y la definición de la dosis y el momento adecuados para implementar los programas^{64,65}.

Programas de ejercicio descritos en la literatura

Se ha descrito que el entrenamiento físico, en especial del tren inferior puede ayudar a preservar y mejorar la capacidad funcional del anciano⁶⁶. Hay evidencia que demuestra que los músculos de las personas mayores tienen una buena respuesta al entrenamiento físico intenso⁶⁶. Este tipo de programas han sido descritos en una primera revisión sistemática de Cochrane en 2007 con intervenciones de actividad física de rehabilitación, caminatas 3 veces al día, cambios de posición y terapia física lo que demostró un mejor resultado funcional cuando se incluye actividad física en comparación a la atención hospitalaria convencional⁶⁷.

Posteriormente se han descrito programas de actividad física personalizada al paciente mostrando resultados inciertos a diferencia de cuando se evalúan subpoblaciones más específicas o por grupos de patologías⁶³.

En otro metaanálisis sobre los programas de rehabilitación intrahospitalaria en población geriátrica, que incluyeron 17 experimentos clínicos que evaluaron el efecto de la rehabilitación (que incluía fisioterapia, terapia ocupacional o ambas) comparada al manejo convencional, los resultados en términos de mejoría funcional fueron satisfactorios, con disminución significativa en institucionalización y mortalidad⁶⁷.

Es así que, para prevenir el deterioro funcional, la implementación de los programas de actividad física debe realizarse en las primeras 24 horas de ingreso hospitalario⁶⁸ y deben incluir caminatas al menos dos veces al día durante 20 minutos, el ejercicio debe ser graduado y se desconoce la dosis óptima para su prescripción⁶⁸.

En cuanto a la duración de las intervenciones, los estudios más recientes proponen que los programas deben implementarse por lo menos 3 meses para mejorar el rendimiento físico en los adultos mayores⁶⁹. Por lo anterior se plantea que probablemente las intervenciones físicas para evitar la inactividad deben ser más progresivas y adaptadas al paciente, y no limitarse sólo a la estancia hospitalaria^{62,69}. Durante la hospitalización se plantea que las sesiones de terapia sean personalizadas para impactar en las franjas horarias de mayor inmovilidad (horas de la tarde)⁶¹. Dentro de las estrategias más importantes para que los programas de actividad física tengan efecto, debe promoverse la participación del personal médico y de la familia en el cuidado integral del paciente^{61,66}.

Conclusión

El DFH es una entidad muy frecuente entre la población adulta mayor, de origen multifactorial, con múltiples complicaciones asociadas. Es importante realizar una identificación temprana de los pacientes en riesgo para poder iniciar intervenciones en pro de promover la autonomía y la recuperación funcional en este grupo poblacional. Se encuentran múltiples intervenciones descritas en la literatura, una de las más importantes es la actividad física; sin embargo, aunque se conocen sus beneficios potenciales para prevenir fragilidad y dependencia, condiciones de impacto en las funciones físicas y cognitivas, no existen modelos metodológicos para la prescripción de ejercicio físico para personas mayores en nuestro entorno hospitalario.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Gaviria Uribe A. Envejecimiento demográfico: Colombia 1951-2020 dinámica demográfica y estructuras poblacionales. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social. 2013. (consultado 0810/2019). Disponible en www.who.int
- OMS. Envejecimiento y salud. 2018. (consultado 0810/2019). Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>
- Córcoles-Jiménez MP, Ruiz-García MV, Saiz-Vinuesa MD, et al. Deterioro funcional asociado a la hospitalización en pacientes mayores de 65 años. *Enferm Clin*. 2016; 26:121-8.

- Lozano Rengifo MJ, Chavarro Carvajal DA. Deterioro funcional hospitalario. Revisión y actualización con una perspectiva orientada a mejorar la calidad de atención del anciano. *Univ Médica*. 2017;(27)58:1-6.
- Osuna-Pozo CM, Ortiz-Alonso J, et al. Revisión sobre el deterioro funcional en el anciano asociado al ingreso por enfermedad aguda. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2014;49:77-89.
- Ocampo JM. Revisión sistemática de literatura. Declinación funcional en ancianos hospitalizados. *Rev Médica Risaralda*. 2016;30;22:49-57.
- Izquierdo M, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, et al. Multicomponent Physical Exercise program VIVIFRALL; 2017. (consultado 0810/2019) Disponible en: www.vivifrail.com/es/documentación.
- Aparicio Garca-Molina VA, Carbonell-Baeza A, Delgado-Fernández M. Health benefits of physical activity in older people. *Rev Int Med y Ciencias La Act Fis y del Deport*. 2010;10:556-76.
- Torres A, Rivera A, Mendivelso O, et al. Analysis of functional risk and sociofamily deterioration in hospitalized elderly patients. *Rev Medica Sanitas*. 2019;22:6-16. Available from: <https://doi.org/10.26852/01234250.30>
- Fretwell MD, Raymond PM, McGarvey ST, et al. The Senior Care Study: A controlled trial of a consultative/ unit based geriatric assessment program in acute care. *J Am Geriatr Soc*. 1990;38:1073-81.
- Harris RD, Henschke PJ, Popplewell PY, et al. A randomised study of outcomes in a defined group of acutely ill elderly patients managed in a geriatric assessment unit or a general medical unit. *Aust NZ J Med*. 1991;21:230-4
- Boyd CM. Recovery in activities of daily living among older adults following hospitalization for acute medical illness. *J Am Geriatr Soc*. 2008;21:71-9.
- Covinsky KE, Justice AC, Rosenthal GE, et al. Measuring prognosis and case mix in hospitalized elders: The important of functional status. *J Gen Intern Med*. 1997;12:203-8
- Gómez JF. *Salud del anciano: valoración*. Manizales, Caldas: Blanecolor; 2014.
- Sager MA, Franke T, Inouye SK, et al. Functional outcomes of acute medical illness and hospitalization in older persons. *Arch Intern Med*. 1996;156:645-52.
- Mañas MD, Marchán E, Conde C, et al. Functional impairment in elderly patients hospitalised in an internal medicine unit. *An Med Interna*. 2005;22:130-2.
- Sepúlveda D, Isach M, Izquierdo G, Ruipérez I. Functional decline in nonagenarians admitted at acute care hospitals. *Med Clin (Barc)*. 2001;116:799
- Salech F, Jara R, Michea L. Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 2012;23:19-29.
- Baztán JJ, González M, Morales C, et al. Variables asociadas a la recuperación funcional y la institucionalización al alta en ancianos ingresados en una unidad geriátrica de media estancia. *Rev Clin Esp*. 2004;204:574-82.
- Abizanda P, León M, Romero L, Sánchez PM, et al. La pérdida funcional al ingreso, principal variable explicativa de discapacidad y mortalidad al alta y al mes en ancianos hospitalizados. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2007;42:201-11.
- Volpato S, Onder G, Cavalieri M, et al. Characteristics of nondisabled older patients developing new disability associated with medical illnesses and hospitalization. *J Gen Intern Med*. 2007;22:668-74.
- Inouye SK. Delirium in older persons. *N Engl J Med*. 2006;354:1157-65.
- Young J, Inouye SK. Delirium in older people. *BMJ*. 2007;334:842-6.
- Francis J, Kapoor WN. Delirium in hospitalized elderly. *J Gen Intern Med*. 1990;5:65-79.
- Sands LP, Yaffe K, Covinsky K, et al. Cognitive screening predicts magnitude of functional recovery from admission to 3 months after discharge in hospitalized elders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003; 58: 37-45.
- Covinsky KE, Fortinsky RH, Palmer RM, et al. Relation between symptoms of depression and health status outcomes in acutely ill hospitalized older persons. *Ann Intern Med*. 1997;126:417-25.
- Blazer DG. Late-life mood disorders. Halter JB. *Hazzard's Geriatric Medicine and Gerontology* 6th ed. New York: Mc Graw Hill; 2009.
- Fick DM, Semla TP. American Geriatrics Society Beers Criteria: New year, new criteria, new perspective. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60:614-5.
- Lin HY, Liao CC, Cheng SH, et al. Association of potentially inappropriate medication use with adverse outcomes in ambulatory elderly patients with chronic diseases: Experience in a Taiwanese medical setting. *Drugs Aging*. 2008;25:49-59.
- American Geriatrics Society 2012 Beers Criteria Update Expert Panel. American Geriatrics Society updated Beers Criteria for potentially inappropriate medication use in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60:616-31.
- Sager MA, Buurman BM, Korevaar JC, et al. The prediction of functional decline in older hospitalized patients. *Age Ageing*. 2012;41:381-7.
- Pedone C, Ercolani S, Catani M, et al. Elderly patients with cognitive impairment have a high risk for functional decline during hospitalization: The GIFA Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60:1576-80.

33. Callen BL, Mahoney JE, Grieves CB, *et al.* Frequency of hallway ambulation by hospitalized older adults on medical units of an academic hospital. *Geriatr Nurs.* 2004;25: 212-7.
34. Inouye SK, Wagner DR, Acampora D, *et al.* A predictive index for functional decline in hospitalized elderly medical patients. *J Gen Intern Med.* 1993;8:645-52.
35. Martínez-Velilla N, Urbiston-Lasa G, Veitemilla-Erice E, Cambra-Contín K. Cuantificación de las horas de encamamiento en pacientes hospitalizados por afección médica y deterioro funcional y mortalidad secundarios. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2013;48:96.
36. Thomas DR. Focus on functional decline in hospitalized older adults. *The journals of gerontology Series A, Biol Sci Med Sci.* 2002;57:M567-8.
37. Sager MA, Rudberg MA, Jalaluddin M, *et al.* Hospital Admission Risk Profile (HARP): Identifying older patients at risk for functional decline following acute medical illness and hospitalization. *J Am Geriatr Soc.* 1996;44:251-7.
38. Yao JL, Fang J, Lou QQ, Anderson RM. A systematic review of the identification of seniors at risk (ISAR) tool for the prediction of adverse outcome in elderly patients seen in the emergency department. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8:4778-86.
39. Hoogerduijn JG, Schuurmans MJ, Korevaar JC, Buurman BM, de Rooij SE. Identification of older hospitalized patients at risk for functional decline, a study to compare the predictive values of three screening instruments. *Journal of clinical nursing.* 2010;19:1219-25.
40. Landefeld CS, Palmer RM, Kresovic DM, Fortinsky RH, Kowal J. A randomized trial of care in a hospital medical unit especially designed to improve the functional outcomes of acutely ill older patients. *N Engl J Med.* 1995;332:1338-44.
41. Zuckerman JD. Hip fracture. *N Engl J Med.* 1996;334:1519-25.
42. Rudberg MA, Sager MA, Zhang J. Risk factors for nursing home use after hospitalization for medical illness. *J Gerontol A. Biol Sci Med Sci.* 1996;277:881-2.
43. Palleschi L, de Alfieri W, Salani B, *et al.* Functional recovery of elderly patients hospitalized in geriatric and general medicine units. The PROgetto Dmissioni in Geriatria Study. *J Am Geriatr Soc.* 2011;59:193-9.
44. Baztán JJ, Cáceres LA, Llanque JL, Gavidia JJ, Ruipérez I. Predictors of functional recovery in older hospitalized adults. *J Am Geriatr Soc.* 2012;60:187-9.
45. Baztán JJ, Suárez-García FM, López-Arrieta J, *et al.* Effectiveness of acute geriatric units on functional decline, living at home, and case fatality among older patients admitted to hospital for acute medical disorders: Meta-analysis. *BMJ.* 2009;338: b50.
46. Covinsky KE, Palmer RM, Counsell SR, Pine ZM, Walter LC, Chren MM. Functional status before hospitalization in acutely ill older adults: validity and clinical importance of retrospective reports. *J Am Geriatr Soc.* 2000;48:164-9.
47. León Ortiz M, Ariza Zafra M. Valoración nutricional en el anciano. En: Abizanda Soler P, Rodríguez Mañas L, editores. *Tratado de medicina geriátrica: fundamentos de la atención sanitaria a los mayores.* Madrid: Elsevier; 2014. p. 204-12
48. OMS. OMS | Actividad física. WHO. 2013. (consultado 0810/2019) Disponible en: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>
49. Asociación de Medicina del Deporte de Colombia. Manifiesto de Actividad Física para Colombia. 2002. (consultado en 0810/2019) Disponible en: <http://amedco.encolombia.com/componentes-manifiesto.htm>
50. Guillen del Castillo M, Linares D. *Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano.* España: Panamericana; 2002
51. Organización Panamericana de la Salud. Estrategia mundial OMS sobre régimen alimentario, actividad física y salud (DPAS). Plan de ejecución en América latina y el Caribe 2006-2007. (consultado en 0810/2019). Disponible en: https://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_spanish_web.pdf
52. OMS. Envejecimiento y salud. 2018. (consultado en 0810/2019) Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>
53. OMS. Fisioterapia OMS 2018 - Definiciones y Estado Actual - Fisioterapia online. (consultado en 2110/2019) WHO. 2018. Disponible en: <https://www.blogdelfisioterapeuta.com/fisioterapia-oms/>
54. OPS. OPS/OMS | Rehabilitación. OPS. 2018. (consultado en 2110/2019). Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=13919:rehabilitation&Itemid=41651&lang=es
55. Kyle UG, Genton L, Gremion G, *et al.* Aging, physical activity and height-normalized body composition parameters. *Clin Nutr.* 2004; 23:79- 88.
56. Audelin MC, Savage P, y Ades PA. Exercise-Based Cardiac Rehabilitation for Very Old Patients (>75 Years) Focus on physical function. *J Cardy Rehab Prev.* 2008; 28:163-173.
57. Castillo-Garzón MJ, Ruiz JR, Ortega FB y Gutiérrez A. Anti-aging therapy through fitness enhancement. *Clin interven aging.* 2006;1:213-220.
58. Serrato M. *Nuevas tendencias en recomendaciones de actividad física y prescripción del ejercicio.* Bogotá: AMEDCO; 2003.
59. Correa J. Documento marco que sustenta la relación del grupo de investigación en actividad física y desarrollo humano con los currículos de programas de pregrado de rehabilitación de la escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Bogotá: Universidad del Rosario; 2010. (consultado 2110/2019). Disponible en: https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/3799/Documento%2002_sexas%20artes_IMPRESA.pdf?sequence=4
60. Organización Panamericana de la Salud (OPS). La inactividad física: Un factor principal de riesgo para la salud en las Américas. Programa de Alimentación y Nutrición / División de Promoción y Protección de la Salud. 2002. (consultado 2110/2019) Disponible en URL: <http://www.ops-oms.org/Spanish/HPP/HPN/whd2002-factsheet3.pdf>
61. Belala, N, Maier, C., Heldmann, P. *et al.* A pilot observational study to analyze (in)activity and reasons for sedentary behavior of cognitively impaired geriatric acute inpatients. *Gerontol Geriat.* 2019; 52(Suppl 4): 273-281. DOI: 10.1007/s00391-019-01644-x
62. Koenders N, Weenk M, Van de Belt T, *et al.* Exploring barriers to physical activity of patients at the internal medicine and surgical wards: a retrospective analysis of continuously collected data. *Disab Rehab.* 2019; 1-7. DOI: 10.1080/09638288.2019.1685013
63. Fazio S, Stocking J, Kuhn B, *et al.* How much do hospitalized adults move? A systematic review and metaanalysis. *Appl Nursing Res.* 2020; 51:151189.
64. Suetta C, Magnusson SP, Beyer N, Kjaer M. Effect of strength training on muscle function in elderly hospitalized patients. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:464-72.
65. Serra-Rexach JA, Bustamante-Ara N, Hierro Villarán M, *et al.* Short-term, light-to moderate-intensity exercise training improves leg muscle strength in the oldest old: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2011;59:594-602.
66. De Morton NA, Keating JL, Jeffs K. Exercise for acutely hospitalized older medical patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007:CD005955
67. Bachmann S, Finger C, Huss A, Egger M, Stuck AE, Clough-Gorr KM. Inpatient rehabilitation specifically designed for geriatric patients: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMJ.* 2010; 340: c1718
68. Ley L, Khaw D, Duke M, Botti M. The dose of physical activity to minimise functional decline in older general medical patients receiving 24-hr acute care: A systematic scoping review. *J Clin Nurs.* 2019;28:3049- 3064. <https://doi.org/10.1111/jocn.14872>
69. Scheerman K, Raaijmakers K, Otten R, Meskers C, Maier A. Effect of physical interventions on physical performance and physical activity in older patients during hospitalization: a systematic review. *BMC Geriatrics.* 2018;18:288.



XVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE

UNIVERSIDAD, CIENCIA Y MEDICINA AL SERVICIO DEL DEPORTE



Nueva fecha
25-27 de noviembre de 2021

UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA (UCAM)
26-28 DE NOVIEMBRE DE 2020

UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA
CAMPUS DE LOS JERÓNIMOS, GUADALUPE 30107
(MURCIA) - ESPAÑA

XVIII Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Fecha

25-27 de Noviembre de 2021

Lugar

Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM)
Campus de los Jerónimos
30107 Guadalupe (Murcia)
Página web: <https://www.ucam.edu/>

Secretaría Científica

Sociedad Española de Medicina del Deporte
Dirección: C/ Cánovas nº 7, bajo
50004 Zaragoza
Teléfono: +34 976 02 45 09
Correo electrónico: congresos@femede.es
Página web: <http://www.femede.es/congresomurcia2020>

Secretaría Técnica

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

SESIONES PLENARIAS Y PONENCIAS OFICIALES

- Síndrome compartimental en el deporte.
- Síndrome compartimental en el deporte.
- Aplicación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca al entrenamiento deportivo.
- Sistemas complejos y deportes de equipo.
- Respuestas fisiológicas y patológicas de la frecuencia cardíaca y de la tensión arterial en la ergometría.
- Sistemas de sponsorización deportiva
- Medicina biológica. Células madre.
- Entrenamiento en deportistas de superélite.

Idioma oficial

El lenguaje oficial del Congreso es el español.
Traducción simultánea de sesiones plenarias y ponencias.



LA GUÍA DEFINITIVA PARA DOMINAR LA SENTADILLA

Por: Aaron Horschig
 Edita: Ediciones Tutor. Editorial El Drac.
 Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid
 Telf. 915 599 832 - Fax: 915 410 235
 E-mail: info@edicionestutor.com Web: www.edicionestutor.com
 ISBN: 978-84-16676-91-0. Nº páginas: 160. Formato: 17 x 24 cm
 Precio sin IVA: 28,80 € - Precio con IVA: 29,95 €

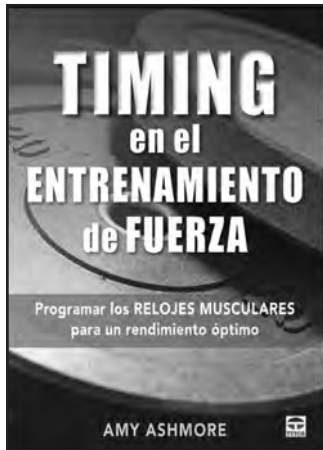
Aaron Horschig doctor en fisioterapia y entrenador de fuerza y acondicionamiento, dedica su trabajo a ayudar a los deportistas a encontrar procedimientos no solo para reducir los dolores y molestias relacionados con el entrenamiento, sino para que descubran su verdadero potencial. Como fundador de *SquatUniversity.com*,

el Dr. Horschig ha adaptado sus técnicas para mejorar el rendimiento deportivo en general.

En La biblia de la sentadilla: la guía definitiva para dominar la sentadilla y descubrir tu verdadera fuerza, Aaron Horschig te ayudará a desentrañar tu destino deportivo proporcionándote valiosas ideas

sobre cómo: entrenar de un modo más seguro, tratar adecuadamente los dolores y las molestias, perfeccionar tus técnicas para la sentadilla, y aprovechar al máximo tu fuerza y tu potencial.

¡Por fin en español, el best seller mundial The Squat Bible!



NUEVO ENFOQUE PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO

Por: Amy Ashmore
 Edita: Ediciones Tutor. Editorial El Drac.
 Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid
 Telf. 915 599 832 - Fax: 915 410 235
 E-mail: info@edicionestutor.com Web: www.edicionestutor.com
 ISBN: 978-84-16676-92-7. Nº páginas: 272. Formato: 17 x 24 cm
 Precio sin IVA: 28,80 € - Precio con IVA: 29,95 €

Desde la aparición del entrenamiento periodizado, los científicos del deporte saben que el timing, o la elección del momento oportuno para entrenar, es una de las variables de programación más decisiva para optimizar el rendimiento. Las investigaciones más recientes, al descubrir la existencia de relojes dentro de cada uno de los más de 600 músculos esqueléticos del cuerpo, han llevado la aplicación del timing a los programa-

mas de entrenamiento en una nueva dirección. Este libro examina cómo estos relojes internos utilizan señales facilitadas por la programación del entrenamiento para regular los procesos fisiológicos necesarios que mejoran el rendimiento.

Este no es otro libro sobre periodización, sino que te enseña a manipular los relojes musculares para entrenar y rendir al máximo todos los días; llega incluso a determinar qué hora

del día le conviene más a tu cuerpo. Aprenderás a entrenar a tus músculos para "pensar", proporcionándoles señales de tiempo que les dirán cuándo activar acciones fisiológicas clave que influyen en todo el organismo. A continuación, aprenderás la forma de transmitir señales a esos relojes con métodos de entrenamiento como el emparejamiento biomecánico de los ejercicios, el complex training y el entrenamiento concurrente.



COLECCIÓN DE MONOGRAFÍAS SOBRE PREVENCIÓN DE DOPAJE

Por: Pedro Manonelles Marqueta, José Luis Terreros Blanco
 Edita: UCAM Servicio de Publicaciones
 ISBN: 978-84-16045-07-5. Nº páginas: 71. Formato: 16,5 x 24 cm
 Este libro se ofrece gratis para los médicos y farmacéuticos que lo soliciten a: presidencia@femede.es

La Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM) ha editado la "Guía verdaderamente concreta sobre prescripción y dispensación de medicamentos y de suplementos nutricionales en deportistas", elaborada por la Cátedra Internacional de Medicina del Deporte de la UCAM y cuyos autores son Pedro Manonelles y José Luis Terreros.

La mayor parte de sustancias prohibidas por dopaje son medicamentos que, en caso de ser detectados en un control de dopaje, pueden suponer una importante sanción para el deportista. No obstante, se pueden prescribir medicaciones prohibidas siguiendo un procedimiento administrativo denominado Autorización para uso

terapéutico, procedimiento que se indica en la guía.

La UCAM que trabaja intensamente para prevenir el dopaje ha considerado que es importante que los médicos y farmacéuticos conozcan cómo se puede prescribir y dispensar medicación sin que exista riesgo de dopaje para el paciente-deportista.

2021		
Congreso Mundial de Psicología del Deporte	1-5 Julio Taipei (Taiwan)	web: https://www.issponline.org/index.php/events/next-world-congress
26th Annual Congress of the European College of Sport Science	7-10 Julio Glasgow (Reino Unido)	E-mail: office@sport-science.org
22nd International Congress of Nutrition (ICN)	14-19 Septiembre Tokyo (Japón)	web: http://icn2021.org/
European Federation of Sports Medicine Associations (EFSMA) Conference 2021	28-30 Octubre Budapest (Hungria)	web: http://efsma.eu/
Congreso Mundial de Podología	Barcelona	web: www.fip-ifp.org
XVIII Congreso Internacional SEMED-FEMEDE	25-27 Noviembre Murcia	web: www.femede.es
2022		
8th IWG World Conference on Women and Sport	5-8 Mayo Auckland (N. Zelanda)	web: http://iwgwomenandsport.org/world-conference/
XXXVII Congreso Mundial de Medicina del Deporte FIMS	Septiembre Guadalajara (México)	web: www.femmede.com.mx

Cursos on-line SEMED-FEMEDE

Curso "ANTROPOMETRÍA PARA TITULADOS EN CIENCIAS DEL DEPORTE. ASPECTOS TEÓRICOS"

Curso dirigido a los titulados en Ciencias del Deporte destinado a facilitar a los alumnos del curso los conocimientos necesarios para conocer los fundamentos de la antropometría (puntos anatómicos de referencia, material antropométrico, protocolo de medición, error de medición, composición corporal, somatotipo, proporcionalidad) y la relación entre la antropometría, la salud y el rendimiento deportivo.

Curso "ANTROPOMETRÍA PARA SANITARIOS. ASPECTOS TEÓRICOS"

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

Curso "PREVENCIÓN DEL DOPAJE PARA MÉDICOS"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos sobre el dopaje, sobre las sustancias y métodos de dopaje, sus efectos, sus consecuencias, saber el riesgo que corren los deportistas en caso de que se les detecten esas sustancias, cómo pueden utilizar la medicación que está prohibida y conocer las estrategias de prevención del dopaje.

Curso "PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO PARA PACIENTES CRÓNICOS"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos sobre los riesgos ligados al sedentarismo y las patologías crónicas que se benefician del ejercicio físico, los conceptos básicos sobre el ejercicio físico relacionado con la salud, el diagnóstico y evaluación como base para la prescripción del ejercicio físico, los principios de la prescripción del ejercicio físico, además de describir las evidencias científicas sobre los efectos beneficiosos y útiles del ejercicio físico.

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 "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 "CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE"

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 "ELECTROCARDIOGRAFÍA PARA MEDICINA DEL DEPORTE"

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 "AYUDAS ERGOGÉNICAS"

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

Curso "ALIMENTACIÓN, NUTRICIÓN E HIDRATACIÓN EN EL DEPORTE"

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

Curso "ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTE"

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

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

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

Más información:
www.femede.es

Archivos

de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Índice completo

195-200

Volumen XXXVII. 2020

Índice de sumarios 2020

Índice analítico

Índice de autores

Sumarios 2020

Volumen 37(1) - Núm 195. Enero - Febrero 2020 / January - February 2020

Editorial

Menos suplementos y más alimentos. Más profesionales y menos intrusistas. *Less supplements and more foods. More professionals and less intrusives.*
Jesús Rodríguez Huertas.....6

Originales / Original articles

Unilateral and bilateral isokinetic knee strength indices in professional soccer players. *Índices de fuerza isocinética unilateral y bilateral de rodilla en jugadores profesionales de fútbol.* **José E. Velázquez Barrera, Oscar Salas Fraire, Antonino Aguiar Barrera, Alan M. Vázquez Pérez, Juan G. De la Cruz González, Francisco J. Beltrán Zavala**.....9

Heart rate variability to assess the effect of sleep deprivation in mountain troops of the Chilean army: a pilot study. *Variabilidad de la frecuencia cardíaca para evaluar el efecto de la privación del sueño en tropas de montaña del ejército chileno: un estudio piloto.* **Claudio Nieto-Jiménez, José Naranjo Orellana** 13

Previous intakes to a competitive match in young soccer players. *Ingestas previas a un partido oficial en jugadores de fútbol jóvenes*
Juan D. Hernández Camacho, Elena Fuentes Lorca, José M. Martínez Sanz..... 19

Estrés cardiaco asociado a la realización de una formación acrobática paracaidista. *Cardiac stress associated to the realization of an acrobatic skydiver formation.* **Ignacio Martínez González-Moro, María Carrasco-Poyatos, José L. Lomas-Albaladejo, Vicente Ferrer-López** 24

Evaluación de una APP para medir la velocidad de levantamientos de press banca: resultados preliminares. *APP evaluation to measure bench press lifts speed: preliminary results.* **Javier Peláez Barrajón, Alejandro F. San Juan** 30

Estrategias artificiales de entrenamiento en altitud: ¿Existe correlación entre parámetros hematológicos y de rendimiento físico? *Artificial altitude training strategies: Is there a correlation between hematological parameters and physical performance?* **Diego Fernández-Lázaro, Juan Mielgo Ayuso, Alberto Caballero García, Jorge Pascual Fernández, Alfredo Córdova Martínez**..... 35

Revisiones / Reviews

Accidental doping. Prevention strategies. *Dopaje accidental. Estrategias de prevención.* **Pedro Manonelles, Oriol Abellán Aynés, Daniel López-Plaza, Marta Fernández Calero, Carmen Daniela Quero Calero, Luis Andreu Caravaca, José Luis Terreros**.....44

Body composition characteristics of handball players: systematic review. *Características de la composición corporal en jugadores de balonmano: revisión sistemática.* **Alejandro Martínez-Rodríguez, María Martínez-Olcina, María Hernández-García, Jacobo Á. Rubio-Arias, Javier Sánchez-Sánchez, Juan A. Sánchez-Sáez**.....52

Agenda / Agenda.....64

Volumen 37(2) - Núm 196. Marzo - Abril 2020 / March - April 2020

Editorial

Prevenir mejor que curar. *Prevention is better than cure.* **José Manuel García García**75

Originales / Original articles

Entrenamiento de fuerza mediante rutinas divididas versus rutinas de cuerpo completo en personas desentrenadas. Un estudio aleatorizado. *Strength training through split body routines versus full body routines in untrained individuals. A randomized study.* **Pablo Prieto González, Eneko Larumbe Zabala, Mehdi Ben Brahim**78

Anthropometric characteristics and somatotype profile in amateur rugby players. *Características antropométricas y somatotipo en jugadores amateur de rugby.* **Juan D. Hernández Camacho, Elisabet Rodríguez Bies**84

Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tejido muscular y óseo: un estudio piloto. *Effects of training with restriction of blood flow on muscle and bone tissue: a pilot study.* **Daniel A. González Pérez, Marcelo Castillo Retamal, Jorge A. Villena Pereira**.....92

High-performance athletes' attitude towards doping: Validation of the Spanish version of the Performance Enhancement Attitude Scale for Colombia. *Actitud frente al dopaje de deportistas de alto rendimiento: Validación de la versión española de la Performance Enhancement Attitude Scale para Colombia.* **Sandra M. López-Hincapié, Vivianna A. Garrido-Altamar, María de los Ángeles Rodríguez-Gázquez, Camilo Ruiz-Mejía, Lina M. Martínez-Sánchez, Gloria I. Martínez-Domínguez, Alejandro Hernández-Martínez, Felipe E. Marino-Isaza**99

Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas. *Effect of supplementation with soy on inflammation and lactic acid induced by exhaustive physical exercise in rats.* **Diana Aguirre Rueda, Guillermo A. Sáez Abello** 105

Asociación entre el test Yo-Yo de recuperación intermitente y un ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores argentinos de rugby. *Association between the Yo-Yo intermittent recovery test and a high intensity intermittent exercise in Argentine rugby players.* **Gastón César García, Carlos Rodolfo Arcuri, Jeremías David Secchi, Mauro Darío Santander**..... 110

Revisiones / Reviews

Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter. *Vascular lesions associated with the padel practice. Paget-Schroetter syndrome.* **Francisco S. Lozano Sánchez, Rubén Peña Cortes**..... 118

Tailored exercise as a protective tool in cardio-oncology rehabilitation: a narrative review. *Ejercicio individualizado como herramienta protectora en la rehabilitación cardio-oncológica: revisión narrativa.* **David García-González, Txomin Pérez-Bilbao, Alejandro de la Torre-Luque, Escarlata López Ramírez, Jesús García-Foncillas López, Alejandro F. San Juan**..... 125

Agenda / Agenda.....138

Volumen 37(3) - Núm 197. Mayo - Junio 2020 / May - June 2020

Editorial

- COVID-19: un desafío para los exercisers y, ¿una oportunidad para los non-exercisers? *COVID-19: a challenge for exercisers and, an opportunity for nonexercisers?* **Miguel Ángel Rodríguez, Hugo Olmedillas**..... 150

Originales / Original articles

- Reliability of heart rate recovery indexes after maximal incremental tests. *Reproducibilidad de los índices de recuperación de la frecuencia cardíaca después de las pruebas de esfuerzo máximas.* **Bruno M. Costa, Amanda C. de Araújo, Nilo M. Okuno**..... 153
- Entrenamiento de fuerza y presión arterial en mujeres normotensas: efectos del método conjugado. *Strength training and arterial blood pressure of normotensive women: effects of conjugated training method.* **Jaime Della Corte, Danielli Braga de Mello, Pablo Jorge Marcos-Pardo, Ana Paula Martins Soares Della Corte, Patrícia Ferreira de Araújo, Isabel Santos da Silva, Guilherme Rosa**..... 157
- Lower extremity injuries and key performance indicators in professional basketball players. *Lesiones de miembro inferior e indicadores clave de rendimiento en jugadores profesionales de baloncesto.* **Álvaro Bustamante-Sánchez, Juan J. Salinero, Juan Del Coso**..... 162
- Perfil antropométrico de jóvenes triatletas y su asociación con variables de rendimiento. *Anthropometric profile of young triathletes and their association with variables of performance.* **Alberto Ferriz-Valero, José M. Martínez-Sanz, José Fernández-Sáez, Sergio Sellés-Pérez, Roberto Cejuela-Anta**..... 169
- Disfunciones ejecutivas del lóbulo frontal en el control de la atención a corto plazo tras el remate de cabeza en el fútbol femenino. *Executive dysfunctions of the frontal lobe in the control of short-term attention after the heading in women's football players.* **Agustí Comella Cayuela, Silvia Alonso Vila, Joan Carles Casas-Baroy**..... 176
- Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto. *Compressive cryotherapy as a non-pharmacological muscle recovery strategy with no adverse effects in basketball.* **Diego Fernández-Lázaro, Juan Mielgo-Ayuso, Alberto Caballero-García, Alfredo Córdova Martínez, Jesús Seco-Calvo, César I. Fernández-Lázaro**..... 183

Revisiones / Reviews

- Effect of strength training on physical and mental health and quality of life of people with spinal cord injury: a literature review. *Efecto del entrenamiento de fuerza en la salud física y mental y la calidad de vida de personas con lesión medular espinal: una revisión de la literatura.* **Joel Alves Rodrigues, Eveline Torres Pereira, Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira, Osvaldo Costa Moreira**..... 192
- Methods for measuring physical activity in children and their relationship with nutritional status: a narrative review. *Métodos de medición de la actividad física en niños y su relación con el estado nutricional: una revisión narrativa.* **Eduardo Guzmán-Muñoz, Pablo Valdés-Badilla, Yeny Concha-Cisternas, Guillermo Méndez-Rebolledo, Marcelo Castillo-Retamal**..... 197

- Agenda / Agenda..... 206

Volumen 37(4) - Núm 198. Julio - Agosto 2020 / July - August 2020

Editorial

- La cuantificación de la carga de entrenamiento – elemento básico del rendimiento deportivo en el siglo XXI. *Quantification of Training load – a basic element of sports performance in the 21st century.* **Roberto Cejuela Anta**..... 217

Originales / Original articles

- Efecto de la suplementación aguda con bicarbonato sódico sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares profesionales. *Effect of acute sodium bicarbonate supplementation on performance on the obstacle run in professional military pentathlete.* **Sergio Andrés Galdames Maliqueo, Álvaro Cristian Huerta Ojeda, Andrea Verónica Pastene Rivas**..... 220
- High-intensity training effects on top-level soccer referees' repeated sprint ability and cardiovascular performance. *Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la habilidad de repetir sprints y el rendimiento cardiovascular en árbitros de fútbol de alto nivel.* **Daniel Castillo Alvira, Jesús Cámara Tobalina, Carlo Castagna, Jose Antonio Casajús, Javier Yanci Irigoyen**..... 227
- Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de carga interna en mujeres no deportistas: estudio piloto. *Heart rate variability as an indicator of internal load in non-athlete women: pilot study.* **Claudio Nieto-Jiménez, Carla Bertoglia-Ghigliano, Estefanía Soto-Voisier, Isabel Morales-Rodríguez, Francisca Sepúlveda-Catalán, Daiana Quintiliano-Scarpell, José F. Ruso-Álvarez**..... 234
- Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en deportistas de élite después de abandonar la competición. *Prevalence of cardiovascular risk factors in elite athletes after leaving the competition.* **Mireia Parra, Kelly Ferri, Maite Doñate, Teresa Puig, Ignasi Gich, Ricard Serra-Grima**..... 239
- Evaluation of anthropometric and nutritional assessment of basketball players. *Evaluación antropométrica y nutricional de jugadores de baloncesto.* **Antonio J. Zamora, María L. Belmonte**..... 244
- Intervención educativa en futbolistas para la prevención de lesiones músculo esqueléticas. *Educational intervention in footballers for the prevention of musculoskeletal injuries.* **Jorge E. Moreno-Collazos, Harold F. Cruz- Bermúdez, Eva. Segura- Orti, Iván D. Pinzón-Rios**..... 253

Revisiones / Reviews

- Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations. *Hiponatremia asociada al ejercicio en deporte de resistencia: revisión con recomendaciones prácticas.* **Volker Scheer, Beat Knechtle**..... 260
- Actividad física en pacientes oncológicos de cáncer de mama: ¿Terapia médica deportiva no farmacológica? Revisión sistemática. *Physical activity in oncological breast cancer patients: non-pharmacological sports medical therapy? Systematic review.* **Diego Fernández-Lázaro, Alberto Caballero-García, Alfredo Córdova Martínez, María Paz Lázaro Asensio, Juan Mielgo-Ayuso, César I. Fernández-Lázaro**..... 266

- Agenda / Agenda..... 277

Volumen 37(5) - Núm 199. Septiembre - Octubre 2020 / September - October 2020

Editorial

La Medicina del Deporte en tiempos del COVID. *Sports Medicine in times of COVID*. **Pedro Manonelles**.....288

Originales / Original articles

Comparison of quadriceps muscle activation in exercises with different duration of concentric and eccentric contractions. *Comparación de la activación muscular del cuádriceps en ejercicios con diferente duración de las contracciones concéntricas y excéntricas*. **Gisele Freire da Silva, Frank Douglas Tourino, Rodrigo César Ribeiro Diniz, Lucas Túlio de Lacerda, Hugo César Martins Costa, André Gustavo Pereira de Andrade, Mateus Camargos Gomes, Mauro Heleno Chagas, Fernando Vitor Lima**.....291

Sweat rate and environmental factors in junior Laser class sailors. *Tasa de sudoración y factores ambientales en regatistas juveniles de clase Láser*. **Guillermo J. Lorenzo González, Jano Toro Prieto-Puga, Teresa Seoane Pillado, Emiliano Fernández Windscheid**.....298

Propiedades psicométricas de la versión chilena del cuestionario Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand en pacientes con patologías de hombro. *Psychometric properties of the Chilean version of the Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (Quick DASH) questionnaire for patients with shoulder disorders*. **Claudio Chamorro, Danilo Alvares, Soledad Berger, Francesca Balocci, Ximena Rodriguez, Francisco Soza**.....305

Características antropométricas y capacidad cardiorrespiratoria de corredores de montaña masculinos y femeninos. *Anthropometric characteristics and cardiorespiratory capacity of male and female trail runners*. **July Melo, Oscar Niño, Gabriel Montoya, Yovany Castro, Miguel Garzón, Norma Quiroga, Daniel Castillo, Javier Yanci**.....310

Effects of oophorectomy on the lumbar spine of Wistar rats submitted to vibratory platform treatment. *Efectos de la ooforectomía en la columna lumbar de las ratas de Wistar sometidas a tratamiento con plataforma vibratoria*. **Alana Ludemila de Freitas Tavares, Ana Luiza Peretti, Camila Mayumi Martin Kakhata, Morgana Neves, Christian Giampietro Brandão, Mário Jefferson Quirino Louzada, Rose Meire Costa, Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro, Gladson Ricardo Flor Bertolini**.....318

Documento de Consenso / Consensus document

Obesidad y ejercicio físico en adultos. *Obesity and physical exercise in adults*. **José Naranjo Orellana (Coordinador), Javier Álvarez Medina, Cristina Blasco Lafarga, Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea**.....326

Revisiones / Reviews

Efectos del ejercicio acuático en personas con enfermedad renal: revisión sistemática y metaanálisis. *Effects of aquatic exercise in people with kidney disease: systematic review and meta-analysis*. **David Rodríguez Rey, Miguel Adriano Sanchez-Lastra, Carlos Ayán Pérez**.....339

Systemic iron homeostasis in female athletes: hepcidin, exercise and sex influence. *Homeostasis sistémica del hierro en mujeres deportistas: hepcidina, ejercicio y la influencia del sexo*. **Laura Barba-Moreno, Víctor M. Alfaro-Magallanes, Francisco Javier Calderón, Ana B. Peinado**.....348

Agenda / Agenda.....356

Volumen 37(6) - Núm 200. Noviembre - Diciembre 2020 / November - December 2020

Editorial

Jump training in sports medicine. *Entrenamiento de salto en medicina deportiva*. **Rodrigo Ramirez-Campillo**368

Originales / Original articles

Estudio de alta prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares: estudiantes de 11 a 16 años de Cáceres-España y Paranavaí-Brasil. *High prevalence study of cardiovascular risk factors: students from 11 to 16 years old from Cáceres-Spain and Paranavaí-Brazil*. **Walcir Ferreira-Lima, Silvia B Silva-Lima, Flávia E Bandeira-Lima, Felipe Bandeira-Lima, Amanda Santos, Alynne C Andaki, Jorge Mota, Carlos A Molena-Fernandes, Juan P. Fuentes**372

Study on the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps between schoolchildren who practice different sports. *Estudio sobre las diferencias en ecografía cuantitativa del cuádriceps entre escolares practicantes de diferentes modalidades deportivas*. **Juan C. Giraldo García, Alex N. Meneses Oquendo, Elena Hernández Hernández**379

Upper body injuries and Key Performance Indicators in professional basketball players. *Lesiones de la parte superior del cuerpo e indicadores clave de rendimiento en jugadores profesionales de baloncesto*. **Álvaro Bustamante-Sánchez, Juan J. Salinero, Juan Del Coso**387

Efectos analgésicos del ejercicio físico en pacientes con dolor crónico musculoesquelético durante el confinamiento por la pandemia COVID-19. *Analgesic effects of physical exercise in patients with chronic musculoskeletal pain during confinement by the COVID-19 pandemic*. **Jaime Salom Moreno, Sandra Sánchez Jorge, Davinia Vicente Campos, Luis A. Berlanga**393

Perfil de composición corporal en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas. *Body Composition Profile of Children and Youth Speed Skaters*. **Jesús L. Lozada-Medina, José R. Padilla-Alvarado**398

Artículo especial / Special article

Medical arguments for and against the liberalization of doping. Argumentos médicos a favor y en contra de la liberalización del dopaje. **Pedro Manonelles Marqueta, Carlos De Teresa Galván, José Antonio Lorente Acosta, Juan José Rodríguez Sendín, Serafín Romero Agüit, José Luis Terreros Blanco**406

Revisiones / Reviews

Ejercicio físico intradialítico en la enfermedad renal crónica: Revisión sistemática sobre los resultados de salud. *Intradialytic physical exercise in chronic kidney disease: a systematic review of health outcomes*. **Diego Fernández-Lázaro, Juan Mielgo-Ayuso, María Paz Lázaro Asensio, Alfredo Córdova Martínez, Alberto Caballero-García, César I. Fernández-Lázaro**419

Deterioro funcional hospitalario y posibles intervenciones desde la actividad física, una revisión de la literatura. *Functional decline and possible interventions from physical activity, a review of the literature*. **Bethia Pacheco, Luis Carlos Venegas-Sanabria, Diego A. Chavarro-Carvaja**430

Agenda / Agenda439

Índices año 2020441

Índice analítico 2020

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
ACCIDENTAL DOPING	Accidental doping. Prevention strategies	195	44	2020
ACELERÓMETRO	Evaluación de una APP para medir la velocidad de levantamientos de press banca: resultados preliminares	195	30	2020
ÁCIDO LÁCTICO	Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas	196	105	2020
ACTIVIDAD FÍSICA	Intervención educativa en futbolistas para la prevención de lesiones músculo esqueléticas	198	253	2020
	Actividad física en pacientes oncológicos de cáncer de mama: ¿Terapia médica deportiva no farmacológica? Revisión sistemática	198	266	2020
	Deterioro funcional hospitalario y posibles intervenciones desde la actividad física, una revisión de la literatura	200	430	2020
ALTA INTENSIDAD	Efectos de la suplementación aguda con bicarbonato sódico sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares profesionales	198	220	2020
ALTO RENDIMIENTO	Características antropométricas y capacidad cardiorrespiratoria de corredores de montaña masculinos y femeninos	199	310	2020
AMATEUR SPORT	Accidental doping. Prevention strategies	195	44	2020
ANALGESIA	Efectos analgésicos del ejercicio físico en pacientes con dolor crónico musculoesquelético durante el confinamiento por la pandemia COVID-19	200	393	2020
ANTHROPOMETRY	Body composition characteristics of handball players: systematic review	195	52	2020
	Anthropometric characteristics and somatotype profile in amateur rugby players	196	84	2020
	Evaluation of anthropometric and nutritional assessment of basketball players	198	244	2020
ANTROPOMETRÍA	Perfil antropométrico de jóvenes triatletas y su asociación con variables de rendimiento	197	169	2020
	Perfil de composición corporal en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas	200	398	2020
APP	Evaluación de una APP para medir la velocidad de levantamientos de press banca: resultados preliminares	195	30	2020
ASSOCIATION FOOTBALL	High-intensity training effects on top-level soccer referees' repeated sprint ability and cardiovascular performance	198	227	2020
ATHLETIC PERFORMANCE	Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas	196	99	2020
AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM	Reliability of heart rate recovery indexes after maximal incremental tests	197	153	2020
BALONCESTO	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	197	183	2020
BASKETBALL	Lower extremity injuries and key performance indicators in professional basketball players	197	162	2020
	Evaluation of anthropometric and nutritional assessment of basketball players	198	244	2020
	Upper body injuries and key performance indicators in professional basketball players	200	387	2020
BICARBONATO SÓDICO	Efectos de la suplementación aguda con bicarbonato sódico sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares profesionales	198	220	2020
BIOIMPEDANCE	Body composition characteristics of handball players: systematic review	195	52	2020
BIOMARCADORES	Ejercicio físico intradialítico en la enfermedad renal crónica: Revisión sistemática sobre los resultados de salud	200	419	2020
BODY COMPOSITION	Body composition characteristics of handball players: systematic review	195	52	2020
	Anthropometric characteristics and somatotype profile in amateur rugby players	196	84	2020
CALIDAD DE VIDA	Actividad física en pacientes oncológicos de cáncer de mama: ¿Terapia médica deportiva no farmacológica? Revisión sistemática	198	266	2020
	Ejercicio físico intradialítico en la enfermedad renal crónica: Revisión sistemática sobre los resultados de salud	200	419	2020
CAMBIO DE DIRECCIÓN	Asociación entre el test Yo-Yo de recuperación intermitente y un ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores argentinos de rugby	196	110	2020
CANCER	Tailored exercise as a protective tool in cardio-oncology rehabilitation: a narrative review	196	125	2020
CÁNCER DE MAMA	Actividad física en pacientes oncológicos de cáncer de mama: ¿Terapia médica deportiva no farmacológica? Revisión sistemática	198	266	2020
CAPACIDAD CARDIOVASCULAR	Características antropométricas y capacidad cardiorrespiratoria de corredores de montaña masculinos y femeninos	199	310	2020
CAPACIDAD FÍSICA	Ejercicio físico intradialítico en la enfermedad renal crónica: Revisión sistemática sobre los resultados de salud	200	419	2020
CARBOHYDRATES	Previous intake to a competitive match in young soccer players	195	19	2020
CARDIOTOXICITY	Tailored exercise as a protective tool in cardio-oncology rehabilitation: a narrative review	196	125	2020
CARDIOVASCULAR DISEASE	Tailored exercise as a protective tool in cardio-oncology rehabilitation: a narrative review	196	125	2020
CARDIOVASCULAR DISEASES	Reliability of heart rate recovery indexes after maximal incremental tests	197	153	2020
CARGA DE ENTRENAMIENTO	Variabilidad de la frecuencia cardiaca como indicador de carga interna en mujeres no deportistas: estudio piloto	198	234	2020
CARRERAS DE MONTAÑA	Características antropométricas y capacidad cardiorrespiratoria de corredores de montaña masculinos y femeninos	199	310	2020
CEREBRAL OEDEMA	Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations	198	260	2020
CHILD	Study on the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps between schoolchildren who practise different sports	200	379	2020
CHILDREN	Methods for measuring physical activity in children and their relationship with nutritional status: a narrative review	197	197	2020
COMPOSICIÓN CORPORAL	Características antropométricas y capacidad cardiorrespiratoria de corredores de montaña masculinos y femeninos	199	310	2020
	Perfil de composición corporal en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas	200	398	2020
CONFIABILIDAD DE RESULTADOS	Propiedades psicométricas de la versión chilena del cuestionario Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand en pacientes con patologías de hombro	199	305	2020

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
CORONAVIRUS	Efectos analgésicos del ejercicio físico en pacientes con dolor crónico musculoesquelético durante el confinamiento por la pandemia COVID-19	200	393	2020
CORTEZA PREFRONTAL	Disfunciones ejecutivas del lóbulo frontal en el control de la atención a corto plazo tras el remate de cabeza en el fútbol femenino	197	176	2020
CRECIMIENTO	Perfil antropométrico de jóvenes triatletas y su asociación con variables de rendimiento	197	169	2020
CRIOterapia	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	197	183	2020
CUESTIONARIOS SUBJETIVOS AUTOADMINISTRADOS	Propiedades psicométricas de la versión chilena del cuestionario Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand en pacientes con patologías de hombro	199	305	2020
CYCLING	Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations	198	260	2020
DAÑO MUSCULAR	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	197	183	2020
DEPENDENCIA	Deterioro funcional hospitalario y posibles intervenciones desde la actividad física, una revisión de la literatura	200	430	2020
DEPORTES DE CONJUNTO	Asociación entre el test Yo-Yo de recuperación intermitente y un ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores argentinos de rugby	196	110	2020
DEPORTES DE RAQUETA	Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter	196	118	2020
DEPORTISTAS ÉLITE	Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en deportistas de élite después de abandonar la competición	198	239	2020
DETERIORO FUNCIONAL	Deterioro funcional hospitalario y posibles intervenciones desde la actividad física, una revisión de la literatura	200	430	2020
DIET	Evaluation of anthropometric and nutritional assessment of basketball players	198	244	2020
DOLOR CRÓNICO	Efectos analgésicos del ejercicio físico en pacientes con dolor crónico musculoesquelético durante el confinamiento por la pandemia COVID-19	200	393	2020
DOPING	Accidental doping. Prevention strategies	195	44	2020
DOPING IN SPORTS	Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas	196	99	2020
DOPING PROHIBITION	Medical arguments for and against the liberalization of doping	200	406	2020
DXA	Body composition characteristics of handball players: systematic review	195	52	2020
DYNAMOMETRY	Unilateral and bilateral isokinetic knee strength indices in professional soccer players	195	9	2020
EJERCICIO	Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas	196	105	2020
	Estudio de alta prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares: Estudiantes de 11 a 16 años de Cáceres-España y Paranavai-Brasil	200	372	2020
EJERCICIO ACUÁTICO	Efectos del ejercicio acuático en personas con enfermedad renal: revisión sistemática y metaanálisis.	199	339	2020
EJERCICIO FÍSICO	Entrenamiento de fuerza y presión arterial en mujeres normotensas: efectos del método conjugado	197	157	2020
	Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en deportistas de élite después de abandonar la competición	198	239	2020
	Efectos analgésicos del ejercicio físico en pacientes con dolor crónico musculoesquelético durante el confinamiento por la pandemia COVID-19	200	419	2020
	Ejercicio físico intradialítico en la enfermedad renal crónica: Revisión sistemática sobre los resultados de salud	200	393	2020
EJERCICIO INTERMITENTE	Asociación entre el test Yo-Yo de recuperación intermitente y un ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores argentinos de rugby	196	110	2020
ELBOW	Upper body injuries and key performance indicators in professional basketball players	200	387	2020
ELECTROCARDIOGRAMA	Estrés cardiaco asociado a la realización de una formación acrobática paracaidista	195	24	2020
ENERGY	Previous intake to a competitive match in young soccer players	195	19	2020
ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA	Efectos del ejercicio acuático en personas con enfermedad renal: revisión sistemática y metaanálisis.	199	339	2020
	Ejercicio físico intradialítico en la enfermedad renal crónica: Revisión sistemática sobre los resultados de salud	200	419	2020
ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES	Estudio de alta prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares: Estudiantes de 11 a 16 años de Cáceres-España y Paranavai-Brasil	200	372	2020
ENFERMEDADES VENOSAS	Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter	196	118	2020
ENTRENAMIENTO	Evaluación de una APP para medir la velocidad de levantamientos de press banca: resultados preliminares	195	30	2020
	Entrenamiento de fuerza mediante rutinas divididas versus rutinas de cuerpo completo en personas desentrenadas. Un estudio aleatorizado	196	78	2020
ENTRENAMIENTO DE FUERZA	Entrenamiento de fuerza y presión arterial en mujeres normotensas: efectos del método conjugado	197	157	2020
ERITROPOYETINA	Estrategias artificiales de entrenamiento en altitud: ¿Existe correlación entre parámetros hematológicos y de rendimiento físico?	195	35	2020
ESPECIALIDAD DE TERAPIA FÍSICA	Intervención educativa en futbolistas para la prevención de lesiones músculo esqueléticas	198	253	2020
ESTUDIANTES	Estudio de alta prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares: Estudiantes de 11 a 16 años de Cáceres-España y Paranavai-Brasil	200	372	2020
EXERCISE	Sweat rate and environmental factors in junior Laser class sailors	199	298	2020
EXERCISE & CARDIO-ONCOLOGY	Tailored exercise as a protective tool in cardio-oncology rehabilitation: a narrative review	196	125	2020
EXERCISE THERAPY	Effects of oophorectomy on the lumbar spine of Wistar rats submitted to vibratory platform treatment	199	318	2020
EXHAUSTIVO	Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas	196	105	2020
FACTOR DE RIESGO	Estudio de alta prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares: Estudiantes de 11 a 16 años de Cáceres-España y Paranavai-Brasil	200	372	2020
FAT	Anthropometric characteristics and somatotype profile in amateur rugby players	196	84	2020
FATIGA	Actividad física en pacientes oncológicos de cáncer de mama: ¿Terapia médica deportiva no farmacológica? Revisión sistemática	198	266	2020

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
FEMALE ATHLETE	Systemic iron homeostasis in female athletes: hepcidin, exercise and sex influence	199	348	2020
FLUID	Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations	198	260	2020
FLUJO SANGUÍNEO	Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tejido muscular y óseo: un estudio piloto	196	92	2020
FRECUENCIA CARDÍACA	Estrés cardiaco asociado a la realización de una formación acrobática paracaidista	195	24	2020
FUERZA	Evaluación de una APP para medir la velocidad de levantamientos de press banca: resultados preliminares	195	30	2020
	Entrenamiento de fuerza mediante rutinas divididas versus rutinas de cuerpo completo en personas desentrenadas. Un estudio aleatorizado	196	78	2020
FUERZA MUSCULAR	Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tejido muscular y óseo: un estudio piloto	196	92	2020
FUNCIÓN EJECUTIVA	Disfunciones ejecutivas del lóbulo frontal en el control de la atención a corto plazo tras el remate de cabeza en el fútbol femenino	197	176	2020
FÚTBOL	Disfunciones ejecutivas del lóbulo frontal en el control de la atención a corto plazo tras el remate de cabeza en el fútbol femenino	197	176	2020
	Intervención educativa en futbolistas para la prevención de lesiones músculo esqueléticas	198	253	2020
HANDBALL	Body composition characteristics of handball players: systematic review	195	52	2020
	Upper body injuries and key performance indicators in professional basketball players	200	387	2020
HEAD	Upper body injuries and key performance indicators in professional basketball players	200	387	2020
HEALTH	Medical arguments for and against the liberalization of doping	200	406	2020
HEART RATE VARIABILITY	Heart rate variability to assess the effect of sleep deprivation in mountain troops of the Chilean army: a pilot study	195	13	2020
HEMATIES	Estrategias artificiales de entrenamiento en altitud: ¿Existe correlación entre parámetros hematológicos y de rendimiento físico?	195	35	2020
HEMATOLOGÍA	Estrategias artificiales de entrenamiento en altitud: ¿Existe correlación entre parámetros hematológicos y de rendimiento físico?	195	35	2020
HEMODIÁLISIS	Ejercicio físico intradiálisis en la enfermedad renal crónica: Revisión sistemática sobre los resultados de salud	200	419	2020
HIPERTROFIA	Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tejido muscular y óseo: un estudio piloto	196	92	2020
HIPOTENSIÓN POST-EJERCICIO	Entrenamiento de fuerza y presión arterial en mujeres normotensas: efectos del método conjugado	197	157	2020
HIPOXIA	Estrategias artificiales de entrenamiento en altitud: ¿Existe correlación entre parámetros hematológicos y de rendimiento físico?	195	35	2020
HOMBRO	Propiedades psicométricas de la versión chilena del cuestionario Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand en pacientes con patologías de hombro	199	305	2020
HOSPITALIZACIÓN	Deterioro funcional hospitalario y posibles intervenciones desde la actividad física, una revisión de la literatura	200	430	2020
HUESO	Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tejido muscular y óseo: un estudio piloto	196	92	2020
HYPERTONIC SALINE SOLUTION	Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations	198	260	2020
INFLAMACIÓN	Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas	196	105	2020
INJURIES	Lower extremity injuries and key performance indicators in professional basketball players	197	162	2020
INJURY	Upper body injuries and key performance indicators in professional basketball players	200	387	2020
INTERMITTENT EXERCISE	High-intensity training effects on top-level soccer referees' repeated sprint ability and cardiovascular performance	198	227	2020
IRON ABSORPTION	Systemic iron homeostasis in female athletes: hepcidin, exercise and sex influence	199	348	2020
IRON DEFICIENCY	Systemic iron homeostasis in female athletes: hepcidin, exercise and sex influence	199	348	2020
KNEE	Unilateral and bilateral isokinetic knee strength indices in professional soccer players	195	9	2020
KPI	Lower extremity injuries and key performance indicators in professional basketball players	197	162	2020
	Upper body injuries and key performance indicators in professional basketball players	200	387	2020
LESIONES CABEZA	Disfunciones ejecutivas del lóbulo frontal en el control de la atención a corto plazo tras el remate de cabeza en el fútbol femenino	197	176	2020
LESIONES CEREBRALES	Disfunciones ejecutivas del lóbulo frontal en el control de la atención a corto plazo tras el remate de cabeza en el fútbol femenino	197	176	2020
LIBERALIZATION	Medical arguments for and against the liberalization of doping	200	406	2020
LINFEDEMA	Actividad física en pacientes oncológicos de cáncer de mama: ¿Terapia médica deportiva no farmacológica? Revisión sistemática	198	266	2020
MADURACIÓN	Perfil antropométrico de jóvenes triatletas y su asociación con variables de rendimiento	197	169	2020
MASA GRASA	Perfil de composición corporal en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas	200	398	2020
MASA MUSCULAR	Perfil de composición corporal en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas	200	398	2020
MATCH OFFICIALS	High-intensity training effects on top-level soccer referees' repeated sprint ability and cardiovascular performance	198	227	2020
MEDICAL DEONTOLOGY	Medical arguments for and against the liberalization of doping	200	406	2020
MEDICAL ETHICS	Medical arguments for and against the liberalization of doping	200	406	2020
MEDICINA DEPORTIVA	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	197	183	2020
MENOPAUSE	Effects of oophorectomy on the lumbar spine of Wistar rats submitted to vibratory platform treatment	199	318	2020
MENTAL HEALTH	Effect of strength training on physical and mental health and quality of life with spinal cord injury: a literature review	197	192	2020
META-ANÁLISIS	Efectos del ejercicio acuático en personas con enfermedad renal: revisión sistemática y metaanálisis.	199	339	2020
MORFOLOGÍA	Características antropométricas y capacidad cardiorrespiratoria de corredores de montaña masculinos y femeninos	199	310	2020
MUJERES	Actividad física en pacientes oncológicos de cáncer de mama: ¿Terapia médica deportiva no farmacológica? Revisión sistemática	198	266	2020
MUSCLE	Anthropometric characteristics and somatotype profile in amateur rugby players	196	84	2020

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
MUSCLE DEVELOPMENT	Study on the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps between schoolchildren who practise different sports	200	379	2020
NECK	Upper body injuries and key performance indicators in professional basketball players	200	387	2020
NUTRIENTS	Previous intake to a competitive match in young soccer players	195	19	2020
NUTRITION	Previous intake to a competitive match in young soccer players	195	19	2020
	Sweat rate and environmental factors in junior Laser class sailors	199	298	2020
NUTRITIONAL STATUS	Evaluation of anthropometric and nutritional assessment of basketball players	198	244	2020
OBESITY	Methods for measuring physical activity in children and their relationship with nutritional status: a narrative review	197	197	2020
OCLUSIÓN	Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tejido muscular y óseo: un estudio piloto	196	92	2020
OESTROGEN	Systemic iron homeostasis in female athletes: hepcidin, exercise and sex influence	199	348	2020
OSTEOPOROSIS	Effects of oophorectomy on the lumbar spine of Wistar rats submitted to vibratory platform treatment	199	318	2020
OVERWEIGHT	Methods for measuring physical activity in children and their relationship with nutritional status: a narrative review	197	197	2020
OXYGEN UPTAKE	High-intensity training effects on top-level soccer referees' repeated sprint ability and cardiovascular performance	198	227	2020
PÁDEL	Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter	196	118	2020
PARACAIDISMO	Estrés cardiaco asociado a la realización de una formación acrobática paracaidista	195	24	2020
PARASIMPÁTICO	Variabilidad de la frecuencia cardiaca como indicador de carga interna en mujeres no deportistas: estudio piloto	198	234	2020
PATINAJE DE VELOCIDAD	Perfil de composición corporal en niños y jóvenes patinadores de velocidad sobre ruedas	200	398	2020
PATOLOGÍA VASCULAR	Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter	196	118	2020
PERFORMANCE	Lower extremity injuries and key performance indicators in professional basketball players	197	162	2020
	Sweat rate and environmental factors in junior Laser class sailors	199	298	2020
	Upper body injuries and key performance indicators in professional basketball players	200	387	2020
PERSONAL MILITAR	Efectos de la suplementación aguda con bicarbonato sódico sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares profesionales	198	220	2020
PHYSICAL ACTIVITY	Methods for measuring physical activity in children and their relationship with nutritional status: a narrative review	197	197	2020
PHYSICAL PERFORMANCE	High-intensity training effects on top-level soccer referees' repeated sprint ability and cardiovascular performance	198	227	2020
PHYSICAL THERAPY MODALITIES	Effects of oophorectomy on the lumbar spine of Wistar rats submitted to vibratory platform treatment	199	318	2020
POST-EXERCISE RECOVERY	Reliability of heart rate recovery indexes after maximal incremental tests	197	153	2020
PRENDA DE COMPRESIÓN	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	197	183	2020
PRESIÓN ARTERIAL	Entrenamiento de fuerza y presión arterial en mujeres normotensas: efectos del método conjugado	197	157	2020
PREVENTION	Accidental doping. Prevention strategies	195	44	2020
PROGESTERONE	Systemic iron homeostasis in female athletes: hepcidin, exercise and sex influence	199	348	2020
QUADRICEPS MUSCLE	Comparison of quadriceps muscle activation in exercises with different duration of concentric and eccentric contractions	199	291	2020
	Study on the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps between schoolchildren who practise different sports	200	379	2020
QUALITY OF LIFE	Effect of strength training on physical and mental health and quality of life with spinal cord injury: a literature review	197	192	2020
RECREATIONAL SPORT	Accidental doping. Prevention strategies	195	44	2020
RECUPERACIÓN	Crioterapia compresiva como estrategia de recuperación muscular no farmacológica y sin efectos adversos en baloncesto	197	183	2020
	Variabilidad de la frecuencia cardiaca como indicador de carga interna en mujeres no deportistas: estudio piloto	198	234	2020
RENDIMIENTO FÍSICO	Efectos de la suplementación aguda con bicarbonato sódico sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares profesionales	198	220	2020
REHABILITATION	Tailored exercise as a protective tool in cardio-oncology rehabilitation: a narrative review	196	125	2020
RENDIMIENTO DEPORTIVO	Estrategias artificiales de entrenamiento en altitud: ¿Existe correlación entre parámetros hematológicos y de rendimiento físico?	195	35	2020
RESISTANCE TRAINING	Comparison of quadriceps muscle activation in exercises with different duration of concentric and eccentric contractions	199	291	2020
RESISTENCIA	Características antropométricas y capacidad cardiorrespiratoria de corredores de montaña masculinos y femeninos	199	310	2020
	Evaluación de una APP para medir la velocidad de levantamientos de press banca: resultados preliminares	195	30	2020
REVISIÓN	Efectos del ejercicio acuático en personas con enfermedad renal: revisión sistemática y metaanálisis.	199	339	2020
RIESGO CARDIOVASCULAR	Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en deportistas de élite después de abandonar la competición	198	239	2020
RUTINA DE CUERPO COMPLETO	Entrenamiento de fuerza mediante rutinas divididas versus rutinas de cuerpo completo en personas desentrenadas. Un estudio aleatorizado	196	78	2020
RUTINA DIVIDIDA	Entrenamiento de fuerza mediante rutinas divididas versus rutinas de cuerpo completo en personas desentrenadas. Un estudio aleatorizado	196	78	2020
SALUD PÚBLICA	Intervención educativa en futbolistas para la prevención de lesiones músculo esqueléticas	198	253	2020
SHOULDER	Upper body injuries and key performance indicators in professional basketball players	200	387	2020
SÍNDROME DE PAGET-SCHROETTER	Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter	196	118	2020
SISTEMA NERVIOSO CENTRAL	Efectos analgésicos del ejercicio físico en pacientes con dolor crónico musculoesquelético durante el confinamiento por la pandemia COVID-19	200	393	2020
SLEEP DEPRIVATION	Heart rate variability to assess the effect of sleep deprivation in mountain troops of the Chilean army: a pilot study	195	13	2020
SOCCER	Unilateral and bilateral isokinetic knee strength indices in professional soccer players	195	9	2020

Palabra clave	Título	Número	Página	Año
	Previous intake to a competitive match in young soccer players	195	19	2020
SOJA	Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas	196	105	2020
SOMATOTYPE	Anthropometric characteristics and somatotype profile in amateur rugby players	196	84	2020
SPECIAL MOUNTAIN TROOPS	Heart rate variability to assess the effect of sleep deprivation in mountain troops of the Chilean army: a pilot study	195	13	2020
SPINAL CORD INJURY	Effect of strength training on physical and mental health and quality of life with spinal cord injury: a literature review	197	192	2020
SPINE	Upper body injuries and key performance indicators in professional basketball players	200	387	2020
SPORTS	Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas	196	99	2020
	Study on the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps between schoolchildren who practise different sports	200	379	2020
SPORTS INJURY	Unilateral and bilateral isokinetic knee strength indices in professional soccer players	195	9	2020
STRENGTH TRAINING	Effect of strength training on physical and mental health and quality of life with spinal cord injury: a literature review	197	192	2020
SURFACE ELECTROMYOGRAPHY	Comparison of quadriceps muscle activation in exercises with different duration of concentric and eccentric contractions	199	291	2020
SWIMMING	Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations	198	260	2020
TALENTO	Perfil antropométrico de jóvenes triatletas y su asociación con variables de rendimiento	197	169	2020
TECNOLOGÍA	Evaluación de una APP para medir la velocidad de levantamientos de press banca: resultados preliminares	195	30	2020
TELÉFONO MÓVIL	Evaluación de una APP para medir la velocidad de levantamientos de press banca: resultados preliminares	195	30	2020
TENIS	Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter	196	118	2020
TEST	Evaluación de una APP para medir la velocidad de levantamientos de press banca: resultados preliminares	195	30	2020
TEST DE IR Y VOLVER EN 20 METROS	Asociación entre el test Yo-Yo de recuperación intermitente y un ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores argentinos de rugby	196	110	2020
TEST STROOP	Disfunciones ejecutivas del lóbulo frontal en el control de la atención a corto plazo tras el remate de cabeza en el fútbol femenino	197	176	2020
TEST YOYO DE RECUPERACIÓN INTERMITENTE NIVEL 1	Asociación entre el test Yo-Yo de recuperación intermitente y un ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores argentinos de rugby	196	110	2020
TORQUE	Unilateral and bilateral isokinetic knee strength indices in professional soccer players	195	9	2020
TRIATHLON	Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations	198	260	2020
TRIATLÓN	Perfil antropométrico de jóvenes triatletas y su asociación con variables de rendimiento	197	169	2020
TROMBOSIS VENOSAS	Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter	196	118	2020
ULTRAMARATHON	Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations	198	260	2020
ULTRASONOGRAPHY	Study on the differences in quantitative ultrasound of the quadriceps between schoolchildren who practise different sports	200	379	2020
VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA	Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de carga interna en mujeres no deportistas: estudio piloto	198	234	2020
VIBRATION	Effects of oophorectomy on the lumbar spine of Wistar rats submitted to vibratory platform treatment	199	318	2020
YOUTH	Sweat rate and environmental factors in junior Laser class sailors	199	298	2020

Índice de autores 2020

Autor	Número	Página	Año	Autor	Número	Página	Año	Autor	Número	Página	Año
A				D				L			
ABELLÁN, O	195	44	2020	DE ARAÚJO, AC	197	153	2020	LARUMBE, E	196	78	2020
AGUIAR, A	195	9	2020	DE LA CRUZ, JG	195	9	2020				
AGUIRRE, D	196	105	2020	DE LA TORRE-LUQUE, A	196	125	2020				
ALFARO-MAGALLANES, VM	199	348	2020	DE TERESA, C	200	406	2020				
ALONSO, S	197	176	2020	DEL COSO, J	197	162	2020				
ALVARES, D	199	305	2020	DEL COSO, J	200	387	2020				
ÁLVAREZ, J	199	326	2020	DELLA, J	197	157	2020				
ALVES, J	197	192	2020	DOÑATE, M	198	239	2020				
ANDAKI, AC	200	372	2020	DOUGLAS, F	199	291	2020				
ANDRÉU, L	195	44	2020	F							
AYÁN, C	199	339	2020	FERNÁNDEZ, E	199	298	2020				
B				FERNÁNDEZ, M	195	44	2020				
BALOCCI, F	199	305	2020	FERNÁNDEZ-LÁZARO, CI	197	183	2020				
BANDEIRA-LIMA, FE	200	372	2020	FERNÁNDEZ-LÁZARO, CI	198	266	2020				
BANDEIRA-LIMA, F	200	372	2020	FERNÁNDEZ-LÁZARO, CI	200	419	2020				
BARBA-MORENO, L	199	348	2020	FERNÁNDEZ-LÁZARO, D	195	35	2020				
BELMONTE, ML	198	244	2020	FERNÁNDEZ-LÁZARO, D	197	183	2020				
BELTRÁN FJ	195	9	2020	FERNÁNDEZ-LÁZARO, D	198	266	2020				
BEN, M	196	78	2020	FERNÁNDEZ-LÁZARO, D	200	419	2020				
BERGER, S	199	305	2020	FERNÁNDEZ-SÁEZ, J	197	169	2020				
BERLANGA, LA	200	393	2020	FERRER, P	197	157	2020				
BERTOGLIA-GHIGLINO, C	198	234	2020	FERRER-LIMA, W	200	372	2020				
BIASCO, C	199	326	2020	FERRER-LÓPEZ, V	195	24	2020				
BRAGA, D	197	157	2020	FERRI, K	198	239	2020				
BUSTAMANTE-SÁNCHEZ, A	197	162	2020	FERRIZ-VALERO, A	197	169	2020				
BUSTAMANTE-SÁNCHEZ, A	200	387	2020	FLOR, GR	199	318	2020				
C				FREIRE, G	199	291	2020				
CABALLERO, A	195	35	2020	FUENTES, E	195	19	2020				
CABALLERO-GARCÍA, A	197	183	2020	FUENTES, JP	200	372	2020				
CABALLERO-GARCÍA, A	198	266	2020	G							
CABALLERO-GARCÍA, A	200	419	2020	GALDAMES, SA	198	220	2020				
CALDERÓN, FJ	199	348	2020	GARCÍA, JM	196	75	2020				
CÁMARA, J	198	227	2020	GARCÍA-FONCILLAS, J	196	125	2020				
CAMARGOS, M	199	291	2020	GARCÍA-GONZÁLEZ, D	196	125	2020				
CARRASCO-POYATOS, M	195	24	2020	GARRIDO-ALTAMAR, VA	196	99	2020				
CASAJÚS, JA	198	227	2020	GARZÓN, M	199	310	2020				
CASAS-BAROY, JC	197	176	2020	GAZTAÑAGA, T	199	326	2020				
CASTAGNA, C	198	227	2020	GIAMPRIETO, C	199	318	2020				
CASTILLO, D	198	227	2020	GICH, I	198	239	2020				
CASTILLO, D	199	310	2020	GIRALDO GARCÍA, JC	200	379	2020				
CASTILLO, M	196	92	2020	GONZÁLEZ, DA	196	92	2020				
CASTILLO-RETAMAL, M	197	197	2020	GUZMÁN-MUÑOZ, E	197	197	2020				
CASTRO, Y	199	310	2020	H							
CEJUOLA, R	198	220	2020	HELENO, M	199	291	2020				
CEJUOLA-ANTA, R	197	169	2020	HERNÁNDEZ, JD	195	19	2020				
CÉSAR, G	196	110	2020	HERNÁNDEZ, JD	196	84	2020				
CHAMORRO, C	199	305	2020	HERNÁNDEZ-GARCÍA, M	195	52	2020				
CHASKO, L	199	318	2020	HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, E	200	379	2020				
CHAVARRO-CARVAJAL, DA	200	430	2020	HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, A	196	99	2020				
COMELLA, A	197	176	2020	HUERTEA, AC	198	220	2020				
CONCHA-CISTERNAS, Y	197	197	2020	K							
CÓRDOVA, A	195	35	2020	KNECHTLE, B	198	260	2020				
CÓRDOVA, A	197	183	2020	L							
CÓRDOVA, A	198	266	2020								
CÓRDOVA, A	200	419	2020								
COSTA, BM	197	153	2020								
COSTA, O	197	192	2020								
CRUZ-BERMÚDEZ, HF	198	253	2020								
								LÁZARO, MP	198	266	2020
								LÁZARO, MP	200	419	2020
								LOMAS-ALBALADEJO, JL	195	24	2020
								LÓPEZ, E	196	125	2020
								LÓPEZ-HINCAPIÉ, SM	196	99	2020
								LÓPEZ-PLAZA, D	195	44	2020
								LORENTE, JA	200	406	2020
								LORENZO, GJ	199	298	2020
								LOZADA-MEDINA, JL	200	398	2020
								LOZANO, FS	196	118	2020
								LUDEMILLA, A	199	318	2020
								M			
								MANONELLES, P	195	44	2020
								MANONELLES, P	199	288	2020
								MANONELLES, P	200	406	2020
								MARCOS-PARDO, PJ	197	157	2020
								MARINO-ISAZA, FE	196	99	2020
								MARTÍNEZ, I	195	24	2020
								MARTÍNEZ, JM	195	19	2020
								MARTÍNEZ-DOMÍNGUEZ, GI	196	99	2020
								MARTÍNEZ-OLCINA, M	195	52	2020
								MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A	195	52	2020
								MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, LM	196	99	2020
								MARTÍNEZ-SANZ, JM	197	169	2020
								MARTINS, AP	197	157	2020
								MARTÍNS, HC	199	291	2020
								MAYUMI, C	199	318	2020
								MEIRE, R	199	318	2020
								MELO, J	199	310	2020
								MÉNDEZ-REBOLLEDO, G	197	197	2020
								MENESES OQUENDO, AN	200	379	2020
								MIELGO, J	195	35	2020
								MIELGO-AYUSO, J	197	183	2020
								MIELGO-AYUSO, J	198	266	2020
								MIELGO-AYUSO, J	200	419	2020
								MOLENA-FERNANDES, CA	200	372	2020
								MONTOYA, G	199	310	2020
								MORALES-RODRÍGUEZ, I	198	234	2020
								MORENO-COLLAZOS, JE	198	253	2020
								MOTA, J	200	372	2020
								N			
								NARANJO, J	195	13	2020
								NARANJO, J	199	326	2020
								NEVES, M	199	318	2020
								NIETO-JIMÉNEZ, C	195	13	2020
								NIETO-JIMÉNEZ, C	198	234	2020
								NIÑO, O	199	310	2020
								O			
								OKUNO, NM	197	153	2020
								OLMEDILLAS, H	197	150	2020
								P			
								PACHECO, B	200	430	2020
								PADILLA-ALVARADO, JR	200	398	2020
								PARRA, M	198	239	2020
								PASCUAL, J	195	35	2020
								PASTENE, AV	198	220	2020
								PATROCINIOM CE	197	192	2020

Autor	Número	Página	Año	Autor	Número	Página	Año	Autor	Número	Página	Año
PEINADO, AB	199	348	2020	ROMERO, S	200	406	2020	SEPÚLVEDA-CATALÁN, F	198	234	2020
PELÁEZ, J	195	30	2020	ROSA, G	197	157	2020	SERRA-GRIMA, R	198	239	2020
PEÑA, R	196	118	2020	RUBIO-ARIAS, JA	195	52	2020	SILVA-LIMA, SB	200	372	2020
PEREIRA, AG	199	291	2020	RUIZ-MEJÍA, C	196	99	2020	SOTO-VOISIER, E	198	234	2020
PERETTI, AL	199	318	2020	RUSO-ÁLVAREZ, JF	198	234	2020	SOZA, F	199	305	2020
PÉREZ-BILBAO, T	196	125	2020	S				T			
PINZÓN-RIOS, ID	198	253	2020	SÁEZ, GA	196	105	2020	TERREROS, JL	195	44	2020
PRIETO, P	196	78	2020	SALAS, O	195	9	2020	TERREROS, JL	200	406	2020
PUIG, T	198	239	2020	SALINERO, JJ	197	162	2020	TORO, J	199	298	2020
Q				SALINERO, JJ	200	387	2020	TORRES, E	197	192	2020
QUERO, CD	195	44	2020	SALOM, J	200	393	2020	TULIO, L	199	291	2020
QUINTILLANO-SCARPELL, D	198	234	2020	SAN JUAN, AF	195	30	2020	V			
QUIRINO, MJ	199	318	2020	SAN JUAN, AF	196	125	2020	VALDÉS-BADILLA, P	197	197	2020
QUIROGA, N	199	310	2020	SÁNCHEZ, S	200	393	2020	VÁZQUEZ, AM	195	9	2020
R				SÁNCHEZ-LASTRA, MA	199	339	2020	VELÁZQUEZ, JE	195	9	2020
RAMÍREZ-CAMPILLO, R	200	368	2020	SÁNCHEZ-SÁEZ, JA	195	52	2020	VENEGAS-SANABRIA, LC	200	430	2020
RIBEIRO, RC	199	291	2020	SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, J	195	52	2020	VICENTE, D	200	393	2020
RODOLFO, C	196	110	2020	SANTANDER, MD	196	110	2020	VILLENA, JA	196	92	2020
RODRÍGUEZ, D	199	339	2020	SANTOS, A	200	372	2020	VITOR, F	199	291	2020
RODRÍGUEZ, E	196	84	2020	SANTOS, I	197	157	2020	Y			
RODRÍGUEZ, J	195	6	2020	SCHÉER, V	198	260	2020	YANCI, J	198	227	2020
RODRÍGUEZ, JJ	200	406	2020	SECCHI, JD	196	110	2020	YANCI, J	199	310	2020
RODRÍGUEZ, MA	197	150	2020	SECO-CALVO, J	197	183	2020	Z			
RODRÍGUEZ, X	199	305	2020	SEGURA-ORTI, E	198	253	2020	ZAMORA, AJ	198	244	2020
RODRÍGUEZ-GÁZQUEZ, M	196	99	2020	SELLÉS-PÉREZ, S	197	169	2020				
				SEOANE, T	199	298	2020				

Lista de revisores evaluadores externos de los artículos recibidos en 2020 en Archivos de Medicina del Deporte

Abellan Aynes, Oriol (*Universidad Católica San Antonio de Murcia. España*)

Acosta García, Edgar (*Universidad de Carabobo*)

Ayan, Carlos (*Universidad de Vigo. España*)

Cabot Duran, Xabier (*Universidad Internacional de Cataluña. España*)

Calvo Lobo, César (*Universidad Complutense de Madrid. España*)

Caravaca, Luis Andréu (*Universidad Católica San Antonio de Murcia. España*)

Chirosa-Rios, Luis (*Universidad de Granada. España*)

Clemente Suárez, Vicente Javier (*Universidad Europea de Madrid. España*)

Cortina Núñez, Manuel (*Universidad de Córdoba. Colombia*)

Dopico Calvo, Xurso (*Universidad de La Coruña. España*)

de Teresa Galván, Carlos (*Universidad de Granada. España*)

Durán Agüero, Samuel (*Universidad de San Sebastián. España*)

Fernandes Da Silva, Sandro (*Universidad Nacional de Lavras. Brasil*)

Fernandes Da Silva, Sandro (*University of Lavras. Brasil*)

González-Montesinos, José Luis (*Universidad de Cádiz. España*)

Gutiérrez-Sánchez, Águeda (*Universidad de Vigo. España*)

Guzmán Muñoz, Eduardo (*Universidad Santo Tomás Talca. Chile*)

Hernández Hermoso, José Antonio (*Hospital Universitario Germans Trias i Pujol. Badalona. Barcelona. España*)

Hernández Ramos, Juan Pablo (*Universidad de Salamanca. España*)

Hernando Domingo, Carlos (*Universidad de Castellón. España*)

Intelangelo, Leonardo (*Universidad del Gran Rosario. Argentina*)

Jiménez Díaz, Fernando (*Universidad de Castilla la Mancha. España*)

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

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

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

Moya Amaya, Helidoro (*Universidad Pablo de Olavide. España*)

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

Oliva-Pascual Vaca, Ángel (*Universidad de Sevilla. España*)

Paludo, Ana (*Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná. Brasil*)

Parodi, José (*University of San Martin de Porres. Perú*)

Rodríguez Pérez, Manuel Antonio (*Universidad de Almería. España*)

Sánchez Ramos, Angel (*Centro de Rehabilitación y Medicina del Deporte Eurosport. Barcelona*)

Urraca Fernández, José María (*Unión Deportivo Logroñés. España*)

Valera Calero, Juan Antonio (*Universidad Camilo José Cela. España*)

Villa Roig, Rosabel (*Universidad de Alicante. España*)

Viscor Carrasco, Ginés (*Universidad de Barcelona. España*)

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

Normas de publicación de Archivos de Medicina del Deporte

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

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

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

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

Envío de manuscritos

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

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

Después se escribirá el texto del trabajo y la bibliografía.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Las citas bibliográficas se expondrán del modo siguiente:

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

Ética

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

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

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

Campaña de aptitud física, deporte y salud



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

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



UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia

Campus de los Jerónimos,
Nº 135 Guadalupe 30107

(Murcia) - España

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



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA