

# Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

ISSN: 0212-8799

219

Volumen 41 (1)  
Enero-Febrero 2024



## ORIGINALES

Time-loss injuries in MotoGP championships

Multi-class screening method for the analysis of doping agents in dried blood spot (DBS) samples

## ARTÍCULO ESPECIAL

Posicionamiento de la Sociedad Española de Medicina del Deporte sobre la participación deportiva de personas con reasignación de sexo, transexuales y con intersexualidad

## XIX CONGRESO INTERNACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE

Comunicaciones orales





**UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia**

Campus de los Jerónimos,  
Nº 135 Guadalupe 30107

(Murcia) - España

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



**UCAM**  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE MURCIA



Sociedad Española de Medicina del Deporte

**Junta de Gobierno**

**Presidente**

Miguel Enrique del Valle Soto

**Vicepresidente**

Gonzalo María Correa González

**Secretario General**

Luis Franco Bonafonte

**Tesorero**

Javier Pérez Ansón

**Vocales**

Ostaiska Eguia Lecumberri

Francisco Javier Rubio Pérez

M<sup>a</sup> Concepción Ruiz Gómez

**Ex-Presidente**

Pedro Manonelles Marqueta

**Edita**

Sociedad Española de Medicina del Deporte

C/ Cánovas n<sup>o</sup> 7, local

50004 Zaragoza (España)

Tel. +34 976 02 45 09

femede@femede.es

www.femede.es

**Correspondencia:**

C/ Cánovas n<sup>o</sup> 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](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

# Archivos de medicina del deporte

Revista de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

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

**Director**

Pedro Manonelles Marqueta

**Editor**

Miguel E. Del Valle Soto

**Administración**

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. **María Cascais.** Presidenta de la Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva. Lisboa (Portugal). **Ana Cintrón-Rodríguez.** Puerto Rico. Departamento de Medicina Física y Rehabilitación VA Caribbean Healthcare System. San Juan. Puerto Rico. **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. España. **Walter Frontera.** Universidad de Vanderbilt. Past President FIMS. Estados Unidos. **Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea.** Médico responsable nutrición y fisiología del esfuerzo. Hospital Quirón. San Sebastián. **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. **Anca Ionescu.** University of Medicine "Carol Davila". Bucarest. Rumanía. **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.** Director de la Escuela de Cardiología de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. España. **Nicola Maffulli.** Universidad de Salerno. Salerno (Italia). **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. **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.** Presidente Asociación Mundial de Científicos Antidopajes (WAADS). España. **Giulio Sergio Roi.** Universidad de Bolonia. Italia. **Luis Serratos Fernández.** Jefe del Servicio de Rehabilitación, Fisioterapia y Medicina del Deporte del Hospital Universitario Quirón Madrid. España. **Nicolás Terrados Cepeda.** Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. Universidad de Oviedo. España. **José Luis Terreros Blanco.** Director de la Agencia Estatal Comisión Española para la Lucha Antidopaje en el Deporte. CELAD. **Rosa Ventura Alemany.** Directora del Laboratorio Antidopaje de Cataluña (IMIM). **Mario Zorzoli.** International Cycling Union. Suiza. **Petra Zupet.** IMS Institute for Medicine and Sports. Liubliana. Eslovenia.



UCAM  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE MURCIA



# Archivos

## de medicina del deporte

Volumen 41(1) - Núm 219. Enero - Febrero 2024 / January - February 2024

### Sumario / Summary

#### Editorial

**Increasing cardiorespiratory fitness as a prognostic intervention: why is it so underrated in clinical practice?**

**Aumento de la capacidad cardiorrespiratoria como intervención pronóstica: ¿por qué está tan infravalorada en la práctica clínica?**

José Kawazoe Lazzoli..... 5

#### Originales / Original articles

**Time-loss injuries in MotoGP championships**

**Lesiones con pérdida de tiempo de participación en campeonatos de MotoGP**

Giulio Sergio Roi, Fabio Zecchel, Simona Mandini, Erica Menegatti, Lorenzo Caruso, Gianni Mazzoni..... 8

**Multi-class screening method for the analysis of doping agents in dried blood spot (DBS) samples**

**Método de detección multiclase para el análisis de agentes dopantes en gotas de sangre seca (DBS)**

Rosa Ventura Alemany, Claudia Bressan, Sergi Coll Camenforte, Núria Monfort Mercader, Élica Alechaga Silva, Rosa Bergés Casas ..... 14

#### Artículo especial / Special article

**Posicionamiento de la Sociedad Española de Medicina del Deporte sobre la participación deportiva de personas con reasignación de sexo, transexuales y con intersexualidad**

**Position of the Spanish Society of Sports Medicine on the Sports participation of people with sex reassignment, transsexuals and intersexuals**

Pedro Manonelles (Coordinador), Laura Audí Parera, Miguel Del Valle Soto, Gonzalo María Correa González, Ostaiska Eguía Lecumberri, Luis Franco Bonafonte, José Carlos Fuertes Rocañín, Francisco Javier Pérez Ansón, Francisco Javier Rubio Pérez, M<sup>a</sup> Concepción Ruiz Gómez, José Luis Terreros Blanco, Raquel Blasco Redondo, Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea ..... 23

#### XIX Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

**Comunicaciones orales**..... 29

**Normas de publicación / Guidelines for authors** ..... 58

# Increasing cardiorespiratory fitness as a prognostic intervention: why is it so underrated in clinical practice?

## *Aumento de la capacidad cardiorrespiratoria como intervención pronóstica: ¿por qué está tan infravalorada en la práctica clínica?*

**José Kawazoe Lazzoli**

*Specialist in Sports and Exercise Medicine and Clinical Cardiology. Associate Professor. Biomedical Institute. Fluminense Federal University, Niterói-RJ, Brazil. Head. Cardiology Division. Santa Teresa Hospital. Petrópolis-RJ, Brazil. President. Brazilian Society of Sports and Exercise Medicine (2009/2011). President. Pan-American Confederation of Sports Medicine (2019/2023). Secretary General. International Federation of Sports Medicine (FIMS).*

doi: 10.18176/archmeddeporte.00154

Physical activity is widely recognized as a powerful clinical tool, enhancing quality of life and reducing mortality, also contributing to the treatment and/or prevention of several chronic diseases. Seventy years ago, the classical article by Morris *et al.*<sup>1</sup> showed a lower incidence of coronary heart disease in physically active workers, when compared with their inactive counterparts. In the following decades, epidemiological data from longitudinal prospective studies showed a significant reduction on general and cardiovascular mortality, associated with the weekly energy expenditure (volume of exercise)<sup>2</sup>, with exercise intensity providing additional benefit<sup>3</sup>.

Conversely, physical inactivity is considered by many authors a major public health concern, with huge epidemiological<sup>4</sup>, and economical<sup>5</sup> consequences, what makes it comparable to a pandemic<sup>6</sup>, with millions of premature deaths each year, and extra billions (whatever currency) spent yearly by the individuals themselves and in the public and private health systems.

In the last two decades, associations were established, between mortality and different measures of sedentary behavior and/or functional capacity. For instance, sitting time and TV/Screen time were associated with a higher mortality in several studies<sup>7</sup>, which was attenuated or eliminated by regular physical activity<sup>7</sup>. In fact, screen time is a major concern in modern society, especially in adolescents, as it is associated with a sedentary lifestyle, with future health implications<sup>8</sup>.

## Measurements of functional capacity and mortality

Despite a huge amount of epidemiological data published mainly along 1970s and 1980s, only in this century Exercise capacity (EC) /

Cardiorespiratory Fitness (CRF) began to be recognized as an important marker of longevity. In 2002, Myers *et al.*<sup>9</sup> studied 6,213 consecutive men referred for treadmill exercise testing for clinical reasons; these subjects were classified into two groups: 3,679 had an abnormal exercise test result or a history of cardiovascular disease; 2,534 had a normal test result and no previous history of cardiovascular disease. After adjustment for age, peak EC in METs was the strongest predictor for the risk of death, both in normal subjects and in those with cardiovascular disease. Each 1-MET increase in EC conferred a 12% improvement in survival.

In the following years, several important studies were published, showing similar results<sup>10-12</sup>, showing an unequivocal relation between CRF and mortality. The strong evidence justified a scientific document from the American Heart Association in 2016<sup>13</sup>, stating emphatically that the routine CRF assessment in the clinical setting was as important as a clinical vital sign to be taken: "There is, however, a large body of epidemiological and clinical evidence demonstrating not only that CRF is a potentially stronger predictor of mortality than established risk factors such as smoking, hypertension, high cholesterol, and type 2 diabetes mellitus, but that the addition of CRF to traditional risk factors significantly improves the reclassification of risk for adverse outcomes."

Another Editorial, published eight years ago in Archivos de Medicina del Deporte wondered why physical activity was so undervalued in the reduction of cardiovascular risk, despite of the existing evidence<sup>14</sup>.

In fact, CRF improvements are associated with better outcomes in nonfatal cardiovascular events<sup>15</sup>, with a 8% reduced risk of developing hypertension for each 1-MET improvement in CRF<sup>16</sup>, a reduced risk of developing permanent atrial fibrillation (AF)<sup>17</sup>, a better outcome in hypertensive patients with AF<sup>18</sup>, a lower risk of developing heart failure<sup>19</sup>, a reduced risk of fatal and nonfatal stroke<sup>20</sup>, a reduced risk of cardiovascular events in subjects with hyperlipidemia<sup>21</sup>, reducing long-term mortality<sup>22</sup>.

**Correspondencia:** José Kawazoe Lazzoli  
E-mail: jklazzoli@uol.com.br

A study by Kokkinos *et al.*<sup>23</sup> showed a reduction of 14% in mortality for each 1-MET increase in a cohort of 750,302 subjects. The benefits occurred independent of gender, ethnic group (White, African-American, Hispanic, Native-American), or age (including septuagenarians and octogenarians). The same author, considering that most studies analyzed only one assessment of CRF, studied the prognostic impact of changes in CRF in two distinct evaluations, separated by at least one year, in 93,606 participants. A decrease of 2,0 METs represented 74% increase in risk for low-fit individuals with cardiovascular disease, and 69% increase in risk for those without CVD. In the whole cohort, inverse and proportionate changes in mortality risk, regardless of previous CRF status were clearly observed<sup>24</sup>.

As a cardiologist, it is my routine to rigorously observe and pursue clinical goals in my patients, including those with high and very-high cardiovascular risk. It includes LDL-cholesterol goals, HbA1c goals for those who also have diabetes, blood pressure goals, always with the objective of reducing cardiovascular risk, and improving prognosis. Also, recommendations for quitting smoking, reducing body fat percentage, and having better eating habits are often made.

Therefore, I ask you: why aren't we so strong in routinely evaluating CRF in our patients, and in recommending and prescribing physical exercises, a powerful intervention which is known to promote a series of physiological adaptations and clinical improvements, which will ultimately reduce cardiovascular risk? More than seventy years after the pivotal study by Morris, there is certainly enough scientific evidence to justify individualized physical exercise recommendations, not only to all of our patients, but instead to every single person in the world!

## Bibliography

- Morris JN, Heady JA, Raffle PAB, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet*. 1953;262:1111-20. DOI: 10.1016/S0140-6736(53)91495-0.
- Paffenbarger Jr RS, Hyde RT, Wing AL. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Eng J Med*. 1986;314:605-13. DOI: 10.1056/NEJM198603063141003.
- Paffenbarger Jr RS, Lee I-M. Physical activity and fitness for health and longevity. *Res Quarterly Exerc Sport*. 1996;67:11-28. DOI: 10.1080/02701367.1996.10608850.
- Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012;380:219-29. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61031-9.
- 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. *Lancet*. 2016;388(10051):1311-24. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30383-X.
- Kohl 3rd HW, Craig CL, Lambert EV, Inoue S, Alkandari JR, Leetongin G, *et al*. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *Lancet*. 2012;380:294-305. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60898-8.
- Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, Fagerland MW, Owen N, Powell NE, *et al*. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million of men and women. *Lancet*. 2016;388:1302-10. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30370-1.
- Van Sluijs EMF, Ekelund U, Crochemore-Silva I, Guthold R, Ha A, Lubans D, *et al*. Physical activity behaviour in adolescence: current evidence and opportunities for intervention. *Lancet*. 2021;398:429-42. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01259-9.
- Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Eng J Med*. 2002;346:793-801. DOI: 10.1056/NEJMoa011858.
- Kokkinos P, Myers J, Kokkinos JP, Pittaras A, Narayan P, Manolis A, *et al*. Exercise capacity and mortality in black and white men. *Circulation*. 2008;117:614-22. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.734764.
- Kokkinos P, Myers J, Faselis C, Panagiotakos DB, Doumas M, Pittaras A, *et al*. Exercise capacity and mortality in older men: a 20-year follow-up study. *Circulation*. 2010;122:790-7. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.938852.
- Laukkanen JA, Zaccardi F, Khan H, Kurl S, Jae SY, Rauramaa R. Long-term change in cardiorespiratory fitness and all-cause mortality: a population-based follow-up study. *Mayo Clin Proc*. 2016;91:1183-8. DOI: 10.1016/j.mayocp.2016.05.014.
- Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, Després JP, Franklin BA, *et al*. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2016;134:e653-99. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000461.
- Lazzoli JK. Physical activity in the reduction of the cardiovascular risk: too good to be prescribed? *Arch Med Deporte*. 2015;32:205-7.
- Khan H, Jaffar N, Rauramaa R, Kurl S, Savonen K, Laukkanen JA. Cardiorespiratory fitness and nonfatal cardiovascular events: a population-based follow-up study. *Am Heart J*. 2017;184:55-61. DOI: 10.1016/j.ahj.2016.10.019.
- Cheng C, Zhang D, Chen S, Duan G. The association of cardiorespiratory fitness and the risk of hypertension: a systematic review and a dose-response meta-analysis. *J Hum Hypertens*. 2022;36:744-52. DOI: 10.1038/s41371-021-00567-8.
- Verdicchio C, Elliott A, Mahajan R, Linz D, Lau D, Sanders P. Greater cardiorespiratory fitness reduces incidence of atrial fibrillation: a meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol*. 2021;28: Suppl 1. DOI: 10.1093/eurjpc/zwab061.200.
- Pittaras A, Grassos C, Faselis C, Tsimploulis A. Atrial fibrillation and mortality risk in hypertensive patients according to cardiorespiratory fitness. *J Hypertension*. 2023;41(Suppl 3): e91. DOI: 10.1097/01.hjh.0000939628.80325.bf.
- Kupsy DF, Ahmed AM, Sakr S, Qureshi WT, Brawner CA, Blaha MJ, *et al*. Cardiorespiratory fitness and incident heart failure: The Henry Ford Exercise Testing (FIT) Project. *Am Heart J*. 2017;185:35-42. DOI: 10.1016/j.ahj.2016.12.006.
- Hooker SP, Sui X, Colabianchi N, Vena J, Ladikta J, LaMonte MJ, *et al*. Cardiorespiratory fitness as a predictor of fatal and nonfatal stroke in asymptomatic women and men. *Stroke*. 2008;39:2950-7. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.495275.
- Hung RK, Al-Mallah MH, Qadi MA, Shaya GE, Blumenthal RS, Nasir K, *et al*. Cardiorespiratory fitness attenuates risk for major adverse cardiac events in hyperlipidemic men and women independent of statin therapy: The Henry Ford Exercise Testing Project. *Am Heart J*. 2015;170:390-9. DOI: 10.1016/j.ahj.2015.04.030.
- Mandsager K, Harb S, Cremer P, Phelan D, Nissen SE, Jaber W. Association of cardiorespiratory fitness with long-term mortality among adults undergoing exercise treadmill testing. *JAMA Netw Open*. 2018;1:e183605. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2018.3605.
- Kokkinos P, Faselis C, Samuel IBH, Pittaras A, Doumas M, Murphy R, *et al*. Cardiorespiratory fitness and mortality risk across the spectra of age, race, and sex. *J Am Coll Cardiol*. 2022;80:598-69. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.05.031.
- Kokkinos P, Faselis C, Samuel IBH, Lavie CJ, Zhang J, Vargas JD, *et al*. Changes in cardiorespiratory fitness and survival in patients with and without cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol*. 2023;81:1137-47. DOI: 10.1016/j.jacc.2023.01.027.

# 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

 Bermell Electromedicina

 @BermellElectromedicina

 Bermell Electromedicina



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



## 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



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

## Índice

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

Información: [www.femede.es](http://www.femede.es)

# Time-loss injuries in MotoGP championships

Giulio Sergio Roi<sup>1</sup>, Fabio Zecchel<sup>1</sup>, Simona Mandini<sup>1</sup>, Erica Menegatti<sup>1</sup>, Lorenzo Caruso<sup>1</sup>, Gianni Mazzoni<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Exercise Science and Sports. University of Ferrara. Italy. <sup>2</sup>Public Health Department. AUSL Ferrara. Ferrara. Italy.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00155

**Recibido:** 15/07/2023  
**Aceptado:** 20/01/2024

## Summary

**Introduction:** MotoGP (Moto Grand Prix) is the premier class of motorcycle road racing events held on road circuits over a distance between 100 and 130 kilometers. Despite its worldwide popularity, there are only few studies published in the scientific literature, thus the aim of this paper is to contribute to the discussion about epidemiological data regarding the injuries of MotoGP riders.

**Material and method:** Riders involved in the Moto Grand Prix (MotoGP) World Championships 2019, 2020, and 2021 were studied for time-loss injuries (TLI) by searching the official websites of riders themselves, races, sports newspapers.

**Results:** Twenty-nine riders (age 28.0±4.7 yrs; BMI 21.8±1.2 kg/m<sup>2</sup>) with 11.8±8.2 yrs of experience in MotoGP and in motor racing championships, participated in the MotoGP World Championships 2019, 2020 and 2021. They reported 26 TLI during races, without difference between race and pre-race practice. TLI prevalence tends to increase linearly as riders participate in more than one subsequent Championship ( $R^2=0.998$ ;  $p<0.001$ ), with a risk of 100% through the entire career. Incidence of TLI was 21.2/1000 hours of race (CI 95%: 9.7-32.8). TLI were classified as contusions (35%), bone fractures (32%), sprains (10%), concussions (10%), compartment syndromes (6%) and reopening of surgical wound (3%). Fractures accounted for 1.5% of the falls in the 2019-2021 championships and for 59% of TLI in career, affecting the upper limb in 62% of cases of fractures. Injuries were due to lowside (46%), collisions (38%), highside (8%), speed wobble (4%) and gust of wind (4%). The median absence from trainings and competitions due to TLI was 18 days (range 1-271).

**Conclusions:** Training sessions and testing are equally occasions for TLI and should be considered for prevention and safety promotion of MotoGP riders.

**Key words:**  
Epidemiology. Fractures.  
Return to competition.

## Lesiones con pérdida de tiempo de participación en campeonatos de MotoGP

### Resumen

**Introducción:** MotoGP (Moto Grand Prix) es la clase principal de eventos de carreras de motos en carretera que se llevan a cabo en circuitos de carretera en una distancia de entre 100 y 130 kilómetros. A pesar de su popularidad mundial, existen pocos estudios publicados en la literatura científica, por lo que el objetivo de este artículo es contribuir a la discusión sobre la epidemiología de los pilotos de MotoGP.

**Material y método:** Se estudiaron los pilotos que participaron en los Campeonatos del Mundo de MotoGP 2019, 2020 y 2021 para detectar lesiones por pérdida de tiempo (TLI) mediante una búsqueda en los sitios web oficiales de los propios pilotos, carreras y periódicos deportivos.

**Resultados:** Veintinueve pilotos (edad 28,0±4,7 años; IMC 21,8±1,2 kg/m<sup>2</sup>) con 11,8±8,2 años de experiencia en MotoGP y en campeonatos de motociclismo, reportaron 26 TLI durante las carreras, sin diferencia entre carreras y práctica previa a las carreras. La prevalencia de TLI tiende a aumentar linealmente a medida que los pilotos participan en más de un Campeonato ( $R^2=0,998$ ;  $P<0,001$ ), con un riesgo del 100% a lo largo de toda la carrera deportiva. La incidencia de TLI fue de 21,2/1000 horas de carrera (IC 95%: 9,7-32,8). Los TLI se clasificaron en contusiones (35%), fracturas (32%), esguinces (10%), conmociones cerebrales (10%), síndromes compartimentales (6%) y reapertura de herida quirúrgica (3%). Las fracturas representaron el 1,5% de las caídas en los campeonatos 2019-2021 y el 59% de TLI en carrera, afectando al miembro superior en el 62% de los casos de fracturas. Las lesiones se debieron a lowside (46%), colisiones (3%), highside (8%), oscilaciones de velocidad (4%) y ráfagas de viento (4%). La ausencia media de entrenamientos y competiciones debido a TLI fue de 18 días (rango 1-271).

**Conclusiones:** Las sesiones de entrenamiento y las pruebas son igualmente ocasiones para TLI y deben ser consideradas para la prevención y promoción de la seguridad de los pilotos de MotoGP.

**Palabras clave:**  
Epidemiología. Fracturas.  
Vuelta a la competición.

**Correspondencia:** Giulio Sergio Roi  
E-mail: giuliosergio.roi@gmail.com



## Introduction

MotoGP (Moto Grand Prix) is the premier class of motorcycle road racing events held on road circuits sanctioned by the Fédération Internationale de Motocyclisme (FIM)<sup>1</sup>.

The MotoGP World Championship is composed of 20 Grands Prix. Each round lasts between 40 and 45 minutes and is run over a distance between 100 and 130 kilometers, depending on the circuit. A sliding scale of points are awarded at the finish for the first 15, and the final ranking is calculated from the sum of the awarded points.

MotoGP riders have three, 45-minute sessions of practice at the end of which a first ranking is established. After a fourth 30-minute session, whose times do not count, the riders whose times are slower than the first ten take part in a fifteen-minute qualifying session. The fastest two riders from this session are allowed to join the session bringing together the fastest ten riders for another qualifying session used to determine the first twelve places on the grid. Each line is composed of three riders. To qualify each rider must post a time at least equal to 107% of the time achieved by the fastest rider.

The World Championship is raced using 1000 CC prototypes, yielding a power around 300 HP (220 kW), able to accelerate from 0 to 100 km/h in just over two seconds, reaching top speeds of up to 360 km/h, although organizers have agreed on a set of regulations to reduce speed and improve safety<sup>1-2</sup>.

Riders have an allocation of seven engines for the whole season. Since 2017, all the teams use the same electronic management system, provided by the championship promoter. Each rider is equipped with a limited number of tires. Bikes must have a minimum weight of 157 kg, including no more than 22 liters of fuel, normal levels of oil and water, and all additional equipment attached to the motorcycle<sup>1</sup>.

The characteristics of motorcycle races mean that intense neuromuscular activity is required to ride fast and maneuver the motorcycle on the track while counteracting the numerous inertial stresses to which the rider is subjected<sup>3-6</sup>. The mean speeds of the races are usually higher than 160 km/h<sup>7</sup>, and the rider must brake more than 170 times generating a mean inertial stress higher than 1g, leaning into the curves more than 370 times per race<sup>3</sup>. As a consequence, the main physiological demands during official competitions can be summarized in: i) heart rates (HR) almost always above 90% HRmax<sup>3,7,8</sup>, with a positive correlation between the frequency of occurrence of HRmax and mean speed of racing, but not between cardiac load and perceived track difficulty<sup>9</sup>; ii) blood lactate concentrations measured after racing indicate the involvement of the anaerobic metabolism, with values increased more than two-fold as compared to resting values (of 2.0±0.1 mmol/L)<sup>6</sup> attaining values around or slightly above the anaerobic threshold of 4 mmol/L<sup>3-5</sup>; iii) muscle involvement lead to hypertrophic forearms<sup>10</sup> with left dominance demonstrated in off-road riders<sup>11</sup>; iv) the relationships between anthropometric characteristics and the power of the engines indicate that small and light riders might be advantaged even if this hypothesis needs further investigations<sup>3</sup>; v) both the qualifying session and the race induce a rise in the cortisol levels<sup>6</sup>, indicating a high level of stress<sup>12</sup> characterized by an anticipatory response to the contest<sup>6</sup>.

Due to the high speeds attained and the battles between riders, falls and collisions are not uncommon among elite motorcycle riders<sup>13</sup>, but the relative incidences of injuries requiring surgery or fatal are low<sup>14</sup>.

Despite its worldwide popularity, the continuous motorbike's technological improvement<sup>15</sup> and the considerable business interest, there are only few research published in the scientific literature regarding the injuries and the epidemiology of motorcycle racing<sup>14,16-22</sup>, thus the aim of this paper is to contribute to the discussion about epidemiological data regarding the injuries of MotoGP riders.

## Material and method

Three seasons of the MotoGP World Championships were studied (2019, 2020, 2021), analyzing the official reports of every race (Table 1), and searching the official websites of the races, the personal websites of the riders and electronic sports newspapers for time-loss injuries.

Searches were carried out using Google and Yahoo as web search engines, typing several keywords: MotoGP, fall, injury, training, race, and the names of the races and of the riders variously associated with each other. When an injury was found, the information was checked, and the web search was deepened for the place, date, and name of the race.

For all the riders who participated in these three World Championships, the search was performed also for time loss injuries occurred during their entire career, including moto racing championships (Moto2, Moto3, MotoGP) and training sessions out of the circuits. Consultation of websites was done from September the 1st to December the 20th 2021, thus this is a retrospective study.

The analysis were performed on publicly available data, in accordance with the 1964 Helsinki declaration involving human participants and its later amendments or comparable ethical standards.

A time-loss injury (TLI) was defined as an injury that leads a rider to be unable to take full part in future races or training sessions.

Race exposition was calculated from the time taken by every rider to complete the races added to the race times of the riders who did not finish the competition.

Data were anonymized and analyzed by descriptive statistics. Incidence was calculated dividing the number of injuries by exposition and was expressed per 1000 hours and per 1000 km of race, with 95% confidence interval<sup>23</sup>. The  $\chi^2$  test was used to compare injury rate between practice and race, considering  $p < 0.05$  as significant. Relationship between prevalence and number of participations in World Championships was analyzed by simple linear regression.

## Results

Twenty-nine riders with 28.0±4.7 yrs of age (range 21.0-41.9); 66.9±3.8 kg (62.0-80.0); 1.75±0.05 m (1.65-1.84); 21.8±1.2 kg/m<sup>2</sup> (19.8-25.0) and 6.0±4.5 yrs (1.0-20.0) of experience in MotoGP and 11.8±8.2 yrs of experience in motor racing championships, were considered for the study. Nineteen riders (66%) participated in all the three seasons, three (10%) in two seasons and seven (24%) in one season. Prevalence and incidence data are shown in Table 2 and Table 3 respectively.

**Table 1.** List in alphabetical order of the circuits of the three seasons analyzed and their characteristics.

Circuit (country)	Curves N°	Length km	Laps N°	Race km	Winner time mm:ss	Average speed km/h
Alcaniz (ESP)	17	5.077	23	116.771	41:44.422	167.8
Assen (NED)	18	4.542	26	118.092	40:35.031	174.5
Austin (USA)	20	5.513	20	110.260	41:41.435	158.6
Barcelona (ESP)	14	4.657	24	111.768	40:21.749	166.1
Brno (CZE)	14	5.403	21	113.463	41:38.764	163.4
Buriram (THA)	12	4.554	26	118.404	39:36.223	179.3
Jerez (ESP)	13	4.423	25	110.575	41:05.602	161.4
Le Mans (FRA)	14	4.185	27	112.995	47:25.473	142.9
Losail (QUA)	16	5.380	22	118.360	42:28.663	167.1
Misano (ITA)	16	4.226	27	114.102	41:48.305	163.7
Motegi (JAP)	14	4.801	24	115.224	42:41.492	161.9
Mugello (ITA)	15	5.245	23	120.635	41:16.344	175.3
Phillip Island (AUS)	12	4.448	27	120.096	40:43.729	176.9
Portimao (POR)	15	4.592	25	114.800	41:48.163	164.7
Sachsenring (GER)	13	3.671	30	110.130	41:07.243	160.6
Sepang (MAS)	15	5.543	20	110.860	40:14.632	165.2
Silverstone (GBR)	18	5.900	20	118.000	40:20.579	175.4
Spielberg (AUT)	10	4.318	27	116.586	38:07.879	183.4
Termas de Rio Hondo (ARG)	14	4.806	25	120.150	41:43.688	172.7
Valencia (ESP)	14	4.005	27	108.135	41:15.481	157.2

**Table 2.** Prevalence of time-loss injuries in the three MotoGP Championships. Prevalence tends to increase linearly as riders participate in more than one Championship ( $R^2= 0.998$ ;  $p<0.001$ ).

Championship	Injured riders (N)	Injures (N)	Riders (N)	Prevalence ( $\pm 95\%CI$ )
2019	8	11	23	35% (15%-54%)
2020	6	7	22	27% (9%-46%)
2021	5	8	25	20% (4%-36%)
Participation in 3 Championships	15	26	29	52% (34%-70%)
Participation in 2 Championships	10	17	26	38% (20%-57%)
Participation in 1 Championship	6	9	23	26% (8%-44%)

**Table 3.** Annual and cumulative incidence of time-loss injuries during races. Championships data regarding drivers, finishers and DNF were expressed as mean  $\pm$  SD of participants per race.

Championship	Races (n)	Drivers (n)	Finishers (n)	DNF (n)	Injuries (n)	Exposition (h)	Incidence/1000h ( $\pm 95\%CI$ )	Exposition (km)	Incidence/1000km ( $\pm 95\%CI$ )
2019	19	21.5 $\pm$ 1.1	17.6 $\pm$ 2.0	3.8 $\pm$ 2.0	5	232	21.6 (2.7%-40.4%)	42,980	0.1 (0.0%-0.2%)
2020	14	20.4 $\pm$ 1.1	16.8 $\pm$ 2.6	3.6 $\pm$ 2.1	4	155	25.8 (0.5%-51.1%)	27,935	0.1 (0.0%-0.3%)
2021	18	21.4 $\pm$ 1.0	18.0 $\pm$ 1.8	3.4 $\pm$ 1.9	4	225	17.8 (0.4%-35.2%)	41,274	0.1 (0.0%-0.2%)
<b>Totals</b>	<b>51</b>	<b>1,080</b>	<b>894</b>	<b>186</b>	<b>13</b>	<b>612</b>	<b>21.2 (9.7-32.8%)</b>	<b>112,198</b>	<b>0.1 (0.1%-0.2%)</b>

DNF: did not finish.

Note that the number of races in each of the three championships was less than usual due to the COVID-19 pandemic.

Over the three seasons, there were 678 falls during the races (Table 4), 26 (4%) resulting in TLI involving one or more than one rider.

Mechanism of the 26 injuries were due to low-side, i.e., falling toward the inside of the turn (N=12; 46%), collisions (N=10; 38%), high-

side i.e., falling over and toward the outside of the turn (N=2; 8%), speed wobble (N=1; 4%) and gust of wind (N=1; 4%).

In the three considered seasons riders reported three more acute TLI during running (knee sprain), mountain biking (wrist fracture) and

**Table 4. Falls during the three seasons, divided by phases of the races of MotoGP World Championship.**

	2019	2020	2021	Average±SD
Races (n)	19	14	18	17.0±2.6
Falls during free practice 1	23	15	27	21.7±6.1
Falls during free practice 2	37	30	36	34.3±3.8
Falls during free practice 3	20	29	39	29.3±9.5
Falls during free practice 4	21	18	34	24.3±8.5
Falls during qualifying practice 1 (Q1)	14	11	23	16.0±6.2
Falls during qualifying practice 2 (Q2)	19	12	27	19.3±7.5
Falls during Warm-up	12	9	19	13.3±5.1
Falls in race	74	56	73	67.7±10.1
<b>Total of falls</b>	<b>220</b>	<b>180</b>	<b>278</b>	<b>226.0±49.3</b>

Source of data: <http://www.motogp.com>.

**Table 5. Falls and time-loss injuries (TLI) occurred in race and practice before the race (free practices, qualifying and warm up).**

Year	Races	Race			Practice			Race+practice		
		Falls	TLI	%	Falls	TLI	%	Falls	TLI	%
2009	19	74	5	7%	146	6	4%	220	11	5%
2020	14	56	4	7%	124	3	2%	180	7	4%
2021	18	73	4	5%	205	4	2%	278	8	3%
<b>Totals</b>	<b>51</b>	<b>203</b>	<b>13</b>	<b>6%</b>	<b>475</b>	<b>13</b>	<b>3%</b>	<b>678</b>	<b>26</b>	<b>4%</b>

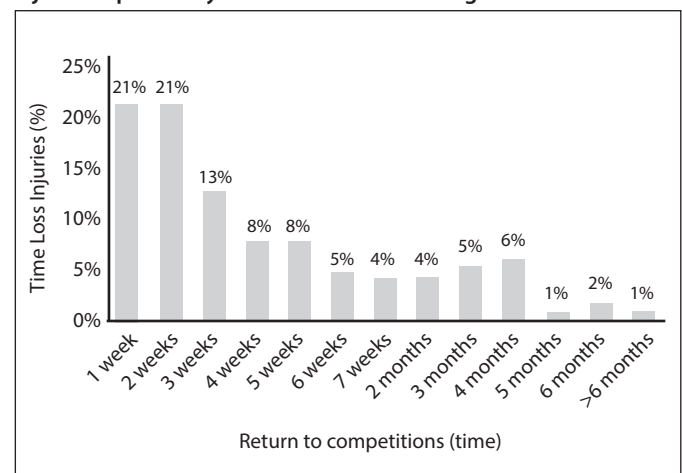
motocross training sessions (concussion), and two chronic TLI injuries due to forearm compartment syndrome (both bilateral). Thus, in the considered period we found a total of 31 TLI (84% during MotoGP races and practice and 16% during training); 3 of them were considered as polytraumas (10%). These TLI were classified as contusions (N=11; 35%), bone fractures (N=10; 32%), sprains (N=3; 10%), concussions (N=3; 10%), compartment syndromes (N=3; 6%) and reopening of surgical wound (N=1; 3%) (Table 5).

Considering their entire career until the time of the present study, riders reported  $5.8 \pm 4.2$  (range: 1-13) TLI each, and the median absence from trainings and competitions due to a TLI was 18 days, ranging from 1 to 271 (Figure 1). Fractures were the TLI more frequent, accounting for 59% of TLI, mainly affecting the upper limbs (62% of the fractures).

During their career, riders were affected by TLI during the free and preseason testing sessions (12%), motocross training sessions (8%), mountain biking (2%) and running (1%).

## Discussion

In this paper we analyzed TLI only occurred during three subsequent MotoGP World Championships, excluding the less powerful Moto2 and Moto3 classes, which participate in the same race weekends with different time schedules. The main finding of the study was that there was the same number of TLI in races compared to practices, qualifying heats and warm-ups (i.e., 50%;  $p > 0.05$ ), representing the 6% and 3% of the falls respectively. Campillo-Reicio *et al.*<sup>14</sup> have considered together

**Figure 1. Time for return to competitions after the 165-time loss injuries reported by 29 MotoGP riders during their career.**

the three classes of the World Championship in the 2013-2017 seasons and have reported that the 57% of the accidents took place during races. On the other hand, an injury rate of 19% was reported during races for MotoGP only in the 2014 World Championship<sup>21</sup> and of 26% for Japanese road motorcycle riders during competitions<sup>18</sup>. In the latter study Authors considered only major injuries, i.e., injuries that interrupted participation for a period of more than one month<sup>18</sup>.

The incidence of TLI has only been calculated for races because no precise data on exposure during tests and qualifying heats have been recorded in this study. The incidence of TLI in the three analyzed seasons was 21.2/1000 hours of race (Table 3). However, it is difficult to compare our incidence data with other, such as those published by Tomida *et al.*<sup>18</sup> who reported an injury incidence of 25.6/1000 hours for first class Japanese motorcycle riders referring injuries defined as “an inability to train or compete in national championships”, or by Bedolla *et al.*<sup>16</sup> who reported a “crash” incidence of 96.7/1000 hours considering three US MotoGP races during the 2013 season of the American Red Bull MotoGP series.

In motor sports the incidence can be expressed also per 1000 km, as reported by Zasa *et al.*<sup>21</sup> who defined injury as “inability to train or compete” finding an incidence of 4.1 and 3.8/1000 km of practice and race respectively during the 2014 MotoGP World Championship, while in our three years study we calculated an incidence of TLI of 0.1/1000 km of race.

All these differences may depend on the definition of accident, injury, or time loss injury, and on the different circuits and sample of pilots analyzed. They may also depend on the different year in which the races took place between 2002 and 2021, even considering that the speed of dry racing has increased over a period of 20-years<sup>18</sup>, but also because of the improvement in safety and prevention multimodal measures and changes of some rules of the competitions. Anyway, these data could help to understand the epidemiology of MotoGP injuries, although a better agreement and uniformity in the collection of epidemiological data would be desirable<sup>16</sup>.

In MotoGP falls and accidents are common (Table 4), but serious injuries to brain, spinal cord, chest, and abdomen or fatal injuries are rare<sup>14,21</sup>. The average risk of injury can be estimated from the prevalence, i.e., the number of injured riders divided by the number of riders at risk (Table 2), that tends to increase linearly as riders participate in more than one MotoGP championship ( $R^2 = 0.998; p < 0.001$ ). Analyzing the 29 riders involved in the present study, it emerged that everyone sustained almost one TLI during their career (not only in MotoGP) indicating a 100% risk of TLI in the career.

It is well known that the mean age of MotoGP riders is higher than those of Moto2 and Moto3. Campillo-Recio *et al.*<sup>14</sup> reported a mean age of 26.9±0.2 (n=23), 23.7±0.4 (n=32) and 18.7±1.0 (n=33) yrs for MotoGP, Moto2 and Moto3 respectively, similar of those reported for the 2014 World Championships<sup>21</sup>. In the present study the mean age was 28.0±4.7 yrs, confirming that riders in MotoGP tend to have more experience than those competing in the other classes, but it seems that this fact does not prevent from further injuries due to the high speed reached by the motorbikes and the fights to overtake. Anyway, it was reported that Moto2 and Moto3 riders showed respectively 1.8 and 2.6 times higher relative risk for injuries compared to MotoGP riders<sup>21</sup>.

It is interesting to note that some of the recorded TLI occurred during training out of the circuits. They accounted for 16% during the period considered and these events should be taken into account for accident prevention. In particular, the riders train with running and mountain biking, but frequently riding motocross or dirt bikes, so we recorded 8% of the TLI in the careers of our sample during motocross training sessions, a finding that should be considered for prevention.

Most of the TLI were fractures, because of high-speed crashes. They accounted for 1.5% of the falls in the 2019-2021 seasons, in accordance with Campillo-Recio *et al.*<sup>14</sup> who reported 119 fractures out of 9092 accidents (1.3%) in the 2013-2017 period, 70% of them requiring surgery. In the study carried out by Zasa *et al.*<sup>21</sup> on the database of the Clinica Mobile regarding the 2014 season of MotoGP, the fractures were 18 out of 36 injuries (50%). In our sample, fractures accounted for 59% of TLI in career, affecting the upper limb in 62% of cases of fractures, as result of falling sideways mainly onto the shoulder<sup>14</sup>.

Our study confirms that the most frequent mechanism of injury was low-side, even if the percentage of 46% of TLI resulted lower than that of 70% reported by Bedolla *et al.*<sup>16</sup>. Most of the fractures involved the upper body, often requiring surgery. Campillo-Recio *et al.*<sup>14</sup> reported that, after fracture, the average time until the return to competition in elite riders was two circuits, so that they all were back riding competitively within one to five weeks. In case of minor injuries, the return to competitions can be very fast, thanks to modern mini-invasive techniques of care, and in some cases of mini-surgery or conservative treatment return to competition can be immediate, depending on the site and the type of injury.

Considering the entire career of the riders, the median time for return to competitions after a TLI was 18 days and most of the injuries recovered within less than one month (Figure 1). However, injuries due to polytrauma needed longer times for return to competitions, up to more than six months.

Finally, our study recorded also two TLI injuries due to chronic exertional compartment syndrome affecting both forearms, which etiology is somewhat unclear. Factors involved are the effort to stabilize the engine and the repetitive flexion-extension maneuvers required for handling the throttle, when unilateral. Prevalence of 16% was observed in international level racers<sup>4</sup>. These are overload injuries mainly affecting motocross riders<sup>24</sup>, in 95% of cases bilaterally<sup>25</sup>. However, 34% of the MotoGP riders studied in this paper were affected by this overload pathology during their career. In 71% of the cases the localization was in their right forearm. All were treated by surgery with a median time to return to competitions of 14 days (range 9-50). Open or minimally invasive fasciotomy, or endoscopy-assisted compartment release can be considered when conservative therapy fails<sup>26</sup>. Prevention with proper conditioning and technique of the upper arms are the keys, also considering that riders utilize motocross sessions for training.

## Limits

This is an observational retrospective study, in which the use of web and media sources of information posed a challenge to data collection and understanding of the circumstances of the injuries. These reports allow for the collection of limited data regarding the injury, so it is challenging to obtain detailed information about the casualty and precisely analyze it. Only TLI were considered, however some riders can participate in trainings and races although affected by minor injuries, according with FIM regulations concerning the medical assessment conducted to permit return to competition.

## Conclusions

Despite the risk that riders constantly run during MotoGP championships, fatal events and those with serious consequences are not frequent at all. Injuries are the result of high-speed falls involving mainly the upper limbs. They may cause fractures that require surgery, leading to average absences from competitions of less than one month. Training sessions and testing are equally occasions for time loss injuries and should be considered for prevention and safety promotion of MotoGP riders.

The prevention of injuries should be mainly based on the multi-modal safety measures adopted by the organizers, the riders, and the manufacturers, with particular emphasis on the physical fitness of the rider, which is also necessary to avoid functional overload and the resulting pathologies such as the compartment syndrome of the forearms.

Further longitudinal studies are necessary to better understand all the risk factors and how to prevent injuries in MotoGP.

## Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

## Bibliography

1. FIM World Championship Grand Prix Regulations 2022. (Consultado 01/08/2023). Disponible en: <https://www.fim-moto.com/en/documents/view/2022-fim-grand-prix-world-championship-regulations>
2. Lippi G, Salvagno GL, Franchini M, Guidi GC. Changes in technical regulations and drivers' safety in top-class motor sports. *Br J Sports Med.* 2007;41:922-5.
3. D'Artibale E, Laursen PB, Cronin JB. Human performance in motorcycle road racing: a review of the literature. *Sports Med.* 2018;48:1345-56.
4. D'Artibale E, Rohan M, Cronin JB. Trend analysis of 20 years of FIM road racing Grand Prix Motorcycle World Championship. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018;13:795-801.
5. D'Artibale E, Tessitore A, Tiberi M, Capranica L. Heart rate and blood lactate during official female motorcycling competitions. *Int J Sports Med.* 2007;28:662-6.
6. Filaire E, Filaire M, Le Scanff C. Salivary cortisol, heart rate and blood lactate during a qualifying trial and a official race in motorcycling competition. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007;47:413-7.
7. Lippi G, Guidi GC. Effective measures to improve driver safety. *Br J Sports Med.* 2005;39:686.
8. D'Artibale E, Tessitore A, Capranica L. Heart rate and blood lactate concentration of male road-race motorcyclists. *J Sports Sci.* 2008;26:683-9.
9. D'Artibale E, Laursen PB, Cronin JB. Profiling the physical load on riders of top-level motorcycle circuit racing. *J Sports Sci.* 2018;36:1061-67.
10. Torrado P, Cabib C, Morales M, Valls-Sole J, Marina M. Neuromuscular fatigue after sub-maximal intermittent contractions in motorcycle riders. *Int J Sports Med.* 2015;36:922-8.
11. Gobbi AW, Francisco RA, Tuy B, Kvitne RS. Physiological characteristics of top level off-road motorcyclists. *Br J Sports Med.* 2005;39:927-31.
12. Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lubkowska A. Metabolic markers in sports medicine. *Adv Clin Chem.* 2012;56:1-54.
13. Gervasi M, Gobbi E, Natalucci V, Amatori S, Perroni F. Descriptive kinematic analysis of the potentially tragic accident at the 2020 Austrian MotoGP Grand Prix using low-cost instruments: a brief report. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17:7989.
14. Campillo-Recio D, Comas-Aguilar M, Barrera-Ochoa S, Caceres-Palou E, Charte A, Mir-Bullo X. Accidents and injuries in elite MotoGP motorcycle riders. *J Clin Orthop Trauma.* 2021;14:18:25-9.
15. González-Arcos B, Gamez-Montero PJ. Aerodynamic study of MotoGP motorcycle flow redirectors. *Energies.* 2023; 16:4793.
16. Bedolla J, Santelli J, Sabra J, Cabanas JG, Ziebell C, Olvey S. Elite motorcycle racing: crash types and injury patterns in the MotoGP class. *Am J Emerg Med.* 2016;34:1872-5.
17. Hackney RG, Varley G, Stevens D, Green A. Trauma on the Isle of Man. *Br J Sports Med.* 1993;27(1):9-13.
18. Tomida Y, Hirata H, Fukuda A, Tsujii M, Kato K, Fujisawa K, et al. Injuries in elite motorcycle racing in Japan. *Br J Sports Med.* 2005;39:508-11.
19. Chapman MAS, Oni J. Motor racing accidents at Brands Hatch, 1988/9. *Br J Sports Med.* 1991;25:121-3.
20. Horner CH, O'Brien AA. Motorcycle racing injuries on track and road circuits in Ireland. *Br J Sports Med.* 1986;20:157-8.
21. Zasa M, Schiavi P, Polo R, Pogliacomini F, Comessatti M, Ceccarelli F, et al. Epidemiology of injuries in the 2014 MotoGP World Championship: the "Clinica Mobile" experience. *Sports Orthop Traumatol.* 2016; 32:289-94.
22. Varley GW, Spencer-Jones R, Thomas P, Stevens DB. Injury patterns in motorcycle road racers: experience on the Isle of Man 1989-1991. *Injury.* 1993;24:443-6.
23. Knowles SB, Marshall SW, Guskiewicz KM. Issues in estimating risks and rates in sports injury research. *J Athl Training.* 2006; 41:207-15.
24. Regas I, Pluvy I, Sakek F, Tuphe P, Ortega P, Guinchard B, et al. Epidemiology of upper limb chronic exertional compartment syndrome (CECS) in the French Motorcycle Federation racers: results of a national questionnaire-based study. *Hand Surg Rehabil.* 2021;40:268-76.
25. Jans C, Peersman G, Peersman B, Van Den Langenbergh T, Valk J, Richart T. Endoscopic decompression for chronic compartment syndrome of the forearm in motocross racers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23:2522-7.
26. Winkes MB, Tejjink JA, Scheltinga MR. Motorcycle racer with unilateral forearm flexor and extensor chronic exertional compartment syndrome. *BMJ Case Rep.* 2016 Apr 14;2016:10.1136/bcr-2016-214739.

# Multi-class screening method for the analysis of doping agents in dried blood spot (DBS) samples

Rosa Ventura Alemany<sup>1</sup>, Claudia Bressan<sup>1</sup>, Sergi Coll Camenforte<sup>1</sup>, Núria Monfort Mercader<sup>1,2</sup>, Élica Alechaga Silva<sup>1</sup>, Rosa Bergés Casas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Antidopaje de Catalunya. Hospital del Mar Research Institute. Barcelona. <sup>2</sup>Departament de Ciències Experimentals i de la Salut. Universitat Pompeu Fabra.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00156

**Recibido:** 20/04/2023

**Aceptado:** 30/01/2024

## Summary

In the last years, the use of Dried Blood Spots (DBS) as alternative sampling technique is reaching an increasing interest in the antidoping field. The collection of DBS is performed from small volumes of capillary blood lied on adsorbent support (e.g. cellulose) and let to dry. Compared to the conventional urine or blood collection, this technique presents several advantages as the sampling is less invasive, rapid and does not required specialized personnel to be performed. It also facilitates transport and storage, reducing the costs. Conversely, the reduced sample volume available could represent a limitation and requires the use of highly sensitive instrumentation.

This work presents a multi-class screening method for 100 compounds belonging to different groups of the World Anti Doping Agency prohibited list, including anabolic agents, beta-2 agonists, hormone and metabolic modulators, and diuretics, among others. DBS samples for method development were obtained depositing 20 µL of venous blood and letting them to dry on cellulose cards. The whole DBS spot was then punched out and extracted with organic solvents prior to the analysis by liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC-MS/MS).

The methodology was validated for qualitative purposes. Different parameters were evaluated. The vast majority of the compounds could be reliably detected at sub-ng/mL level. Satisfactory results were obtained in terms of recovery, precision and robustness. Also, matrix effects were negligible for most compounds, as expected considering the low volume of sample analyzed. As a final validation step, DBS samples collected after administration of boldenone, oxandrolone and tamoxifen to healthy volunteers were analyzed. The method showed good performance and robust results, making it fit-for- purpose for its application in sports drug testing.

## Key words:

Doping. Dried blood spots. DBS. Doping agents.

## Método de detección multiclase para el análisis de agentes dopantes en gotas de sangre seca (DBS)

### Resumen

En los últimos años, el uso de gotas de sangre seca (DBS) como técnica de muestreo alternativa está alcanzando un interés creciente en el campo antidopaje. La recogida de DBS se realiza a partir de pequeños volúmenes de sangre capilar que se colocan en un soporte adsorbente, normalmente de celulosa, y se dejan secar. Esta técnica presenta varias ventajas respecto a las matrices convencionales (orina, sangre) ya que el muestreo es menos invasivo, rápido y no requiere personal especializado. También facilita el transporte y almacenamiento, reduciendo los costes. Por el contrario, el reducido volumen de muestra disponible podría representar una limitación y requiere el uso de instrumentación altamente sensible.

En este trabajo, se presenta un método de detección multiclase para 100 compuestos de la lista prohibida de la Agencia Mundial Antidopaje, incluyendo agentes anabólicos, agonistas beta-2, hormonas y moduladores metabólicos, y diuréticos, entre otros. Las muestras de DBS para el desarrollo del método se obtuvieron depositando 20 µL de sangre venosa y dejándola secar sobre tarjetas de celulosa. Después se cortó toda la mancha y se extrajo con disolventes orgánicos y se analizó mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS).

La metodología fue validada con fines cualitativos. La gran mayoría de los compuestos se pudieron detectar de forma fiable a niveles inferiores al ng/ml. Se obtuvieron resultados satisfactorios en términos de recuperación, precisión y robustez. Además, el efecto matriz fue insignificante para la mayoría de los compuestos, como se esperaba considerando el pequeño volumen de muestra analizada. Como paso final de validación, se analizaron muestras DBS obtenidas tras la administración de boldenona, oxandrolona y tamoxifeno a voluntarios sanos. El método mostró resultados sólidos, lo que lo hace adecuado para su aplicación en el control del dopaje en el deporte.

## Palabras clave:

Dopaje. Gotas de sangre seca. DBS. Agentes dopantes.

1<sup>er</sup> Premio SEMED a la investigación 2023

**Correspondencia:** Rosa Ventura Alemany  
E-mail: rventura@researchmar.net

## Introduction

Dried blood spots (DBS) are a microsample consisting of depositing a small volume of capillary blood generated by a finger, arm or heel puncture, on a support, generally made of pure cellulose<sup>1</sup>. DBS samples are used since the 1960s for the neonatal screening of phenylketonuria<sup>2</sup>, and new applications have been described since then<sup>3</sup>. In recent years, there has been growing interest in the application of DBS sampling to other fields and, among them, the doping control field.

DBS samples have advantages over conventional liquid matrices currently used in doping control (urine, serum, plasma). Firstly, DBS sample collection is much less invasive and intrusive than conventional blood or urine samples, and it can be obtained without the need for specialized personnel, even it can be obtained by athletes themselves<sup>4,5</sup>. Furthermore, the stability of the analytes increases considerably even at room temperature and microbial growth is inhibited<sup>1,3</sup>. For these reasons, transportation and storage of DBS samples is simple and costs are reduced compared to conventional matrices. However, the small sample volume available (10-30  $\mu$ L) can hinder the detectability of analytes, especially those that are present at very low concentrations. This is an important factor in antidoping analysis, as the ability to detect very low concentrations of certain analytes is required in order to ensure long detection windows. This drawback can be partially avoided by using very sensitive instrumentation and by the continuous improvement of the sensitivity and selectivity of analytical techniques<sup>7</sup>, and by the increase in the frequency of controls allowed by the reduction of the cost of sample collection, transport and storage<sup>8</sup>.

In 2021, the World Anti-Doping Agency (WADA) published a technical document harmonizing the use of DBS for doping control<sup>9</sup>. This document serves as the operational framework for the application of DBS samples for antidoping control purposes, regulating the collection, transportation, storage and analysis of samples. WADA has encouraged antidoping laboratories to develop analytical methodologies to detect doping agents in DBS samples. For that reason, there have been an increasing number of studies addressing the detection of doping agents in DBS<sup>10-14</sup>.

In this work, a method to detect doping agents from different classes on the WADA prohibited list (anabolic agents, hypoxia inducible factor activating agents, growth hormone releasing factors, beta-2 agonists, hormone and metabolic modulators, and diuretics and masking agents) in DBS samples is presented. The DBS sample is extracted with organic solvents prior to the analysis by liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). The method has been validated following WADA guidelines, and has been applied to DBS samples obtained after administration of some doping substances to healthy volunteers.

## Material and method

### Materials and reagents

Tert-butyl methyl ether (TMBE), acetone, acetonitrile, methanol (LC gradient grade) and formic acid (LC-MS grade) were obtained from Merck (Darmstadt, Germany). Reference standards of the compounds under

study were purchased from Sigma (St. Louis, MO, USA), Toronto Research Chemicals (Toronto, Canada) or NMI (Australia). A Milli-Q purification system was used (Millipore Ibérica, Barcelona, Spain).

### Sample preparation

First, the whole spot of 20  $\mu$ L was punched out and transferred into a polypropylene tube. Then, 10  $\mu$ L of a methanolic solution of the ISTD (testosterone-d<sub>3</sub>, 3 ng/mL; furosemide- d<sub>5</sub>, 100 ng/mL) and 500  $\mu$ L of methanol:acetonitrile (1:1 v/v) were added. The tubes were treated in an ultrasonication bath for 15 min. The supernatant was transferred into a fresh glass tube and the spot was extracted a second time with 500  $\mu$ L of acetone (ultrasonication bath for 15 min). The combined solvents were evaporated to dryness under nitrogen stream in a water bath at 40°C. The residue was reconstituted with 60  $\mu$ L of a mixture of acetonitrile:water (50:50, v/v) and, then, diluted with 30  $\mu$ L of water. The reconstituted extract was centrifuged for 5 min at 10.000 rpm, and the supernatant was transferred to the injection vial. A volume of 10  $\mu$ L of the supernatant was analyzed by LC-MS/MS.

### Analysis by liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS/MS)

LC-MS/MS analyses were carried out using a triple quadrupole (Xevo TQ MS) mass spectrometer (Waters Associates, Milford, MA, USA) coupled to an Acquity ultra-high performance liquid chromatographic system (Waters Associates). Nitrogen was used as desolvation gas and argon was used as collision gas. The desolvation gas flow was set to approximately 1200 L/h and the cone gas flow to 50 L/h. The nitrogen desolvation temperature was set to 450°C and the source temperature to 120°C. Capillary voltage of 3.5 kV was used in positive ionization mode.

Liquid chromatographic separations were performed using an Acquity BEH C18 column (100 x 2.1 mm i.d., 1.7 mm particle size) (Waters Associates). Water (solvent A) and acetonitrile (solvent B) both with formic acid (0.01%) were selected as mobile phase solvents. The percentage of organic solvent was linearly changed as follows: 0 min 3%, 1 min 3%, 8 min 83%, 9 min 95%, 9.1 min 3%, 11 min 3% at a flow rate of 0.4 mL/min and at 45°C.

Mass spectrometric analysis was performed in multiple reaction monitoring (MRM) mode in positive or negative electrospray ionization mode, by measuring two ion transitions per compound (Table 1).

### Validation protocol

The following parameters were evaluated during method validation: selectivity and specificity, recovery, limit of detection, intra-day precision, robustness, and matrix effect. The validation was performed using DBS samples prepared by spotting 20  $\mu$ L of human venous blood, containing EDTA as anticoagulant, onto Whatman® FTA DMPK-C cards, and allowing them to dry for at least 2 h at room temperature. DBS samples were protected from direct light sources, and were stored with suitable desiccant in zip-closure foil bags and kept at -20 °C until analysis. The samples containing analytes were prepared by adding the appropriated stock solutions to the human venous blood and, then, the DBS sample was prepared and stored as already explained.

**Table 1. Analytical conditions for the compounds included in the analytical method and the internal standards (ISTD): group of substances according to WADA Prohibited List<sup>15</sup>, polarity in electrospray ionization (ESI), precursor ion and product ions used to monitor every target compound, and retention time (RT, min).**

Group of substances	Compound	ESI polarity	Precursor ion (m/z)	Product ions (m/z)	RT (min)	
Anabolic Androgenic Steroids (S1.1)	1-Androstendione	positive	287	185, 203	6.3	
	1-Testosterone	positive	289	187, 205	6.0	
	4-Chlorometandienone	positive	335	155, 149	6.3	
	Bolasterone	positive	317	97, 123	6.2	
	Boldenone	positive	287	135, 121	5.4	
	Calusterone	positive	317	97, 123	6.4	
	Clostebol	positive	323	143, 131	6.4	
	Drostanolone	positive	305	269, 215	6.9	
	Fluoxymesterone	positive	337	299, 281	5.1	
	Gestrinone	positive	309	199, 241	5.9	
	Mestanolone	positive	305	229, 269	6.6	
	Mesterolone	positive	305	269, 173	6.5	
	Metandienone	positive	301	121, 149	5.6	
	Methasterone	positive	319	229, 283	7.2	
	Methenolone	positive	303	83, 187	6.0	
	Methylclostebol	positive	337	143, 131	6.6	
	Methyldienolone	positive	287	269, 135	5.5	
	Methylstenbolone	positive	317	201, 145	7.0	
	Methyltestosterone	positive	303	97, 109	6.0	
	Methyltrienolone	positive	285	277, 198	5.4	
	Mibolone	positive	303	107, 121	6.0	
	Nandrolone	positive	275	109, 239	5.5	
	Norclostebol	positive	309	143, 237	6.1	
	Norethandrolone	positive	303	109, 121	6.4	
	Oxabolone	positive	291	125, 149	5.6	
	Oxandrolone	positive	307	271, 289	5.6	
	Stanozolol	positive	329	81, 95	5.8	
	Stenbolone	positive	303	187, 91	6.6	
	Tetrahydrogestrinone	positive	313	241, 159	6.5	
	Trenbolone	positive	271	253, 199	5.2	
Other anabolic agents (S1.2)	AC-262,536	positive	279	195, 169	6.2	
	ACP-105	positive	291	233, 167	6.7	
	Andarine	negative	440	150, 205	5.7	
	Clenbuterol	positive	277	203, 259	3.5	
	GSK 2881078	positive	331	210, 311	5.7	
	LGD_3303	positive	343	245, 293	6.2	
	LGD_4033	positive	339	220, 240	6.7	
	Osilodrostat	positive	228	81, 134	2.9	
	Ostarine	negative	388	118, 185	6.2	
	Ractopamine	positive	302	164, 121	3.1	
	RAD140	positive	394	223, 170	6.0	
	SARM S1	negative	401	261, 205	6.9	
	SARM S9	negative	417	261, 127	7.2	
	YK-11	positive	357	307, 197	7.9	
	Zeranol	negative	321	277, 303	5.5	
	Zilpaterol	positive	262	244, 185	2.2	
	HIF activating agents (S2.1)	Daprodustat	positive	394	230, 312	8.1
		Desidustat	positive	333	233, 204	5.9
		Enarodustat	positive	341	266, 295	6.0
		FG-2216	positive	281	206, 235	5.7
IOX2		positive	353	278, 307	6.3	
JNJ-42041935		positive	347	276, 241	5.9	
Molidustat (BAY 85-3934)		positive	315	207, 233	3.3	
Roxadustat (FG4592)		positive	353	278, 250	6.7	
Vadadustat		positive	307	232, 204	6.1	
Growth hormone releasing factors (S2.2)		Ibutamoren	positive	529	267, 263	4.7
	Beta-2-Agonists (S3)	Bambuterol	positive	368	72, 294	3.8
Fenoterol		positive	304	107, 135	2.6	
Formoterol		positive	345	149, 121	3.4	
Indacaterol		positive	393	375, 173	4.5	
Ritodrine		positive	288	121, 270	2.7	
Salbutamol		positive	240	148, 222	2.2	
Tulobuterol		positive	228	154, 118	3.5	
Vilanterol		positive	486	450, 159	4.9	
Hormone and metabolic modulators (S4)	Aminoglutethimide	positive	233	188, 160	3.3	
	Anastrozole	positive	294	225, 157	5.0	
	Arimistane	positive	285	81, 107	6.6	
	ATD	positive	283	171, 265	5.5	
	Bazedoxifene	positive	471	126, 239	4.6	
	Clomiphene	positive	406	100, 72	6.0	
	Exemestane	positive	297	121, 135	6.1	
	GW0742	positive	472	275, 206	8.0	
	GW1516	positive	454	257, 188	7.8	
	GW1516 sulfone	positive	486	257, 272	6.7	
	Letrozole	positive	286	217, 190	5.0	
	Meldonium	positive	147	58, 59	0.6	
	Raloxifene	positive	474	112, 269	4.3	
	SR9009	positive	438	125, 142	8.1	
Diuretics and masking agents (S5)	Tamoxifen	positive	372	129, 72	6.0	
	Testolactone	positive	301	121, 147	4.8	
	Toremifene	positive	406	72, 58	6.0	
	Trimetazidine	positive	267	166, 181	2.7	
	Acetazolamide	positive	223	181, 164	2.4	
	Althiazide	positive	384	342, 262	4.7	
	Amiloride	positive	230	116, 143	2.2	
	Bendroflumethiazide	positive	422	105, 271	5.4	
	Brinzolamide	positive	384	217, 281	3.2	
	Canrenone	positive	341	107, 105	6.1	
Chlorothiazide	negative	294	214, 179	2.5		
Chlortalidone	positive	339	322, 185	3.9		
Clopamide	positive	346	250, 169	4.3		
Dorzolamide	positive	325	135, 199	2.2		
Eplerenone	positive	415	163, 121	5.0		
Furosemide	negative	329	205, 285	4.7		
Hydrochlorothiazide	negative	296	269, 205	2.7		
Indapamide	positive	366	132, 117	5.0		
Piretanide	positive	363	238, 282	5.5		
Probenecid	positive	286	202, 185	5.9		
Toraseamide	positive	349	264, 290	4.3		
Triamterene	positive	254	237, 104	3.0		
Internal standards (ISTD)	Furosemide-d5	negative	334	290	4.7	
	Testosterone-d3	positive	292	97	5.7	



The selectivity and specificity were evaluated for all compounds by analyzing blank samples from different volunteers ( $n = 20$ ) and verifying the absence of interfering substances at the retention times of the studied compounds.

The extraction recovery was calculated from the analysis of four replicates of DBS samples spiked with the compounds at one concentration level (5 or 20 ng/mL, depending on the compound), and four replicates of DBS blank samples to which the same concentrations of analytes were added after extraction of the blank matrix. The ratios of the peak areas between the analytes and the ISTD obtained from the extracted spiked samples were compared with the ratios obtained in the samples in which the analytes were added to extracted blank samples (representing 100% of extraction recovery).

To evaluate intra-day precision two quality control samples were prepared for each analyte (Low QC and High QC) at two different concentrations, which were set depending on the compound (High QC, 5 or 20 ng/mL; Low QC, 0.25 to 10 ng/mL). The intra-day precision was evaluated as the relative standard deviation (RSD) of the area ratios (analyte/ISTD) of the four replicates of the QC samples.

Robustness was evaluated by analysis in several days of a quality control (QC) DBS sample spiked with 5 ng/mL of the compounds.

Limit of detection (LOD) was established as the concentration a signal-to-noise ratio of 3 for the main ion transition.

Matrix effect was studied by the analysis ( $n = 2$  replicates) of eight different blank blood samples spiked at 0.5 or 2 ng/mL, depending on the compound. The areas of the analytes and the ISTDs were compared with those obtained after the analysis of a water sample ( $n = 4$  replicates) spiked with the compounds.

### Administration study samples

DBS samples were collected after administration of boldenone, oxandrolone or tamoxifen to healthy volunteers. Samples were collected in Whatman FTA DMPK-C cards at the following times after administration: 72 h after intramuscular administration of 100 mg of boldenone, 24 h after oral administration of 20 mg of oxandrolone, and 24 after oral administration of 20 mg of tamoxifen. The samples were left to dry for 2 h and stored at  $-20^{\circ}\text{C}$  until analysis.

## Results and discussion

### Optimization of the analytical method

Several parameters were optimized in the sample preparation procedure such as extraction and reconstitution solvents, and extraction times. Regarding the extraction solvent, a mixture of methanol:tert-butyl-methylether (1:4,v/v) was initially used instead of methanol:acetonitrile (1:1 v/v) as first extraction solvent. However, better results were obtained in terms of extraction recovery with the latter specially for more polar compounds. For the reconstitution of the dry organic extracts, different mixtures of acetonitrile and water were tested, and the final selection was a mixture containing 50:50(v/v) to obtain adequate reconstitution of most of the analytes (specially the most lipophilic compounds) and, then, water needed to be added to obtain adequate retention and peak shape in the LC system.

Different extraction times in ultrasonic bath were tested (15, 30 and 60 min) and no differences in the extraction recoveries were observed for most of the compounds and, for that reason, the shorter time was chosen (15 min).

LC conditions (mobile phase solvents and gradient elution) were optimized to obtain adequate separation of all the analytes in a reasonable analysis time. The run time in the final chromatographic conditions was 11 min, which considered adequate taking into account the high number of compounds included in the analytical method.

Regarding MS parameters, they were optimized for each compound (cone voltage, collision energy) to obtain the maximum signal for the specific precursor and productions. For each compound, different transitions were evaluated when available in terms of sensitivity and matrix interferences that could limit selectivity. The selected precursor and product ions are described in Table 1.

### Validation results

A total of 100 compounds belonging to different classes of the Prohibited List (30 anabolic steroids, 16 anabolic agents, 10 HIF activating agents and growth hormone releasing factors, 8  $\beta$ -2-agonists, 18 hormone and metabolic modulators and 18 diuretics and masking agents)<sup>15</sup> were validated for qualitative purposes using the optimized analytical method. In most of the cases, the parent compounds were included in the analytical procedure because they are the analytes present in blood.

The results of the validation study are presented in Table 2, and summarized in Figures 1 to 3. Results in Figure 1 are expressed as the percentage of compounds belonging to each defined category.

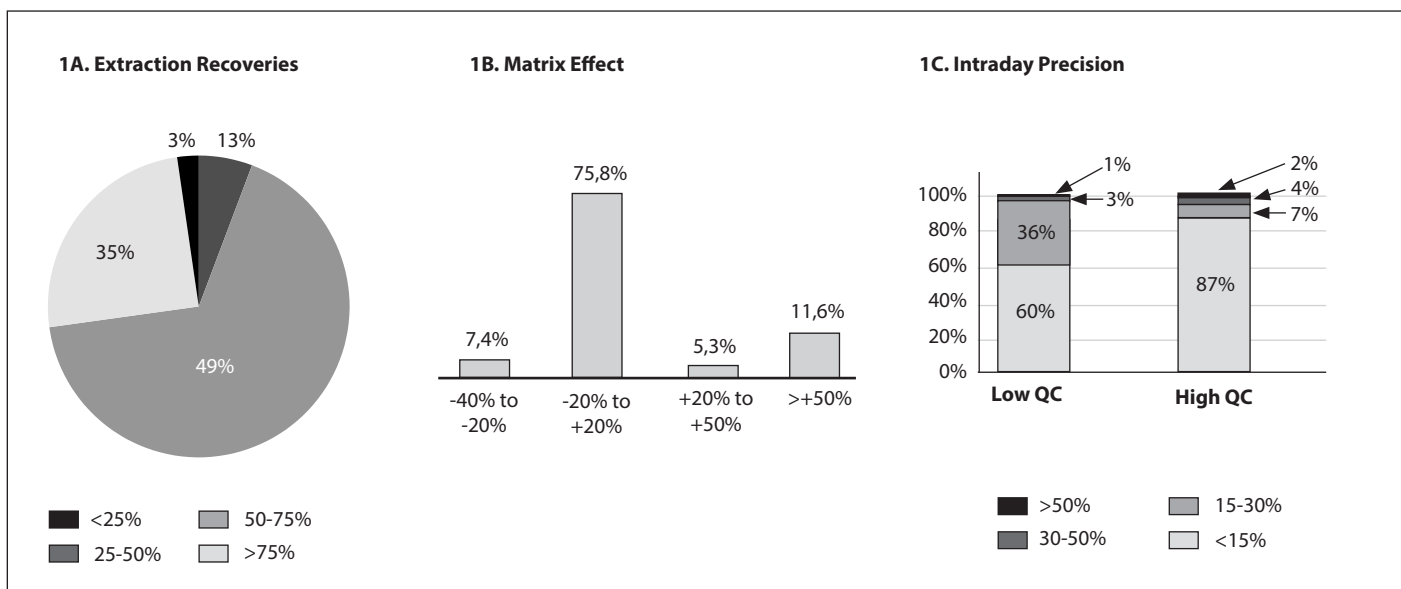
No significant interferences were observed at the retention times of the analytes and their ISTDs in the chromatograms of the corresponding ion transitions in drug-free DBS samples (Figure 2).

Extraction recoveries (Table 2, Figure 1A) were elevated for most of the compounds. Most of the compounds (84%) had extraction recoveries higher than 50%, and only a few analytes (3%) presented very low extraction recoveries (lower than 25%). For these latter analytes, the LODs were very good (lower than 1 ng/mL) and, therefore, the low recovery would not hamper a good detection of these compounds. The wide range of extraction recoveries was also expected and it is due to the different chemical structure and, hence, different physico-chemical properties of the target compounds included in the analytical method.

Regarding LODs, they were at the sub-ng/mL level for most of the compounds: 54% of the compounds showed LOD lower than 0.5 ng/mL, 34% of the compounds between 0.5 and 1 ng/mL, and only 12% higher than 1 ng/mL (2.5 to 10 ng/mL). These LOD are low enough to detect the abuse of the compounds included in the analytical method in doping control tests according to data reported in the literature<sup>16</sup>.

Negligible matrix effect was observed for the vast majority of compounds (Figure 1B), with 75.8% of the compounds in the range of 80 to 120% ( $\pm 20\%$ ). For some compounds (7.4%) moderate ion suppression was observed and 16.9% of the compounds showed moderate to strong ion enhancement. For most of the compounds showing ion suppression, the limits of detection were below 1 ng/mL and, therefore, good detectability is guaranteed in spite of the moderate ion suppression. The negligible matrix effect for most of the compounds was expected due to the low volume of sample matrix (20  $\mu\text{L}$ ).

**Figure 1. Summary of validation results. 1A. Extraction recoveries (%). 1B. Matrix effect (%). 1C. Intraday precision (% relative standard deviation RSD).**



All results are expressed as percentage of compounds included in the analytical method (%) included in each category.

Regarding the variability of the matrix effect among different blood samples, for most of the compounds (78.9%) the RSD of the signal among different matrices was below 15%, and only for 5% of the compounds was greater than 25%. These values are considered correct given the different chemical nature of the compounds analyzed.

Good intra-day precision results were also obtained (Table 2, Figure 1C). The intra-day precision was evaluated at two concentrations levels (Low QC and High QC, Table 2). As can be seen in Figure 1C, most of the compounds, specially for the High QC, showed RSD lower than 15%. For both samples, only a very small percentage of compounds had RSD greater than 30%.

Robustness of the analytical method was evaluated by the analysis of a QC sample spiked with some compounds in several days. Good results were obtained in terms of retention times stability and signal-to-noise ratio reproducibility. An example for some of the compounds is shown in Figure 2.

### Analysis of samples collected after administration of doping agents

DBS samples collected after analysis of boldenone, oxandrolone and tamoxifen were analyzed as a final validation of the fitness-for-purpose analytical method. Results are shown in Figure 3. As it can be seen, in all samples collected after administration the parent compound was detected and in the case of tamoxifen three metabolites were also detected (two isomers of 4-hydroxy-tamoxifen, and 3-hydroxy-4-methoxy-tamoxifen). These metabolites were identified by comparison with reference standards. The concentrations of the compounds

detected were estimated using a calibration sample containing a known concentration of the compounds. The concentrations detected were relatively low, specially for boldenone and oxandrolone, probably due to the extensive metabolism of these compounds.

To evaluate the windows of detection of these compounds in DBS samples and compare them with the current detection capabilities using urine samples, additional studies need to be performed with collection of DBS and urine samples at different time periods up to some days after administration.

Nevertheless, our results show the capability of the developed analytical method to detect doping agents after administration of the drugs, and its applicability to routine doping control.

## Conclusions

In this study, a sensitive multi-class screening method has been developed to detect 100 doping agents in DBS samples. The method has been validated for qualitative purposes, obtaining limits of detection at sub-ng/mL level for the majority of compounds, and showing capability to ruggedly detect doping agents at very low concentrations. As a proof of concept, the analytical method was applied to DBS samples collected after administration of boldenone, oxandrolone and tamoxifen to healthy volunteers. In all three cases, the parent compound was detected and for tamoxifen, three metabolites were also detected. These results have demonstrated the capability of the analytical method to detect the administration of doping agents, and its applicability in routine doping tests.

Table 2. Validation results: group of substances according to WADA Prohibited List<sup>5</sup>, limits of detection (LOD), extraction recoveries and intraday precisions obtained for the High QC and the Low QC.

Group of substances	Compound	LOD	Extraction Recovery		High QC		Low QC	
		(ng/mL)	Conc (ng/mL)	Recovery (%)	Conc (ng/mL)	RSD (%)	Conc (ng/mL)	RSD (%)
S1.1	1-Androstendione	2.5	20	49.2	20	7.2	5	11.9
	1-Testosterone	0.5	5	52.2	5	4.0	0.5	19.1
	4-Chlorometandienone	0.5	5	87.2	5	4.6	0.5	13.0
	Bolasterone	0.25	5	85.3	5	2.0	0.25	6.6
	Boldenone	0.25	5	86.3	5	2.6	0.25	10.6
	Calusterone	0.1	5	82.0	5	2.7	0.25	3.9
	Clostebol	0.5	5	85.1	5	5.3	0.5	9.7
	Drostanolone	1	5	80.7	5	6.6	1	9.8
	Fluoxymesterone	1	5	84.5	5	2.8	1	9.5
	Gestrinone	1	5	62.4	5	5.6	1	21.0
	Mestanolone	1	5	66.7	5	6.7	1	20.8
	Mesterolone	1	5	86.0	5	3.2	1	2.8
	Metandienone	0.5	5	85.7	5	4.3	0.5	13.7
	Methasterone	1	5	84.7	5	6.9	1	9.9
	Methenolone	0.25	5	86.2	5	7.5	0.25	8.1
	Methylclostebol	5	20	82.5	20	5.4	5	11.7
	Methyldienolone	1	5	72.8	5	11.7	1	27.0
	Methylstenbolone	1	5	86.9	5	4.0	1	6.9
	Methyltestosterone	1	5	72.0	5	7.6	1	21.7
	Methyltrienolone	0.25	5	67.7	5	11.8	1	9.0
	Mibolerone	1	5	81.5	5	6.0	1	9.7
	Nandrolone	0.5	5	77.7	5	2.7	0.5	8.5
	Norclostebol	2.5	20	73.2	20	11.8	5	7.3
	Norethandrolone	0.5	5	80.1	5	5.4	0.5	17.8
	Oxabolone	10	20	27.0	20	8.5	10	24.2
	Oxandrolone	2.5	5	87.8	5	4.6	2.5	15.2
	Stanozolol	0.25	5	73.4	5	11.5	0.25	20.8
	Stenbolone	1	5	83.3	5	6.7	1	3.3
	Tetrahydrogestrinone	1	5	73.6	5	6.0	1	13.2
	Trenbolone	1	5	52.8	5	8.7	1	14.9
S1.2	AC-262,536	1	5	61.6	5	11.6	1	20.6
	ACP-105	1	5	82.2	5	13.1	1	13.4
	Andarine	0.1	5	83.4	5	3.3	0.25	9.1
	Clenbuterol	0.1	5	69.6	5	4.0	0.25	4.0
	GSK 2881078	1	5	74.9	5	12.5	1	16.8
	LGD_3303	1	5	90.9	5	14.4	1	18.7
	LGD_4033	0.25	5	85.4	5	5.2	0.25	7.9
	Osilodrostat	0.1	5	86.4	5	8.0	0.25	5.3
	Ostarine	0.25	5	65.7	5	17.0	0.25	25.3
	Ractopamine	0.5	5	53.2	5	44.3	0.5	39.9
	RAD140	0.25	5	66.7	5	13.0	0.25	25.2
	SARM S1	0.1	5	69.8	5	13.4	0.25	14.5
	SARM S9	0.1	5	91.2	5	15.8	0.25	7.1
	YK-11	2.5	20	89.0	20	9.1	5	12.2
	Zeranol	1	5	73.8	5	2.8	1	11.6
	Zilpaterol	0.25	5	70.0	5	6.6	0.25	18.9
S2.1	Daprodustat	0.25	5	37.7	5	8.9	0.25	12.8
	Desidustat	5	20	58.8	20	8.8	5	16.1
	Enarodustat	0.25	5	54.3	5	13.4	0.25	27.4
	FG-2216	5	20	74.7	20	7.4	5	24.3
	IOX2	1	5	60.5	5	8.7	1	27.6
	JNJ-42041935	1	5	60.2	5	11.9	1	20.0
	Molidustat (BAY 85-3934)	5	20	41.8	20	22.4	5	12.8
	Roxadustat (FG4592)	0.1	5	68.2	5	6.8	0.25	12.5
	Vadadustat	0.1	5	74.2	5	2.6	0.25	16.5

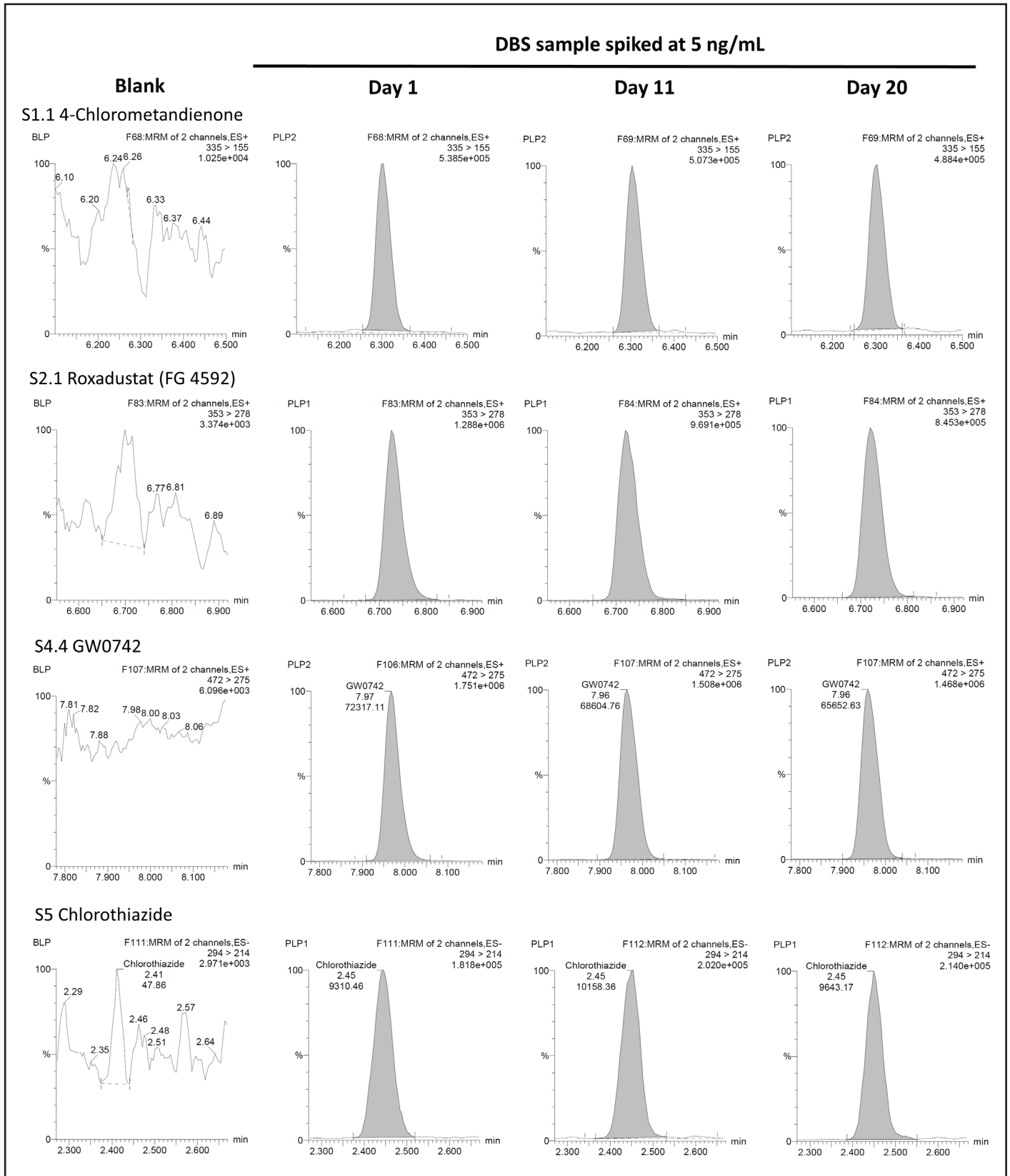
(continued)

**Table 2. Validation results: group of substances according to WADA Prohibited List<sup>5</sup>, limits of detection (LOD), extraction recoveries and intraday precisions obtained for the High QC and the Low QC (continuation).**

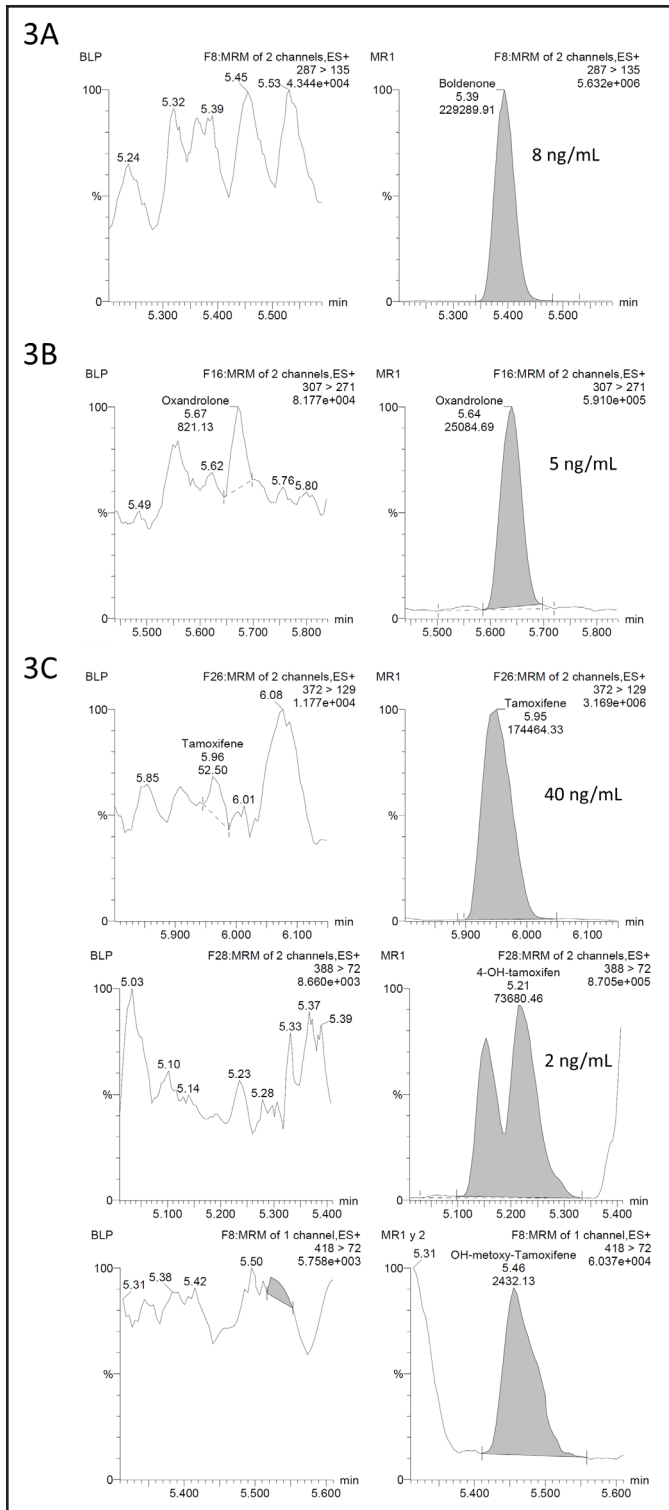
Group of substances	Compound	LOD (ng/mL)	Extraction Recovery		High QC		Low QC	
			Conc (ng/mL)	Recovery (%)	Conc (ng/mL)	RSD (%)	Conc (ng/mL)	RSD (%)
S2.2	Ibutamoren	0.1	5	71.4	5	7.9	0.25	7.3
S3	Bambuterol	0.1	5	13.4	5	5.1	0.25	8.5
	Fenoterol	1	5	28.7	5	12.4	1	11.1
	Formoterol	0.1	5	33.6	5	5.9	0.25	11.0
	Indacaterol	5	20	28.3	20	26.9	5	24.9
	Ritodrine	1	5	44.1	5	8.2	1	15.9
	Salbutamol	0.5	5	52.7	5	5.1	0.5	7.0
	Tulobuterol	0.5	5	9.5	5	44.2	0.5	16.8
	Vilanterol	0.25	5	54.3	5	6.3	0.25	11.5
S4	Aminoglutethimide	1	5	54.0	5	49.6	1	26.6
	Anastrozole	0.05	5	88.6	5	2.9	0.25	3.9
	Arimistane	0.5	5	66.2	5	2.4	0.5	19.9
	ATD	1	5	49.9	5	6.9	1	14.4
	Bazedoxifene	1	5	9.3	5	3.9	1	26.3
	Clomiphene	0.5	5	54.1	5	48.4	0.5	39.0
	Exemestane	1	5	66.2	5	5.5	1	11.2
	GW0742	0.1	5	60.7	5	7.4	0.25	3.5
	GW1516	0.05	5	60.5	5	5.9	0.25	3.2
	GW1516 sulfone	0.1	5	69.4	5	4.4	0.25	2.9
	Letrozole	0.1	5	87.3	5	3.0	0.25	3.7
	Meldonium	5	20	72.9	20	6.0	5	9.9
	Raloxifene	0.25	5	38.9	5	3.3	0.25	7.9
	SR9009	0.25	5	92.2	5	19.9	0.25	15.8
	Tamoxifen	0.5	5	62.5	5	63.9	0.5	53.3
	Testolactone	0.5	5	80.1	5	9.9	1	11.8
	Toremifene	0.5	5	93.4	5	51.6	0.5	15.3
Trimetazidine	1	5	65.1	5	28.8	1	30.6	
S5	Acetazolamide	0.5	5	77.0	5	10.7	1	9.4
	Althiazide	1	5	64.8	5	11.6	1	13.8
	Amiloride	0.5	5	25.5	5	6.5	0.5	12.2
	Bendroflumethiazide	5	20	73.1	20	10.0	5	7.9
	Brinzolamide	1	5	75.0	5	9.8	1	15.8
	Canrenone	1	5	79.7	5	5.9	1	10.2
	Chlorothiazide	0.25	5	69.0	5	7.4	0.25	11.2
	Chlortalidone	1	5	86.6	5	2.4	1	8.5
	Clopamide	1	5	78.3	5	6.8	1	21.6
	Dorzolamide	1	5	73.9	5	9.6	1	19.0
	Eplerenone	1	5	74.1	5	8.6	1	18.0
	Furosemide	0.25	5	58.4	5	4.8	0.25	26.1
	Hydrochlorothiazide	0.25	5	80.8	5	9.0	0.25	28.7
	Indapamide	0.5	5	48.2	5	20.2	1	13.2
	Piretanide	0.25	5	56.4	5	5.1	0.25	15.7
	Probenecid	0.5	5	74.6	5	3.6	0.5	11.5
	Toraseamide	0.05	5	69.5	5	3.7	0.25	4.1
	Triamterene	0.1	5	49.6	5	2.4	0.25	6.4

Conc: concentration; RSD: relative standard deviation.

Figure 2. Results obtained after analysis of a blank DBS sample (left) and a QC sample (DBS sample spiked at 5 ng/mL) in different days (days 1, 11 and 20). Chromatograms of the ion transitions of the different analytes.



**Figure 3. Results obtained after analysis of samples collected before (left) and after administration (right) of boldenone, oxandrolone or tamoxifen.**



3A. Chromatograms of the characteristic ion transition of boldenone.  
 3B. Chromatograms of the characteristic ion transition of oxandrolone.  
 3C. Chromatograms of the characteristic ion transition of tamoxifen (top), 4-hydroxy-tamoxifen (middle) and 3-hydroxy-4-methoxy-tamoxifen (bottom).  
 Indicated concentrations were obtained using a single point calibration sample.

## Acknowledgements

Financial support of Generalitat de Catalunya (Consell Català de l'Esport) are gratefully acknowledged. Support from AGAUR (Generalitat de Catalunya) (2021 SGR 00040) is acknowledged. The authors would also like to thank the contributions of David Alcaide Benavides and Josep Falcó Escribano.

## Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

## Bibliography

- Henion J, Oliveira R V, Chace DH. Microsample analyses via DBS: Challenges and opportunities. *Bioanalysis*. 2013;5(20):2547–65.
- Guthrie R, Susi A. A simple phenylalanine method for detecting phenylketonuria in large populations of newborn infants. *Pediatrics*. 1963;32(3):338–43.
- Xu Y, Woolf EJ, Agrawal NGB, Kothare P, Pucci V, Bateman KP. Merck's perspective on the implementation of dried blood spot technology in clinical drug development - Why, when and how. *Bioanalysis*. 2013;5(3):341–50.
- Edelbroek PM, Heijden J Van Der, Stolk LML. Dried blood spot methods in therapeutic drug monitoring: Methods, assays, and pitfalls. *Ther Drug Monit*. 2009;31(3):327–36.
- Crimmins E, Kim JK, McCreath H, Faul J, Weir D, Seeman T. Validation of blood-based assays using dried blood spots for use in large population studies. *Biodemography Soc. Biol*. 2014;60(1):38–48.
- Lakshmy R, Tarik M, Abraham RA. Role of dried blood spots in health and disease diagnosis in older adults. *Bioanalysis*. 2014;6(23):3121–31.
- Thevis M, Geyer H, Tretzel L, Schänzer W. Sports drug testing using complementary matrices: Advantages and limitations. *J Pharm Biomed Anal*. 2016;130:220–30.
- Cox HD. Dried blood spots may improve detection of blood doping. *Clin Chem*. 2019;65(12):1481–3.
- World Anti-doping Agency. WADA Technical Document: Dried Blood Spots (DBS) for doping control. Requirements and Procedures for Collection, Transport, *Analytical Testing and Storage*. (TD2021DBS) 2021.
- Salamin O, Nicoli R, Xu C, Boccard J, Rudaz S, Pitteloud N, et al. Steroid profiling by UHPLC-MS/MS in dried blood spots collected from healthy women with and without testosterone gel administration. *J Pharm Biomed Anal*. 2021;204:114280.
- Solheim SA, Levernæs MCS, Mørkeberg J, Jul A, Upners EN, Nordsborg NB, et al. Stability and detectability of testosterone esters in dried blood spots after intramuscular injections. *Drug Test Anal*. 2021;14(11-12):1926-37.
- Mazzarino M, Di Costanzo L, Comunità F, Stacchini C, de la Torre X, Botrè F. UHPLC-HRMS Method for the Simultaneous Screening of 235 Drugs in Capillary Blood for Doping Control Purpose: Comparative Evaluation of Volumetric and Non-volumetric Dried Blood Spotting Devices. *ACS Omega*. 2022;7(36):31845–68.
- Garzinsky AM, Thomas A, Guddat S, Görgens C, Dib J, Thevis M. Dried blood spots for doping control: Development of a comprehensive initial testing procedure with fully automated sample preparation. *Biomed Chromatogr*. 2023;37(8):e5633.
- Requena-Tutusaus L, Anselmo I, Alechaga E, Bergés R, Ventura R. Achieving routine application of dried blood spots for erythropoietin receptor agonist analysis in doping control: low-volume single-spot detection at minimum required performance level. *Bioanalysis*. 2023;15(20):1235-46.
- World Anti-doping Agency. *WADA International Standard: The Prohibited List*. 2023.
- Thevis M, Walpurgis K, Thomas A. Dropwise. current role and future perspectives of dried blood spots (DBS), blood microsampling, and their analysis in sports drug testing. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2023;60(1):41-62.

# Posicionamiento de la Sociedad Española de Medicina del Deporte sobre la participación deportiva de personas con reasignación de sexo, transexuales y con intersexualidad

Pedro Manonelles (Coordinador)<sup>1</sup>, Laura Audí Parera<sup>2</sup>, Miguel Del Valle Soto<sup>3</sup>, Gonzalo María Correa González<sup>4</sup>, Ostaiska Eguía Lecumberrí<sup>5</sup>, Luis Franco Bonafonte<sup>6</sup>, José Carlos Fuertes Rocañín<sup>7</sup>, Francisco Javier Pérez Ansón<sup>8</sup>, Francisco Javier Rubio Pérez<sup>9</sup>, M<sup>a</sup> Concepción Ruiz Gómez<sup>10</sup>, José Luis Terreros Blanco<sup>11</sup>, Raquel Blasco Redondo<sup>12</sup>, Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea<sup>13</sup>

<sup>1</sup>Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Miembro de la Junta de Gobierno de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. Catedrático Extraordinario. Cátedra Internacional de Medicina del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM). <sup>2</sup>Especialista en Análisis y Bioquímica Clínica. Hospital Vall d'Hebron. Barcelona. Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN). Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (SEEP). European Society for Pediatric Endocrinology (ESPE). Barcelona. <sup>3</sup>Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Presidente de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. Catedrático de la Universidad de Oviedo. <sup>4</sup>Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Vicepresidente de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. <sup>5</sup>Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Miembro de la Junta de Gobierno de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. <sup>6</sup>Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Secretario General de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. <sup>7</sup>Especialista en Psiquiatría. Presidente de la Sociedad Aragonesa Psiquiatría Legal y Ciencias Forenses. <sup>8</sup>Médico. Tesorero de la Junta de Gobierno de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. Servicio Contra Incendios Salvamento y Protección Civil. Ayuntamiento de Zaragoza. <sup>9</sup>Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Miembro de la Junta de Gobierno de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. Responsable de la Unidad de Medicina del Deporte del Hospital Universitario Sant Joan de Reus y del Hospital Comarcal Amposta. Profesor Asociado Facultad de Ciencias de La Salud. Universidad Rovira i Virgili. <sup>10</sup>Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Miembro de la Junta de Gobierno de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. Titulada Superior-médico especialista en Medicina del Deporte de la Universidad de Málaga. <sup>11</sup>Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Director de la Agencia Estatal. Comisión Española para la Lucha Antidopaje en el Deporte. <sup>12</sup>Médico. Especialista en Medicina Interna. Miembro de la Junta de Gobierno de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. Responsable de la Unidad de Medicina Interna del CEREMEDE (SACyL). Profesora de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valladolid. Vicepresidenta primera de la Junta de Gobierno del Ilustre Colegio Oficial de Médicos de la Provincia de Valladolid. Valladolid. <sup>13</sup>Médico Especialista en Medicina de la Actividad Física y el Deporte. Unidad de Medicina del Deporte. Unidad Integral de Obesidad y Cirugía del Hospital de Día Quirón Salud San Sebastián. Presidenta de la Sociedad Vasca de Medicina del Deporte-EKIME. Miembro de la Junta de Gobierno de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. San Sebastián.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00157

Recibido: 23/11/2023

Aceptado: 23/11/2023

## Resumen

Los cambios sociales relacionados con la identidad de género que se están produciendo en los últimos años tienen una notable y creciente repercusión en la práctica deportiva. La incorporación de personas con reasignación de sexo, transexuales e intersexuales (desarrollo sexual diferente) en la competición deportiva genera cuestiones que hasta ahora eran muy poco frecuentes y relevantes pero que en la actualidad están provocando dudas, debate y controversia. La Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED) consciente de que este tema tiene importantes repercusiones, tanto sobre el ejercicio profesional de los facultativos que atienden a deportistas, como sobre la salud de los propios deportistas, entiende que es necesario profundizar en el conocimiento de la práctica deportiva de las personas con reasignación de sexo, transexuales y con intersexualidad y considera oportuno efectuar un posicionamiento oficial sobre este tema. Este trabajo aborda la reasignación de sexo, la transexualidad y la intersexualidad aportando luz sobre sus definiciones, sobre su prevalencia y sobre las diferencias de rendimiento deportivo existentes entre hombres y mujeres. También considera importante hacer una referencia a las formas de clasificación en el deporte, así como el papel de los andrógenos (testosterona y dihidrotestosterona, DHT) sobre el deporte. Analiza la participación deportiva de personas con reasignación de sexo, transexuales e intersexuales desde la irrupción del caso de Caster Semenya para terminar con el posicionamiento de la Sociedad Española de Medicina del Deporte y la recomendación sobre actuaciones propuestas a las autoridades deportivas sobre el abordaje de la participación deportiva de las personas con reasignación de sexo, transexuales e intersexuales desde la óptica de las consecuencias funcionales, lesionales y de incentivación de la práctica deportiva de las mujeres.

## Palabras clave

Reasignación de sexo.  
Género. Sexo. Transexualidad.  
Intersexualidad.  
Clasificación deportiva.

Correspondencia: Pedro Manonelles

E-mail: pmanonelles@femede.es

## Position of the Spanish Society of Sports Medicine on the Sports participation of people with sex reassignment, transsexuals and intersexuals

### Summary

The social changes related to gender identity that have been taking place in recent years have a notable and growing impact on sports practice. The incorporation of people with sex reassignment, transsexuals, and intersex (different sexual development) in sports competition raises issues that until now were very rare and relevant but that are currently causing doubts, debate, and controversy. The Spanish Society of Sports Medicine (SEMED), aware that this issue has important repercussions, both on the professional practice of physicians who care for athletes, and on the health of the athletes themselves, understands that it is necessary to deepen the knowledge of the sports practice of people with sex reassignment, transsexuals and intersexuality and considers it appropriate to make an official position on this issue. This work addresses sex reassignment, transsexuality, and intersexuality, shedding light on their definitions, their prevalence, and the differences in sports performance between men and women. He also considers it important to make a reference to the forms of classification in sport, as well as the role of androgens (testosterone and dihydrotestosterone, DHT) in sport. It analyzes the sports participation of people with sex reassignment, transsexuals and intersexuals since the emergence of the Caster Semenya case to end with the positioning of the Spanish Society of Sports Medicine and the recommendation on actions proposed to the sports authorities on addressing the sports participation of people with sex reassignment, transsexuals, and intersex from the perspective of the functional, injury and incentive consequences of women's sports practice.

### Key words:

Sex reassignment.  
Gender. Sex. Transsexuality.  
Intersexuality. Sports classification.

## Introducción

En los últimos años se han producido cambios sociales relacionados con la identidad de género que están teniendo repercusión en la práctica deportiva y que es fácil prever que van a tener una creciente trascendencia en el futuro.

La incorporación de personas con reasignación de sexo, transexuales e intersexuales (desarrollo sexual diferente) en la competición deportiva genera cuestiones que hasta ahora eran muy poco frecuentes y relevantes pero que en la actualidad están provocando dudas, debate y controversia.

La Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED) consciente de que este tema tiene importantes repercusiones, tanto sobre el ejercicio profesional de los facultativos que atienden a deportistas, como sobre la salud de los propios deportistas, entiende que es necesario profundizar en el conocimiento de la práctica deportiva de las personas con reasignación de sexo, transexuales y con intersexualidad y considera oportuno efectuar un posicionamiento oficial sobre este tema.

## Definiciones

Se define la *transexualidad* como una manifestación persistente de discordancia personal entre el sexo asignado en el nacimiento (genético, gonadal, genital y morfológico) y el sexo/género sentido. Esta discordancia provoca un sentimiento de profundo rechazo hacia las características sexuales primarias y secundarias de su sexo biológico y busca adecuar su cuerpo mediante tratamientos hormonales y quirúrgicos para corregir su apariencia y conseguir vivir y ser tratado socialmente con arreglo al género sentido y deseado<sup>1</sup>.

Se define la *disforia de género* como la incongruencia del sexo de nacimiento y la identidad sexual<sup>2</sup>.

*Desarrollo sexual diferente (DSD)*. Grupo heterogéneo de anomalías congénitas provocadas por alguna discordancia entre la determinación del sexo genético (cromosomas sexuales), el de las gónadas (masculinas, testículos o femeninas, ovarios) y el de los genitales internos (conductos deferentes, epidídimo y próstata o trompas de Falopio, útero y vagina) y/o genitales externos (uretra masculina, pene y bolsas escrotales o clítoris, labios mayores y menores y orificio vaginal) que dan como resultado una alteración en la determinación o diferenciación del sexo, y que se estima que afectan a 1 de cada 4.500 recién nacidos (excluidos el hipospadias aislado y los DSD secundarios a anomalías cromosómicas<sup>3</sup>.

*Rectificación registral del sexo*. Modificación de la mención relativa al sexo consignada inicialmente en la inscripción de nacimiento, de acuerdo con la legislación registral vigente<sup>4</sup>.

## Prevalencia

Las estimaciones de la prevalencia de la disforia de género varían de forma considerable. En estudios realizados en el Reino Unido y en Holanda hay una prevalencia de un caso por 12.000 habitantes en varones y de un caso por 30.000 habitantes en mujeres. En España, se ha encontrado una prevalencia de un caso por 9.685-21.031 en varones biológicos y de un caso por 15.456-48.096 en mujeres biológicas<sup>5</sup>.

En lo que respecta a la prevalencia y proporción entre sexos de la transexualidad en diversos estudios nacionales e internacionales se ha encontrado que el cociente de transexuales femeninos (transexual hombre a mujer) y transexuales masculinos (transexual mujer a hombre) se sitúa entre 4:1 y 2:1 respectivamente<sup>6</sup>.



## Diferencias de rendimiento deportivo entre mujeres y hombres

El sexo determina diferencias entre mujeres y hombres, más allá de las morfológicas, de enorme trascendencia en lo que afecta al rendimiento deportivo, aunque en deporte de alto nivel hay fenotipos muy diversos y, en algunos casos, las diferencias pueden ser menores o incluso anularse.

En la Tabla 1 se resumen diferencias físicas, funcionales y de rendimiento deportivo entre mujeres y hombres.

## La clasificación en el deporte

En los inicios de la regulación deportiva se acordó utilizar una forma de clasificación determinada por el sexo, estableciendo las categorías femenina y masculina que se utilizan en prácticamente todos los deportes y contextos. El motivo de este tipo de clasificación fue que las mujeres pudieran participar en el deporte compitiendo con cierta igualdad de condiciones y pudiendo conseguir resultados deportivos, algo que habría sido imposible si existiera una única categoría de clasificación.

Precisamente para evitar las diferencias de rendimiento insalvables, tal como sucede entre mujeres y hombres, hay otras formas de clasificación como son las categorías por edades, las categorías por peso y las categorías funcionales en el deporte paralímpico que, aunque tienen problemas, parecen ser las más equitativas y menos discriminatorias.

De esta forma se limitan, de forma muy considerable, las diferencias de rendimiento entre competidores y todos ellos pueden optar a conseguir triunfos y resultados deportivos, que con otro tipo de clasificación sería impensable.

## El papel de los andrógenos (testosterona y dihidrotestosterona, DHT)

El papel de la testosterona es fundamental en lo que respecta a la participación deportiva por dos motivos de gran trascendencia: el primero es que se trata de la hormona, junto con las características genéticas, responsable de las características que distinguen el cuerpo masculino y determina su capacidad funcional, y el segundo, es que la participación deportiva de personas con reasignación de sexo, transexuales e intersexuales se plantea mediante la reducción de las tasas de testosterona.

La testosterona, principal hormona androgénica, es la responsable de las características propias de la masculinidad y, por lo tanto, de la mayoría de las diferencias entre hombres y mujeres descritas anteriormente, pero su metabolito, dihidrotestosterona (DHT), producido a nivel periférico, es el andrógeno natural más activo a nivel del receptor de andrógenos. Casi la totalidad de la testosterona se produce en los testículos, pero una pequeña cantidad se segrega en las glándulas suprarrenales y en los ovarios, por lo que la testosterona también se encuentra en las mujeres, aunque en una cantidad 15 veces inferior a la de los hombres<sup>22</sup>.

El establecimiento de normas que permiten la participación de personas transgénero (concretamente mujeres trans, es decir, que

Tabla 1. Diferencias físicas, funcionales y de rendimiento relevantes en el deporte entre organismos masculinos y femeninos<sup>7-21</sup>.

Diferencias físicas	
Variable	Porcentaje de diferencia hombre/mujer
Estatura	9%
Longitud de fémur	9%
Longitud de húmero	12%
Anchura de hombros	14%
Anchura pélvica	- 6%
Grasa corporal	- 30%
Masa corporal magra	45%
Masa de la musculatura del tren inferior	33%
Masa de la musculatura del tren superior	40%
Resistencia tendinosa	83%
Gasto cardiaco	30%
Volumen latido	34%
Cantidad de hemoglobina	11%
Diferencias funcionales	
Variable	Porcentaje de diferencia hombre/mujer
Fuerza de agarre	57%
Fuerza de cuádriceps	54%
Fuerza de bíceps	88%
Fuerza total de la extremidad superior	90%
Salto vertical	33%
Velocidad de brazos	21%
Potencia de puñetazo	162%
Consumo máximo de oxígeno absoluto	50%
Consumo máximo de oxígeno relativo	26%
Diferencias de rendimiento en deportes	
Variable	Porcentaje de diferencia hombre/mujer
Natación	11%
Remo	11%
Carreras de atletismo	12%
Carreras de ciclismo	16%
Saltos	19%
Servicio en tenis	20%
Golpe de <i>drive</i> en golf	20%
Halterofilia	31%
Lanzamiento en béisbol	52%
Levantamiento de pesas	66%
Fuerza de melé en rugby	120%

eran hombres de nacimiento) y de personas con DSD con fenotipo femenino, con producción elevada de testosterona y con sensibilidad de los receptores a la misma, que obligan al mantenimiento de tasas de testosterona limitadas que han adoptado algunas federaciones, como la de atletismo<sup>23</sup>, natación<sup>24</sup>, ciclismo<sup>25</sup> y rugby<sup>26</sup> ha sido la medida adoptada para permitir la participación deportiva de mujeres trans.

Sin embargo, la reducción de las tasas de testosterona a niveles inferiores de 2,5 nmol/L, de forma permanente, en personas reasignadas no elimina los efectos de la anterior exposición a tasas más elevadas de testosterona: se ha visto que tras el tratamiento utilizado para reducir las cifras de testosterona, la reducción de la fuerza muscular era escasa<sup>27</sup> y que las mujeres trans retienen algunas de las ventajas de su fisiología anteriormente masculina independientemente de la duración de los tratamientos de terapia hormonal<sup>28,29</sup>.

La terapia de supresión androgénica no tiene ningún efecto sobre las adaptaciones fisiológicas masculinas previas a la transición experimentadas después de la pubertad. Por lo tanto, las mujeres trans que hacen la transición después de completar la pubertad masculina poseerán mayor volumen pulmonar, tamaño cardíaco y estructura ósea, lo que brindará ventajas que implican un mayor consumo máximo de oxígeno y volumen sistólico, así como una biomecánica articular mucho más eficiente<sup>30-34</sup>.

Si que se ha demostrado que someterse a una cirugía de afirmación de género completa con extirpación de los testículos sí que reduce los niveles de testosterona a niveles de castración, <1 nmol/L<sup>35</sup>.

Es necesario hacer una referencia explícita al desarrollo sexual diferente (DSD) que motivó, a raíz del caso de la atleta sudafricana Caster Semenya, la promulgación de normas que obligan a un tratamiento de reducción de las tasas de testosterona y que se aplica en varias federaciones deportivas, concretamente atletismo<sup>23-26</sup>. El desarrollo sexual diferente (DSD) es un amplio espectro de discordancias entre los criterios cromosómico, gonadal y fenotípico (genital) que definen la diferenciación sexual<sup>36</sup>. En diversas condiciones clínicas de DSD, con fenotipos variables y asignación de género femenino, se puede producir una secreción importante de testosterona durante la pubertad que, en caso de que coincida con una sensibilidad normal de los receptores de la testosterona, provocará los efectos de esta hormona que, como se ha indicado, producen una notable mejora del rendimiento deportivo. Por el contrario, en una de las causas de DSD, el síndrome de insensibilidad completa a los andrógenos, no hay respuesta a la testosterona, de modo que ésta no podrá mejorar el rendimiento deportivo.

Cuando se estableció la primera norma para permitir la participación deportiva del desarrollo sexual diferente por parte de la Federación Internacional de Atletismo<sup>37</sup>, la Sociedad Española de Medicina del Deporte, la Agencia Española de Protección de la Salud en el Deporte (AEPSAD) y la Organización Médica Colegial de España<sup>38</sup> realizaron un informe que se oponía a la utilización de hormonas para reducir la cantidad de testosterona de estas personas y que provocó una declaración de la Asociación Médica Mundial recomendando a los médicos no aplicar las normas de la Federación Internacional de Atletismo<sup>39</sup>. Tras esta circunstancia, la Federación Internacional de Atletismo modificó esta norma<sup>40</sup>, aunque sigue manteniendo la obligatoriedad de reducción de la tasa de testosterona de manera permanente.

## La perspectiva psicológica

Desde la perspectiva psicológica las modificaciones hormonales que se tienen que realizar para una reasignación sexual conllevan con frecuencia alteraciones fisiopatológicas del espectro depresivo ansioso y de la conducta alimentaria (anorexia y bulimia)<sup>41,42</sup>, incluso se ha descrito una alta prevalencia y probabilidades significativamente mayores de diagnóstico de trastornos mentales en la población transgénero en comparación con la población cisgénero<sup>43</sup>.

El tratamiento hormonal trae consigo cambios endocrinológicos que provocan una mayor dificultad para el ejercicio, e incluso, pueden

llegar a imposibilitar ciertas actividades físicas, sobre todo en aquellos deportes de alta exigencia, donde a la dureza del entrenamiento físico hay que unirle, según la personalidad de base, modificaciones temperamentales y caracteriales.

Por otro lado, las terapias hormonales precisan a veces la necesidad de un tratamiento psicofarmacológico para disminuir los efectos secundarios, que a su vez pueden producir ventajas competitivas.

## La participación deportiva de personas con reasignación de sexo, transexuales e intersexuales

Desde la irrupción del caso de Caster Semenya se ha abierto un debate sobre la regulación de la participación deportiva de personas con reasignación de sexo, transexuales e intersexuales.

En el año 2018, la Federación Internacional de Atletismo promulgó la primera norma de participación<sup>37</sup> basada en la reducción de la tasa de testosterona y que ha sido adoptada, al menos, por las federaciones de natación<sup>24</sup>, ciclismo<sup>25</sup> y rugby<sup>26</sup>.

Hasta el momento, otras federaciones no han modificado sus normas, seguramente porque no han tenido ningún caso problemático.

Por último, se está planteando y buscando argumentos que justifiquen la creación de una categoría abierta o de tercer género para la competición de esgrima de élite entendiendo que promueve una competición justa, al tiempo que permite a las mujeres trans competir en el deporte elegido<sup>44</sup>.

## Posicionamiento de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Como consecuencia de todo lo anteriormente expuesto, la Sociedad Española de Medicina del Deporte, en relación con la participación deportiva de personas con reasignación de sexo, transexuales e intersexuales (o desarrollo sexual diferente, DSD) indica lo siguiente:

- La biología determina la existencia de dos sexos, masculino y femenino, que tienen características morfológicas y funcionales diferentes.
- Las características masculinas están determinadas fundamentalmente por los andrógenos (testosterona y dihidrotestosterona) y por las características genéticas.
- En algunos casos, el sexo biológico de nacimiento es discordante con la percepción y aceptación de la persona, lo que se denomina disforia de género.
- La discordancia entre el sexo asignado y el sentido provoca que algunas personas busquen adecuar su cuerpo al sexo sentido mediante tratamientos hormonales y quirúrgicos.
- En España, la ley permite el cambio de género sin ningún tipo de limitación.
- La prevalencia de personas con reasignación de sexo, transexuales e intersexuales es muy baja.
- Las diferencias anatomofuncionales entre sexo femenino y masculino son muy importantes. El sexo masculino muestra unos

porcentajes de ventaja funcional y de rendimiento deportivo muy superiores al femenino que, en conjunto, se pueden situar entre el 15 y el 30%.

- Estas diferencias significan que las mujeres obtendrían resultados deportivos muy inferiores a los hombres en el supuesto de que compitieran juntos.
- El sistema de clasificación por sexos, utilizado desde el momento en que empezó a haber participación femenina en el deporte, se basa en las insalvables diferencias de rendimiento entre mujeres y hombres.
- La inclusión de mujeres trans (transexual hombre a mujer) que han realizado la reducción de las cifras de testosterona a los niveles que permiten las normas actuales de algunas federaciones deportivas en la competición con mujeres implica generalmente una ventaja funcional en el rendimiento notablemente significativa.
- La inclusión de mujeres trans (transexual hombre a mujer) que no han realizado la reducción de las cifras de testosterona en la competición con mujeres supone generalmente la misma ventaja que tienen los hombres sobre las mujeres.
- La inclusión de hombres trans (transexual mujer a hombre), de la que no se tiene constancia de casos, no supondría ninguna ventaja funcional en el rendimiento deportivo.
- La obligatoriedad de la reducción de la cifra de testosterona en las personas con desarrollo sexual diferente, de forma indiscriminada, es inaceptable desde el punto de vista de la deontología médica. La consideración debe ser individualizada, teniendo en cuenta la causa del DSD, el grado de sensibilidad a la testosterona y las indicaciones médicas.
- La competición conjunta de mujeres con mujeres trans, tanto las que han realizado una reducción de la tasa de testosterona como las que no, tiene los siguientes efectos:
  - Aumento del riesgo de lesiones en las mujeres en muchos deportes.
  - Mayores cualidades funcionales de las mujeres trans.
  - Mayor rendimiento y resultados deportivos, en las mujeres trans.
  - Perpetuación de diferencias de rendimiento insalvables para las mujeres.
  - Posible abandono de la práctica deportiva de mujeres.
  - Posible desincentivación de la práctica deportiva en las mujeres.

Como resumen, se recomienda a las autoridades deportivas el abordaje de la participación deportiva de las personas con reasignación de sexo, transexuales e intersexuales desde la óptica de las consecuencias funcionales, lesionales y de incentivación de la práctica deportiva de las mujeres que tienen el derecho de participar en el deporte y de conseguir resultados deportivos compitiendo con personas con sus mismas características funcionales.

En lo que respecta a la participación deportiva de personas con reasignación de sexo y transexuales, desde el punto de vista médico, podría ser una opción muy adecuada la instauración de una categoría abierta o de tercer género para la competición.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

## Bibliografía

1. Hengstschläger M, van Trotsenburg M, Repa C, Marton E, Huber JC, Bernaschek G. Sex chromosome aberrations and transsexualism. *Fertil Steril*. 2003;79:639-40.
2. Manual MSD. <https://www.msdmanuals.com/es-es/professional/trastornos-psiqui%C3%A1tricos/sexualidad-disforia-de-g%C3%A9nero-y-parafilias/disforia-de-g%C3%A9nero>. Consultado: 23-8-23.
3. Guerrero-Fernández J, Amat Boua M, Audí Parera L, Azcona Sanjulian MC, Carcavilla Urquía A, Castaño González L, et al. Diagnóstico multidisciplinar del desarrollo sexual diferente. *Rev Esp Endocrinol Pediatr*. 2023; 14. Suppl 2.
4. Ministerio de Justicia. Rectificación registral de sexo. <https://www.mjusticia.gob.es/es/ciudadania/tramite?k=solicitud-rectificacion-registral-sexo>
5. Hurtado-Murillo F. Disforia de género en infancia y adolescencia: Clínica. *Rev Esp Endocrinol Pediatr*. 2015; 6 (Suppl). 45-52.
6. Moreno-Pérez O, Esteva de Antonio I. Guías de práctica clínica para la valoración y tratamiento de la transexualidad. Grupo de Identidad y Diferenciación Sexual de la SEEN (GIDSEEN). *Endocrinol Nutr*. 2012. Doi:10.1016/j.endonu.2012.02.001.
7. Pike J, Hilton E, Howe LA. *Faster, higher, stronger. The biological and ethical challenges to including transgender athletes in women's sports*. Macdonald-Laurier Institute Publication. Ottawa (Canada). 2021.
8. Mero A, Komi PV, Korjus T, Navarro E, Gregor RJ. Body segment contributions to javelin throwing during final thrust phases. *J Appl Biomechanics*. 1994;10(2):166-77.
9. Jantz LM, Jantz RL. Secular change in long bone length and proportion in the United States, 1800-1970. *Am J Phys Anthropol*. 1999;110:57-67.
10. Brinckmann P, Hoefert H, Jongen HT. Sex differences in the skeletal geometry of the human pelvis. *Lepley AS, Joseph MF, Daigle NR, Digiacoimo JE, Galer J, Rock E, Rosier SB, Sureja PB. Sex differences in mechanical properties of the achilles tendon: longitudinal response to repetitive loading exercise. J Strength Cond Res*. 2018; 32:3070-9.
11. Lee DH, Keum N, Hu FB, Orav EJ, Rimm EB, Sun Q, et al. Development and validation of anthropometric prediction equations for lean body mass, fat mass and percent fat in adults using the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2006. *Br J Nutr*. 2017;118:858-66.
12. Lepley AS, Joseph MF, Daigle NR, Digiacoimo JE, Galer J, Rock E, et al. Sex differences in mechanical properties of the achilles tendon: Longitudinal response to repetitive loading exercise. *J Strength Cond Res*. 2018;32:3070-9.
13. Tong E, Murphy WG, Kinsella A, Darragh E, Woods J, Murphy C, et al. Capillary and venous haemoglobin levels in blood donors: a 42-month study of 36,258 paired samples. *Vox Sang*. 2010;98:547-53.
14. Bohannon RW, Wang YC, Yen SC, Grogan KA. Handgrip strength: A comparison of values obtained from the NHANES and NIH Toolbox studies. *Am J Occup Ther*. 2019;73:7302205080p1-7302205080p9.
15. Neder JA, Nery LE, Shinzato GT, Andrade MS, Peres C, Silva AC. Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999;29:116-26.
16. Hubal MJ, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Price TB, Hoffman EP, Angelopoulos TJ, et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37:964-72.
17. Murray MP, Gore DR, Gardner GM, Mollinger LA. Shoulder motion and muscle strength of normal men and women in two age groups. *Clin Orthop Relat Res*. 1985;192:268-73.
18. Haugen TA, Breitschädel F, Wiig H, Seiler S. Countermovement jump height in national-team athletes of various sports: A framework for practitioners and scientists. *Int J Sports Physiol Perform*. 2021;16:184-9.
19. Morris JS, Link J, Martin JC, Carrier DR. Sexual dimorphism in human arm power and force: implications for sexual selection on fighting ability. *J Exp Biol*. 2020 23:223(Pt 2);jeb212365.
20. Pate RR, Kriska A. Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Med*. 1984;1:87-98.
21. Hilton EN, Lundberg TR. Transgender women in the female category of sport: perspectives on testosterone suppression and performance advantage. *Sports Med*. 2021;51:199-214.
22. Handelsman DJ, Hirschberg AL, Bermon S. Circulating testosterone as the hormonal basis of sex differences in athletic performance. *Endocr Rev*. 2018;39:803-829.
23. World Athletics. *Eligibility regulations for transgender athletes*. March 2023.

24. World Aquatics. *Policy on eligibility for the men's and women's competition categories*. 24 March 2023.
25. UCI Cycling regulations. Part 13. Medical Rules. Chapter V. Eligibility regulations for transgender athletes. 17.07.2023.
26. World Rugby. *Transgender Guidelines*. <https://www.world.rugby/the-game/player-welfare/guidelines/transgender>.
27. Wiik A, Lundberg TR, Rullman E, Andersson DP, Holmberg M, Mandić M, et al. Muscle strength, size, and composition following 12 months of gender-affirming treatment in transgender individuals. *J Clin Endocrinol Metab*. 2020;105:dgz247.
28. Knox T, Anderson LC, Heather A. Transwomen in elite sport: Scientific and ethical considerations. *J Med Ethics* 2019;45:395–403.
29. Harper J, O'Donnell E, Sorouri Khorashad B, McDermott H, Witcomb GL. How does hormone transition in transgender women change body composition, muscle strength and haemoglobin? Systematic review with a focus on the implications for sport participation. *Br J Sport Med*. 2021;55:865–72.
30. Caenegem V, Wierckx K, Taes Y. Body composition, bone turnover, and bone mass in trans men during testosterone treatment: 1-year follow-up data from a prospective case–controlled study (ENIGI). *Eur J Endocrinol*. 2015;172:163–71.
31. Gooren LJ, Kreukels B, Lapauw B, Giltay EJ. Pathophysiology of cross-sex hormone administration to transsexual people: The potential impact of male–female genetic differences. *Andrologia*. 2015;47:5–19.
32. Alvares LAM, Santos MR, Souza FR, Santos LM, de Mendonça BB, Costa EMF, et al. Cardiopulmonary capacity and muscle strength in transgender women on long-term gender-affirming hormone therapy: A cross-sectional study. *Br J Sport Med* 2022;56:1292–9.
33. Roberts TA, Smalley J, Ahrendt D. Effect of gender affirming hormones on athletic performance in transwomen and transmen: implications for Sporting organisations and legislators. *Br J Sports Med*. 2020 Dec 7;bjssports-2020-102329.
34. Heather AK. Transwoman elite athletes: Their extra percentage relative to female physiology. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19:9103.
35. Schneider F, Kliesch S, Schlatt S, Neuhaus N. Andrology of male-to-female transsexuals: Influence of cross-sex hormone therapy on testicular function. *Andrology* 2017;5:873–80.
36. Hughes IA, Houk C, Ahmed SF, Lee PA, Lawson Wilkins Pediatric Endocrine Society/ European Society for Paediatric Endocrinology Consensus Group. Consensus statement on management of intersex disorders. *J Pediatr Urol*. 2006;2:148-62.
37. IAAF. Eligibility regulations for the female classification (athletes with Differences of Sex Development). 2018.
38. Manonelles P, Terreros JL, Rodríguez Sendín JJ. Informe sobre las normas de clasificación deportiva de deportistas con diferencias en el desarrollo sexual. [http://www.femede.es/documentos/Normas\\_clasificacion\\_DSD.pdf](http://www.femede.es/documentos/Normas_clasificacion_DSD.pdf). Consultado: 1-9-23.
39. Association WM. WMA urges physicians not to implement IAAF rules on classifying women athletes. 2019. <https://www.wma.net/news-post/wma-urges-physicians-not-to-implement-iaaf-rules-on-classifying-women-athletes>. Consultado: 23-8-23.
40. World Athletics. Eligibility regulations for the female classification of athletes with Differences of Sex Development. March 2023.
41. Meyer G, Boczek U, Bojunga J. Hormonal gender reassignment treatment for gender dysphoria. *Dtsch Arztebl Int*. 2020;117:725-32.
42. Bandini E, Fisher AD, Castellini G, Lo Sauro C, Lelli L, Meriggola MC, et al. Gender identity disorder and eating disorders: similarities and differences in terms of body uneasiness. *J Sex Med*. 2013;10:1012-23.
43. Hanna B, Desai R, Parekh T, Guirguis E, Kumar G, Sachdeva R. Psychiatric disorders in the U.S. transgender population. *Ann Epidemiol*. 2019 Nov;39:1-7.e1.
44. Tidmas V, Halsted C, Cohen M, Bottoms L. The participation of trans women in competitive fencing and implications on fairness: A physiological perspective narrative review. *Sports (Basel)*. 2023;11:133.

# XIX CONGRESO INTERNACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE

Siempre con el deporte  
Siempre con los deportistas

Ilustre Colegio Oficial de Médicos de Valencia  
9 - 11 de noviembre de 2023



XIX CONGRESO Internacional  
**SEMED** VALENCIA 2023

## Comunicaciones orales / Oral communications

### Actividad física y salud / Physical activity and health

#### 003. Efectos del ejercicio sobre el perfil bioquímico, inflamatorio y estado depresivo en adultos con síndrome metabólico

Sureda A, Monserrat-Mesquida M, Quetglas-Llabrés M, Mateos D, Ugarriza L, Garcia S, Bouzas C, Tur JA.

*Grupo de Investigación en Nutrición Comunitaria y Estrés Oxidativo. Universidad de las Islas Baleares. CIBER de Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN CB12/03/30038). Instituto de Salud de las Illes Balears (IDISBA). Palma de Mallorca.*

**Introducción:** El síndrome metabólico es un grupo de afecciones que aumentan el riesgo de desarrollar diabetes y enfermedades cardiovasculares. La prescripción regular de actividad física para un envejecimiento saludable es clave para el control y la prevención de enfermedades crónicas. El objetivo fue evaluar los efectos de una mayor práctica regular actividad física sobre el perfil bioquímico, estado inflamatorio y depresivo en adultos diagnosticados de síndrome metabólico.

**Material y método:** Los pacientes (40-60 años) con síndrome metabólico fueron divididos en dos grupos de 50 atendiendo al grado de actividad física medida en equivalentes metabólicos. Se midieron los parámetros antropométricos, presión arterial, y los parámetros y biomarcadores inflamatorios en muestras sanguíneas. Además, se realizaron los cuestionarios de depresión de Beck, RAPA para medir el nivel de actividad física y de adherencia a la dieta Mediterránea.

**Resultados:** No se observaron diferencias en los parámetros antropométricos y en la presión arterial entre los dos grupos. Los pacientes que realizan menos actividad física (<2240.5 MET·min/día) también la realizaron con una menor intensidad, presentaron una menor adherencia a la dieta mediterránea (6,9 ± 2,2 vs. 8,1 ± 2,6) y una mayor puntuación en el test de depresión de Beck (7,8 ± 6,7 vs. 5,3 ± 5,1). La menor práctica de actividad física se relaciona con mayores valores de glucosa (124 ± 44 vs. 111 ± 22 mg/dL) y de hemoglobina glicosilada (6,5 ± 1,4 vs. 5,9 ± 0,5%), así como valores más elevados de citoquinas proinflamatorias, factor de necrosis tumoral alfa (4,4 ± 1,9 vs. 2,9 ± 1,6 pg/mL) e interleuquina 6 (7,1 ± 5,3 vs. 3,6 ± 3,0 pg/mL), y de osteoprotegerina (31,0 ± 17,9 vs. 20,7 ± 19,6 pg/mL) que se relaciona la diabetes y un control glucémico deficiente.

**Conclusiones:** Una mayor práctica de actividad física se relaciona con un mejor estado de salud en pacientes con síndrome metabólico que se evidencia con un mejor control glucémico, mejor estado inflamatorio y menor percepción de estado depresivo.

**Palabras clave:** Actividad física. Inflamación. Síndrome metabólico.

#### 004. El ejercicio en domicilio asociado a aminoácidos y probióticos mejora la fragilidad en la cirrosis

Román E<sup>1,2,3</sup>, Kaür N<sup>4</sup>, Sánchez E<sup>5</sup>, Poca M<sup>3,5</sup>, Padrós J<sup>6</sup>, Nadal MJ<sup>6</sup>, Cuyàs B<sup>4</sup>, Alvarado E<sup>3,4,5</sup>, Vidal S<sup>5</sup>, Escorsell A<sup>4</sup>, Soriano G<sup>2,3,5</sup>.

*<sup>1</sup>Escola Universitària d'Infermeria EUI-Sant Pau. <sup>2</sup>Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona. <sup>3</sup>CIBERehd. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. <sup>4</sup>Servicio de Patología Digestiva. <sup>5</sup>Institut de Recerca IIB-Sant Pau. <sup>6</sup>Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.*

**Introducción:** La fragilidad es un factor predictivo de hospitalización y mortalidad en los pacientes con cirrosis, independientemente del grado de insuficiencia hepática. El ejercicio, asociado a aminoácidos ramificados (AAR) y probióticos, podría mejorar la fragilidad en estos pacientes mediante un efecto sinérgico. Objetivo: analizar si el ejercicio en domicilio asociado a AAR y un probiótico multiespecies puede prevenir la progresión de la fragilidad en pacientes con cirrosis.

**Material y método:** Pacientes con cirrosis ambulatorios clasificados según el Liver Frailty Index (LFI) (fuerza de prensión, levantarse de la silla y equilibrio) en: >4,4 frágiles, 4,4-3,2 prefrágiles o <3,2 robustos. Los pacientes frágiles y prefrágiles se aleatorizaron 1:1 al grupo intervención (GI): ejercicio en domicilio 3 días/semana, supervisado por un fisioterapeuta, probiótico multiespecies "Vivomixx" 1 sobre /12 h y aminoácidos ramificados (10 g pre-ejercicio), o grupo control (GC): no intervención. Seguimiento cada 3 meses durante 1 año para determinar LFI, incidencia de caídas, consultas a urgencias, hospitalizaciones y mortalidad.

**Resultados:** Treinta y dos pacientes, 28 prefrágiles y 4 frágiles, edad (media ± DE) 65,7 ± 8,4 años, mujeres 40,6%, etiología alcohólica

68,7%, MELD (*Model for end-stage liver disease*)  $8,2 \pm 2,0$ . En el GI (n=17), el LFI basal mejoró de forma clínica y estadísticamente significativa a los 3, 6, 9 y 12 meses ( $p < 0,01$  en todos los tiempos), mientras que no cambió en el GC (n = 15). De los 22 pacientes que completaron los 12 meses del programa, 5/10 (50%) en el GI dejaron de ser frágiles o prefrágiles y pasaron a ser robustos, frente a solo 1/12 (8,3%) de los pacientes del GC ( $p = 0,05$ ). Durante el seguimiento, los pacientes del GI presentaron una menor probabilidad al año de caídas (6% vs. 49%,  $p = 0,03$ ) y consultas a urgencias (11% vs. 48%,  $p = 0,04$ ) que los pacientes del GC. Ningún paciente del GI y dos del GC (13,3%) precisaron hospitalización (pNS) y ningún paciente de los dos grupos falleció. En el GI se observó una disminución de la proteína C reactiva (PCR) a los 3, 6 y 12 meses ( $p < 0,05$ ), no hubo cambios en el GC.

**Conclusiones:** El ejercicio en domicilio asociado a AAR y un probiótico multiespecies mejoró de forma clínicamente significativa la fragilidad en pacientes con cirrosis y se asoció a una disminución en la incidencia de eventos clínicos como caídas y consultas a urgencias.

**Palabras clave:** Cirrosis. Ejercicio físico. Aminoácidos. Probióticos. Fragilidad.

## 007. Asociación entre severidad clínica y nivel de actividad física en pacientes con insuficiencia venosa crónica

Simões CF<sup>1</sup>, Dos Santos NJN<sup>2</sup>, Campelo PRS<sup>2</sup>, De Souza LC<sup>3</sup>, Brandão EKS<sup>3</sup>, Souza E<sup>3</sup>, Da Silva T<sup>3</sup>, Do Espírito Santo J<sup>3</sup>, Silva PLS<sup>3</sup>, Da Cruz EN<sup>1</sup>, De Oliveira AB<sup>3</sup>, Oliveira AB<sup>3</sup>, Soares ES<sup>4</sup>, Domingues WJR<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Faculdade Estácio do Amazonas. Manaus. Amazonas. Brasil. <sup>2</sup>Hospital Getúlio Vargas. Manaus. Amazonas. Brasil. <sup>3</sup>Postgrado en Ciencias del Movimiento Humano. Universidade Federal do Amazonas. Manaus. Amazonas. Brasil.

**Introducción:** La gravedad clínica afecta directamente la calidad de vida de los pacientes con insuficiencia venosa crónica (IVC). Las reducciones en los niveles de actividad física pueden estar relacionadas con estos impactos. Sin embargo, ningún estudio ha investigado si la gravedad clínica de la IVC puede estar asociada con los niveles de actividad física en esta población. El objetivo del presente estudio es verificar la asociación entre la gravedad clínica y el nivel de actividad física en pacientes con IVC.

**Material y método:** En este estudio participaron 96 pacientes diagnosticados de IVC (68,8% mujeres;  $59 \pm 10$  años;  $32,2 \pm 7,0$  kg/m<sup>2</sup>), con una clasificación clínica etiológica anatómica y fisiopatológica –CEAP– entre C3 y C6. La gravedad clínica de la enfermedad fue evaluada por el CEAP por un médico experimentado (0 – sin síntomas a 6 – úlceras). Los pacientes fueron estratificados en dos grupos (CEAP C3 – C4, n = 24 y CEAP C5 – C6, n = 72) y se midió el nivel de actividad física (AF) mediante acelerometría (GTX3 - Actlife) durante un período de siete días, en los que se midió el tiempo dedicado a la actividad física de intensidad ligera, moderada y vigorosa. Se utilizó análisis de regresión lineal para verificar la asociación entre las variables, ajustadas por sexo, edad, tiempo de diagnóstico de la enfermedad e índice de masa corporal, mediante el *software* SPSS 25.0.

**Resultados:** Para el análisis crudo, la gravedad clínica se asoció significativamente con la AF moderada ( $r^2 = 0,088$ ;  $\beta = -35,5$ ,  $p = 0,005$ ) y vigorosa ( $r^2 = 0,072$ ;  $\beta = -35,5$ ,  $p = 0,012$ ). La asociación se mantuvo con ajustes por AF moderada ( $r^2 = 0,177$ ;  $\beta = -35,21$ ,  $p = 0,005$ ) y vigorosa ( $r^2 = 0,195$ ;  $\beta = -38,6$ ,  $p = 0,004$ ). Para la actividad física ligera no hubo diferencias estadísticamente significativas en el análisis crudo ( $r^2 = -0,011$ ;  $\beta = -4,24$ ,  $p = 0,836$ ) y ajustado ( $r^2 = -0,017$ ;  $\beta = -0,469$ ,  $p = 0,982$ ).

**Conclusiones:** Nuestros hallazgos sugieren que la gravedad clínica de la IVC parece estar asociada con la actividad física en intensidades moderadas y vigorosas, y que los pacientes con mayor gravedad C5-C6 tienen niveles más bajos de actividad física.

**Palabras clave:** Movimiento. Enfermedad vascular. Ejercicio.

## 008. Impacto de la gravedad clínica sobre la capacidad funcional en pacientes con insuficiencia venosa crónica

De Souza TC<sup>1</sup>, Domingues WJR<sup>2</sup>, Costa C<sup>3</sup>, Arêas GT<sup>2</sup>, Brandão EKS<sup>2</sup>, De Souza ELC<sup>2</sup>, De Souza LC<sup>2</sup>, Souza E<sup>2</sup>, Silva TRS<sup>2</sup>, Silveira AB<sup>1</sup>, Silva PLS<sup>2</sup>, Do Espírito Santo J<sup>2</sup>, Costa EMP<sup>2</sup>, Alves SV<sup>2</sup>, Simões CF<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Facultad Estácio do Amazonas, Manaus, Amazonas. Brasil. <sup>2</sup>Posgrado en Ciencias del Movimiento Humano. Universidad Federal de Amazonas. Manaus. Amazonas. Brasil. <sup>3</sup>Universidad del Estado de Amazonas. Manaus. Amazonas. Brasil.

**Introducción:** La insuficiencia venosa crónica (IVC) es una enfermedad altamente prevalente que presenta cambios patológicos y hemodinámicos en las venas de los miembros inferiores que comprometen el retorno sanguíneo, teniendo importantes impactos en la capacidad funcional de los pacientes afectando negativamente el desempeño en las actividades diarias y la calidad de vida. El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar el impacto de la gravedad clínica en la distancia recorrida, la fuerza y la función física en pacientes con IVC.

**Material y método:** La muestra del presente estudio transversal estuvo compuesta por 96 pacientes ( $59,0 \pm 6,9$  años), diagnosticados con IVC según la clasificación Clínica, Etiológica, Anatómica y Fisiopatológica (CEAP). La capacidad para caminar se evaluó mediante la prueba de caminata de seis minutos (PC6M). La función física se evaluó mediante la *Short Physical Performance Battery* (SPPB). La fuerza de prensión se midió utilizando un dinamómetro digital manual (Modelo HE101, WCT fitness). Los datos se analizaron utilizando el Statistical Package for the Social Sciences, versión 25.0. Los datos según la gravedad clínica de la IVC se compararon mediante la prueba T independiente o la prueba U de Mann-Whitney (para variables continuas) o la prueba de chi-cuadrado (para variables categóricas). El nivel de significancia adoptado fue  $p < 0,05$ .

**Resultados:** La mayoría de la muestra se clasificó como CEAP C5-C6 (72%) y el 28% como CEAP C3-C4. Los pacientes del grupo C3-C4 tuvieron una mayor distancia recorrida en comparación con los del grupo C5-C6 ( $p < 0,04$ ), mientras que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la función física ( $p = 0,33$ ) y fuerza de prensión manual ( $p = 0,20$ ).

Tabla 1.

Variables	CEAP C3-C4 (n = 27)	CEAP C5-C6 (n = 69)	P
Distancia total PC6M, m	446 (416; 476)*	393 (364; 422)	0,04
SPPB, puntuación total	11 (10,5; 11,3)	10 (9,4; 10,6)	0,33
Fuerza de agarre, kg	26 (22,5; 29,6)	32 (25,8; 38,0)	0,20

\*Significativamente superior al CEAP C5-C6. Datos presentados como media (intervalo de confianza del 95%).

**Conclusiones:** La gravedad clínica tiene un impacto negativo en la distancia recorrida, pero no en la función física y la fuerza en pacientes con IVC.

**Palabras clave:** Enfermedad venosa. Gravedad clínica de la enfermedad. Capacidad física.

### 023. Diferencias entre sexos en el efecto del ejercicio en la coordinación motora en un modelo de hígado graso en rata

Jiménez-García M<sup>1,2</sup>, Araujo O<sup>1</sup>, Pont PJ<sup>1,2</sup>, Capó X<sup>2</sup>, Sureda A<sup>1,2,3,4</sup>, Esteban S<sup>1,2</sup>, Moranta D<sup>1,2</sup>, Tejada S<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de las Islas Baleares. Departamento de Biología. Palma de Mallorca. Islas Baleares. <sup>2</sup>Instituto de investigación sanitaria de las Islas Baleares. IdISBa. Palma. <sup>3</sup>CIBEROBN. Fisiopatología de la obesidad y nutrición. <sup>4</sup>Grupo de investigación sobre la nutrición comunitaria y el estrés oxidativo (NUCOX).

**Introducción:** La enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA) es una enfermedad hepática común asociada a la obesidad y otros factores de riesgo, pudiendo afectar a la función cognitiva.

**Objetivo:** Evaluar la combinación de ejercicio + dieta en el modelo.

**Material y método:** Se usaron ratas Wistar macho y hembra divididas en 4 grupos: control (C), dieta alta en grasas (HFD), HFD+ejercicio, y dieta estándar (SD)+ejercicio. A excepción del grupo C, las ratas fueron alimentadas con una dieta HFD durante 3 meses. Los dos meses siguientes, 2 grupos realizaron ejercicio en una cinta de correr (5 días/semana). El grupo SD+ejercicio cambió a la dieta seguida por el C. Todos los grupos realizaron la prueba del Rota-rod (test clásico de equilibrio en la que la rata se debe mantener en un rodillo giratorio) para evaluar su coordinación motora (aumento 1cm/s cada 8s). Los animales fueron sacrificados y el músculo se usó en análisis bioquímicos.

**Resultados:** El peso (g; machos, hembras) del grupo HFD (581,3 ± 16,8, 350,8 ± 15,4) fue más alto que el del grupo HFD + ejercicio (568,2 ± 27,7, 359 ± 12,1), y significativamente mayor que el del grupo SD + ejercicio (482,5 ± 11,6, 275,7 ± 6,2). El grupo SD + ejercicio alcanzó los valores del grupo C (486,6 ± 17,5 g, 284 ± 3,5 g). En machos, el ejercicio fue un factor determinante, permitiendo un mejor rendimiento en la prueba del Rota-rod con diferencias significativas respecto a los grupos que no realizaron ejercicio (medido en tiempo en segundos). El ejercicio tuvo una mayor influencia en machos (143,4 ± 32,7 HFD + ejercicio y 149,5 ± 19,7 SD + ejercicio vs. 24,0 ± 3,6 HFD y 54,6 ± 6,5 C), mientras que en hembras la combinación de SD + ejercicio (174,5 ± 16) mostró los mismos resultados que el C (156,2 ± 19,8). En general, se observó una disminución de las actividades antioxidantes en el músculo, pero se revirtió con la SD + ejercicio. No se observaron cambios en los niveles de MDA en hembras, pero en machos un aumento del grupo HFD + ejercicio (63%) se revirtió a valores del C después de la intervención con la SD.

**Conclusiones:** Se observaron diferencias de género en la prueba del Rota-rod, ya que el ejercicio tuvo una mayor influencia en los machos, mientras que la combinación de ejercicio y dieta mostró un mejor rendimiento para las hembras.

**Palabras clave:** Dieta. Ejercicio. EHGNA. Estrés oxidativo. Rota-rod.

### 024. Efectos del ejercicio sobre la cognición en la enfermedad de hígado graso no alcohólico

Tejada S<sup>1,2,3</sup>, Jiménez-García M<sup>1</sup>, Araujo O<sup>1</sup>, Pont PJ<sup>1</sup>, Monserrat-Mesquida M<sup>2,3,4</sup>, Esteban S<sup>1,2</sup>, Moranta D<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de las Islas Baleares. Departamento de Biología. Palma de Mallorca. Islas Baleares. <sup>2</sup>Instituto de Investigación Sanitaria de las Islas Baleares. IdISBa. Palma. <sup>3</sup>CIBEROBN. Fisiopatología de la obesidad y nutrición. <sup>4</sup>Grupo de investigación en nutrición comunitaria y estrés oxidativo (NUCOX).

**Introducción:** La enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA), caracterizada por acumulación de grasa hepática, afecta hasta el 20-30% de la población adulta; y puede llevar a inflamación y daño tisular, aumentando la susceptibilidad a otras enfermedades crónicas (como diabetes, enfermedades cardiovasculares y deterioro cognitivo).

**Material y método:** Se incluyeron aleatoriamente ratas Wistar macho y hembra en 4 grupos. Tres fueron alimentados con una dieta alta en grasas durante doce semanas (HFD) y un grupo de control con pellets estándar. Se usó el laberinto de Barnes para evaluar sus funciones cognitivas. A continuación, dos de los grupos HFD realizaron ejercicio diario durante 8 semanas (cinta de correr, velocidad en incremento hasta 45,7 cm/s durante 12 minutos), y uno de los grupos también cambió a una dieta estándar. Se repitió el laberinto dos meses después. Tras el sacrificio, se obtuvo el hígado con fines histológicos.

**Resultados:** El hígado presentó más depósitos de lípidos comparado con los controles, tanto en machos (10,5%, 7,8% y 0,05% para HFD, HFD + ejercicio y estándar + ejercicio) como en hembras (9,4%, 5,0% y 0,6% para HFD, HFD + ejercicio y estándar + ejercicio). El grupo estándar + dieta alcanzó un peso similar al de las ratas control (p < 0,001). En machos, aumentó un 19,2%, 39%, 49,23% y 24,94% en los grupos control, HFD, HFD + ejercicio y estándar + ejercicio, respectivamente, comparado con el inicio del estudio. En hembras, las diferencias fueron mayores, 12,74%, 54,6%, 58,38% y 19,34% para los grupos control, HFD, HFD + ejercicio y estándar + ejercicio, respectivamente. Los machos no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en la prueba de Barnes, realizándola en tiempos similares tanto al inicio como al final del tratamiento y sin diferencias según la intervención. Las hembras estándar+ejercicio (19,8 ± 2,5 s) fueron mejores que los otros dos grupos de intervención (40,4 ± 5,6 s HFD, p = 0,0167; 50,3 ± 4,8 s HFD + ejercicio, p = 0,0002), alcanzando valores cercanos al grupo control (20,3 ± 2,7s); adicionalmente, las diferencias intragrupos en hembras fueron significativas solo en los grupos control y estándar + ejercicio (p < 0,05).

**Conclusiones:** El efecto del ejercicio físico combinado con la dieta en un modelo de HFD tuvo un mayor impacto en las hembras que en los machos en la mejora de las funciones cognitivas.

**Palabras clave:** Cognición. Ejercicio. Dieta rica en grasa.



## 025. Prescripción de la actividad física durante el embarazo

Manzano A.

CS Platja de Palma (UBS S'Arenal). Palma de Mallorca.

**Introducción:** La prescripción de la actividad física durante el embarazo es un tema de creciente interés en el ámbito de la salud materno-fetal. A causa de posibles riesgos de pérdida de bienestar fetal, la mujer embarazada ha visto limitada su actividad física durante décadas. No obstante, estudios recientes informan de los beneficios de recomendar el ejercicio durante este período.

**Material y método:** Para el desarrollo de este documento, se realizaron búsquedas exhaustivas en bases de datos médicas y científicas, así como se tuvieron en cuenta las recomendaciones publicadas por organizaciones de salud tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia (SEGO) o el Colegio Americano de Obstetricia y Ginecología (ACOG).

**Resultados:** Las embarazadas pasan en torno al 60% de su tiempo despierto de manera sedentaria y, en concreto, la práctica de AF se reduce de manera drástica entre las semanas 17-30. Los estudios avalan la prescripción médica y supervisada de actividad física durante la gestación, pues respecto a quienes no la realizan, encontramos diferencias significativas como: partos normales 72% vs. 57,9%; partos instrumentados 11,6% vs. 19,1%; cesárea 15,9% vs. 23%; ganancia de peso 3,7% vs. 4,1% y otros como la disminución de la ansiedad y depresión.

**Conclusiones:** Las indicaciones actuales sugieren que las mujeres embarazadas pueden beneficiarse de una rutina de ejercicio adecuada, con actividades como bicicleta estática o yoga, teniendo en cuenta siempre el estado de salud de cada paciente de manera individualizada. Los profesionales sanitarios suponen un papel fundamental en la orientación y supervisión de las gestantes que deseen incorporar la actividad física a su rutina diaria.

En conclusión, la prescripción del ejercicio durante el embarazo repercute de manera positiva la salud de la maternofetal, mejorando la calidad de vida durante esta etapa crucial y permitiendo una mejor adaptación postparto.

**Palabras clave:** Actividad física. Embarazo. Salud materno-fetal.

## 026. Entrenamiento de fuerza en trastornos de la conducta alimentaria: de la teoría a la práctica

Aibar I<sup>1</sup>, Farrés B<sup>1</sup>, Pardo A<sup>1</sup>, Ibañez A<sup>2,3,4</sup>.

<sup>1</sup>Escuela de ciencias de la salud. Tecnocampus Pompeu Fabra. Mataró. <sup>2</sup>Hospital Universitari Germans Trias i Pujol. Badalona. <sup>3</sup>Institut Recerca Germans Trias i Pujol (IGTP). <sup>4</sup>Departamento de psiquiatría y medicina legal. Escuela de Medicina. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona.

**Introducción:** Los Trastornos de la Conducta Alimentaria (TCA) son patologías muy graves que cada vez son más comunes en la sociedad y se caracterizan por mantener un patrón alimentario incorrecto, además de conductas inadecuadas para mantener el control de peso. Presentan las tasas de mortalidad más elevadas de todos los trastornos mentales. La prevalencia de la patología ha incrementado exponencialmente,

incluyendo una gran afectación en deportistas. A su vez, acostumbran a estar relacionadas con otras psicopatologías, lo que supone un grave problema de salud pública. El ejercicio físico acostumbra a eliminarse durante los tratamientos, ya que es común encontrar una relación compensatoria y compulsiva. Sin embargo, las nuevas evidencias indican que puede ser útil. En los últimos años, los tratamientos de los TCA no han tenido grandes avances.

**Material y método:** El objetivo de nuestro estudio ha sido evaluar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza (EF) y sesiones psicoeducativas (PE) en TCA. La muestra estuvo formada por 10 pacientes diagnosticadas con Anorexia Nerviosa (AN) o Bulimia Nerviosa (BN) en diferentes grados. Todas ellas ingresadas en el Hospital de Día (HD) del Hospital Universitari Germans Trias y Pujol. La intervención tuvo una duración de 12 semanas donde se realizaron 3 sesiones semanales, 2 de EF y 1 PE. Se evaluaron parámetros de rendimiento físico, calidad de vida y variables psicométricas asociadas a la patología.

**Resultados:** Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el test de flexiones máximas en 30", en el salto *Counter Movement Jump* (CMJ), en la escala de salud autopercebida, regulación integrada e identificada, escala de depresión, autoestima, mejora de la función cognitiva y mejora de la calidad de vida.

**Conclusiones:** En contraposición a los manuales de práctica clínica, nuestro programa, compuesto de entrenamiento de fuerza individualizado y sesiones psicoeducativas, ha demostrado ser beneficioso sin presentar efectos adversos valorados.

**Palabras clave:** Anorexia nerviosa. Bulimia nerviosa. Entrenamiento de fuerza.

## 030. Asociación entre fuerza inspiratoria, periférica y masa muscular en diferentes franjas etarias de adultos mayores

Roldán A<sup>1</sup>, Díaz-Martínez AS<sup>1</sup>, Marco-Barriguete I<sup>1</sup>, Cordellat A<sup>1</sup>, Monferrer-Marín J<sup>1</sup>, Monteagudo P<sup>1,2</sup>, Blasco-Lafarga C<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Unidad de investigación en rendimiento físico y deportivo (UIRFIDE). Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Valencia. Valencia. <sup>2</sup>Departamento de Educación y Didácticas Específicas. Universidad Jaume I. Castellón.

**Introducción:** La sarcopenia es un proceso generalizado que afecta no sólo a la musculatura periférica sino también a la musculatura respiratoria disminuyendo su fuerza y funcionalidad. La pérdida de fuerza inspiratoria se asocia con disnea durante las actividades de la vida diaria, limitando la práctica de actividad física y reduciendo el rendimiento durante el ejercicio, lo que puede desencadenar una situación de movilidad reducida, mayor discapacidad y peor calidad de vida en los adultos mayores. Así, el objetivo del estudio fue analizar la relación entre la fuerza dinámica inspiratoria (dIMS), la masa muscular (MM), el índice de masa muscular (SMI), la masa muscular apendicular (ASMM) y la fuerza periférica (HG) en diferentes categorías de edad en una población de adultos mayores sanos y activos.

**Material y método:** Sesenta adultos mayores activos fueron evaluados mediante bioimpedancia eléctrica para obtener la MM, el SMI y la ASMM. Además, realizaron el test de S-Index con el fin de obtener el

valor de dIMS y el test de presión manual con ambas manos (HGd y HGi). Las correlaciones entre variables se analizaron con el coeficiente de Pearson o Spearman según la normalidad de la muestra en cada categoría de edad (I: 60-64 años, n = 18; II: 65-69 años, n = 19; III: 70-74 años, n = 20). Para ampliar la información se incluyeron los gráficos de dispersión y el valor de R<sup>2</sup>.

**Resultados:** La edad solo mostró una asociación negativa y moderada con SMI (r = -0,469; p = 0,049) en el grupo III. En el grupo I, la dIMS se asoció de forma significativa, positiva y muy grande con ASMM (r = 0,704; p = 0,002; R<sup>2</sup> = 0,495), y grande con SMI (r = 0,561; p = 0,019; R<sup>2</sup> = 0,315), MM (r = 0,669; p = 0,002; R<sup>2</sup> = 0,447), HGd (r = 0,686; p = 0,002; R<sup>2</sup> = 0,420) y HGi (r = 0,546; p = 0,029; R<sup>2</sup> = 0,327). En el grupo II, la asociación se mantuvo con MM (r = 0,698; p < 0,001; R<sup>2</sup> = 0,487), HGd (r = 0,582; p = 0,009; R<sup>2</sup> = 0,472) y HGi (r = 0,554; p = 0,017; R<sup>2</sup> = 0,307), se redujo a grande con ASMM (r = 0,571; p = 0,013; R<sup>2</sup> = 0,326) y desapareció con SMI. En el grupo III, las asociaciones de dIMS con ASMM y MM desaparecieron. Se mantuvo grande con HGi (r = 0,577; p = 0,008; R<sup>2</sup> = 0,333) y se redujo a moderada con HGd (r = 0,484; p = 0,036; R<sup>2</sup> = 0,235).

**Conclusiones:** La falta de asociación entre dIMS, ASMM, SMI y MM en el grupo III apunta a que el sistema muscular y el respiratorio evolucionan de forma diferente lo que pone de manifiesto la necesidad de incluir tanto la valoración de la fuerza inspiratoria como su entrenamiento de forma específica. Por otro lado, la asociación entre fuerza inspiratoria y fuerza periférica (HG) debe seguir investigándose ya que puede estar mediada por el nivel y/o tipo de actividad física, lo que también podría explicar la ausencia de asociación con la edad.

**Palabras clave:** Ejercicio físico. Entrenamiento inspiratorio. Envejecimiento activo. Sarcopenia.

### 038. Intensidad de la actividad física, factor de riesgo en la incontinencia urinaria durante el diagnóstico

Blanco-Giménez P, Vicente-Mampel J, Leal J, Lizaso A.

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Departamento de fisioterapia. Universidad Católica de Valencia. Torrent. Valencia.

**Introducción:** El sistema muscular de suelo pélvico juega un importante papel en el mantenimiento de la continencia. Una correcta contracción de la musculatura perineal provoca el ascenso y oclusión del hiato urogenital haciendo frente a las fuerzas descendentes. Un déficit muscular puede provocar la incontinencia urinaria (IU). La realización de ejercicio de alta intensidad, así como la demanda repetida de movimientos de alto impacto puede ser causa principal de aumentos de presión intra-abdominal. Sin embargo, la actividad física moderada disminuye tanto las probabilidades de padecer IU como el riesgo de desarrollarla.

**Objetivo:** El objetivo de la presente investigación fue evaluar la relación entre los test clínicos y valores electromiográficos en sujetos deportistas no profesionales.

**Material y método:** Es un estudio descriptivo observacional (CEI: UCV/2019-2020/125), 15 pacientes deportistas semiprofesionales fueron reclutadas para participar en el estudio. Las variables utilizadas para la valoración de todas las participantes fueron, la escala Oxford modifi-

cada (escala de gradación de la fuerza muscular de suelo pélvico) y la electromiografía intracavitaria de superficie (medición de la actividad eléctrica de la musculatura perineal). Los criterios de inclusión utilizados en el estudio fueron: i) ser mujer; ii) realizar una práctica deportiva entre 8 y 10 h a la semana; iii) no presentar antecedentes diagnósticos de suelo pélvico.

**Resultados:** Los resultados obtenidos de las variables antropométricas son (edad: 24,25 ± 3,15; IMC: 22,04 ± 2,96). Respecto a las variables clínicas los niveles de Oxford y de actividad eléctrica muscular fueron en supino (4,61 ± 0,87 y 1.359,51 ± 784,65) y en bipedestación (4,34 ± 1,14 y 264,82 ± 332,74), respectivamente. Los resultados obtenidos a partir de las correlaciones (Spearman) fueron entre las variables de Oxford y EMG en supino (rho = -0,527, p = 0,064) considerándose valores estadísticamente tendenciales. Al contrario, Oxford y EMG en bipedestación presentó (rho = 0,329, p = 0,272), considerándose no significativos.

**Conclusiones:** Debido al aumento de la presión intra-abdominal en bipedestación, el cambio de posición del paciente para su evaluación no relacionó el nivel de fuerza (Oxford) con la actividad eléctrica muscular (EMG).

**Palabras clave:** Suelo pélvico. Incontinencia urinaria. Electromiografía.

### 041. La metabolómica como herramienta para potenciar el rendimiento deportivo

Samino S<sup>1</sup>, Martínez-Micaelo N<sup>1</sup>, Cabau L<sup>1</sup>, Torné P<sup>1</sup>, Sousa JP<sup>1</sup>, Rodríguez D<sup>1</sup>, Merino C<sup>1</sup>, Ribalta J<sup>2</sup>, Amigó N<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Biosfer Teslab SL. Reus. <sup>2</sup>Unidad de Investigación en Lípidos y Arteriosclerosis. Departamento de Medicina y Cirugía. Universidad Rovira i Virgili. Reus. Tarragona. Centro de Investigación Biomédica en Red de Diabetes y Enfermedades Metabólicas Asociadas. Madrid.

**Introducción:** Comprender el metabolismo es clave para el óptimo rendimiento deportivo, y la metabolómica se presenta como una herramienta esencial para lograrlo. El objetivo de este estudio es evaluar la respuesta metabólica en dos grupos: la población general y deportistas, identificando marcadores metabólicos que faciliten el monitoreo y mejora del rendimiento deportivo.

**Material y método:** Para este estudio, se empleó la técnica de resonancia magnética nuclear de protones (1H-NMR) para obtener perfiles avanzados de lipoproteínas, glicoproteínas, metabolitos de bajo peso molecular y el perfil lipídico en dos cohortes. La primera cohorte estuvo compuesta por 1.711 individuos de origen español, categorizados en función de sus niveles de actividad física: inactivos (<300 METs caminando), moderadamente activos (300-2000 METs moderados) y altamente activos (>1.500 METs vigorosos). La segunda cohorte incluyó 25 deportistas de alto rendimiento sometidos a diversas cargas físicas, junto con un grupo de controles sanos emparejados en edad y sexo.

**Resultados:** En la cohorte de población general, se observó que las personas con mayor actividad física eran predominantemente hombres (75% en actividad vigorosa vs. 34% en inactividad), más jóvenes (40 vs. 52 años en inactividad) y presentaban una mayor incidencia de obesidad y diabetes tipo 2. Además, la actividad física se asoció con un perfil cardiovascular más saludable (menores niveles de colesterol total p < 0,001 y triglicéridos totales p = 0,009), una reducción de marcadores

inflamatorios (glicoproteína A  $p < 0,005$  y glicoproteína B  $p < 0,001$ ), junto con cambios significativos en la huella metabólica (la actividad física se asocia a menores niveles plasmáticos de glucosa  $p = 0,002$ , lactato  $p < 0,001$ , alanina  $p < 0,001$  o tirosina  $p < 0,001$ ). En deportistas, se identificaron adaptaciones metabólicas relacionadas con la carga física, reflejando adaptación al entrenamiento a través de una mayor eficiencia en el metabolismo energético (diferencias en glucosa  $p < 0,001$  y lactato  $p < 0,001$ ). Además, se observaron diferencias en la masa muscular (con modificaciones en los niveles de glutamato  $p < 0,001$ , glutamina  $p = 0,001$ , creatina  $p = 0,017$ , creatinina  $p < 0,001$  y BCAAs  $p < 0,001$ ), y en el rendimiento deportivo (cambios en la concentración de glicerol  $p = 0,02$ , 3-hidroxiacetato  $p = 0,014$ , acetona  $p < 0,001$ , ácido docosahexaenoico  $p < 0,001$ , o la lisofosfatidilcolina  $p = 0,001$ ). A partir de estos resultados, se ha desarrollado una herramienta de evaluación metabólica y monitoreo más eficiente y accesible para su implementación en el ámbito deportivos.

**Conclusiones:** Los resultados destacan que, en la población general, la actividad física está asociada con beneficios notables, incluyendo un perfil cardiovascular más saludable, menor inflamación y marcadas diferencias en el metabolismo. Además, en los deportistas, se identificaron cambios metabólicos relacionados con mejoras en la capacidad física y el rendimiento deportivo. Estos hallazgos respaldan el desarrollo de una herramienta de evaluación metabólica eficaz y accesible para su implementación en el ámbito deportivo.

**Palabras clave:** Metabolómica. Rendimiento deportivo. Herramienta de gestión deportiva.

## 042. Asociaciones y diferencias según edad en fuerza isométrica máxima y aptitud cardiorrespiratoria en adultos mayores

Cordellat A<sup>1</sup>, Roldán A<sup>1</sup>, Monferrer-Marín J<sup>1</sup>, Monteagudo P<sup>1,2</sup>, Marco-Barriguete I<sup>1</sup>, Díaz-Martínez AS<sup>1</sup>, Blasco-Lafarga C<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Unidad de investigación en rendimiento físico y deportivo (UIRFIDE). Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Valencia. Valencia. <sup>2</sup>Departamento de Educación y Didácticas Específicas. Universidad Jaume I. Castellón.

**Introducción:** Aptitud cardiorrespiratoria y fuerza son determinantes en el adulto mayor (AM) por su probada correlación inversa con el riesgo de mortalidad. Esta asociación negativa puede aumentar con la edad en adultos sedentarios, por lo que la prescripción de ejercicio físico busca mejorar ambas capacidades y minimizar este riesgo. Este trabajo tiene como objetivos: a) analizar las diferencias, en función de la etapa en el proceso de envejecimiento, en fuerza isométrica máxima (piernas, FPR; y tronco, FTR) y, aptitud cardiorrespiratoria (200 m); así como, b) estudiar cambios en las asociaciones entre estas mismas variables atendiendo a estas fases de edad.

**Material y método:** Tras derivación médica, 55 AM fueron asignados a los grupos  $>75$  ( $n = 23$ ; 6 hombres,  $79,48 \pm 2,69$  años y  $71,36 \pm 13,75$  kg) y  $<75$  ( $n = 32$ ; 3 hombres,  $69,1 \pm 4,19$  años y  $71,79 \pm 15,57$  kg). El 200 m se realizó a lo largo de 50 m, andando lo más rápido posible sin correr. FPR se evaluó partiendo de flexión de rodillas entre  $130-140^\circ$ , y FTR partiendo de flexión de tronco de  $30^\circ$  (dinamómetro Takkei 5402). En

ambas extensiones se hicieron dos intentos con 3 min de descanso entre ellas. Tras analizar la normalidad se realizó un análisis de correlación (Spearman) entre el 200 m y la FPR, y FTR, en el grupo completo y en cada subgrupo por separado, seguido de los gráficos de dispersión y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

**Resultados:** No hubo diferencias significativas entre grupos. La asociación significativa, negativa, pero baja y muy similar, entre 200 m y FPR ( $r = -0,31$ ;  $p = 0,02$ ;  $R^2 = 0,07$ ), y 200 m y FTR ( $r = -0,30$ ;  $p = 0,02$ ;  $R^2 = 0,09$ ), se mantuvo para FTR ( $r = -0,3$ ;  $p = 0,03$ ), y se redujo algo para FPR ( $r = -0,27$ ;  $p = 0,05$ ) al controlar por edad. Es más, al segmentar por grupos, solamente existió asociación significativa en  $<75$  años (FPR:  $r = -0,42$ ;  $p = 0,02$ ;  $R^2 = 0,09$ ; FTR:  $r = -0,43$ ;  $p = 0,02$ ;  $R^2 = 0,09$ ).

**Conclusiones:** Obviando el peso del sexo, la presencia de patologías parece condicionar relaciones y cambios esperables con la edad. A mayor edad, una prueba de marcha depende también de factores como la fuerza/disnea respiratoria, o la función ejecutiva, entre otros. Se confirma la necesidad de introducir programas de ejercicio físico desde edades tempranas, enfatizando el trabajo en equipos multidisciplinares. También la necesidad de integrar factores como el cardiorrespiratorio, el core, la agilidad o la técnica de paso cuanto más mayores.

**Palabras clave:** Capacidades condicionales. Ejercicio físico. Entrenamiento temprano. Envejecimiento activo.

## 052. Efecto post-COVID sobre la actividad física y estado nutricional en estudiantes universitarios de kinesiólogía

Oñate-Navarrete C, Santos L, Muñoz J, Marchant V.

Universidad Católica de Temuco. Chile.

**Introducción/Objetivo:** Conocer el nivel de actividad física y la composición corporal en estudiantes de Kinesiólogía durante el retorno presencial universitario post COVID-19.

**Material y método:** Estudio transversal analítico; la población fue un grupo de estudiantes de tercer año de la carrera de Kinesiólogía. El nivel de actividad física se evaluó mediante el IPAQ versión corta y el estado nutricional a través de la bioimpedancia OMRON modelo HBF-514C. Se controlaron sexo, edad, peso, talla circunferencia de cintura, porcentaje de masa grasa, porcentaje de masa muscular.

**Resultados:** Se analizaron a 43 participantes de ambos sexos. El 41,7% de mujeres presenta un riesgo cardiovascular elevado. El 62,5% de las mujeres presenta un porcentaje de grasa corporal muy elevado. Respecto a los varones, el 57,9% tiene un porcentaje de grasa muy elevado. Respecto a la masa muscular el 50% de mujeres presenta porcentajes bajos. Respecto a las correlaciones con Rho de Spearman encontramos correlación positiva entre el peso real y el porcentaje de grasa visceral (0,78); IMC y circunferencia de cintura (0,78). Respecto al nivel de actividad física (AF) vigorosa los estudiantes en promedio dedican un día a la semana con un tiempo total de 0,6 h. En relación AF moderada dedicaron un día y medio con un tiempo total de 1,4 h. El número de días de AF leve fue de cinco días promedio, dedicando más tiempo en actividades sedentarias con un total de 6,5 h sentado en un día.

**Conclusiones:** Se observa que los estudiantes al retornar de manera presencial a la universidad presentan un mal estado nutricional acompañado de una escasa práctica de AF vigorosa y moderada.

**Palabras clave:** Habilidades motrices básicas. COVID-19. Escolares. Pandemia.

## 054. Conoce tu suelo pélvico: un seminario educacional sobre suelo pélvico para mujeres atletas

Vico-Moreno E<sup>1</sup>, Romero-Franco N<sup>1,2</sup>, Fernández-Domínguez JC<sup>1,2</sup>, González-Trujillo A<sup>1</sup>, Martínez-Bueso MP<sup>1</sup>, Molina-Mula J<sup>1</sup>, Bosch-Donate E<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de las Islas Baleares. Palma de Mallorca. <sup>2</sup>Instituto de Investigación Sanitaria Islas Baleares (IdISBa). Palma de Mallorca.

**Introducción:** Las nuevas tecnologías permiten aumentar la información sobre patologías invisibilizadas como las disfunciones de suelo pélvico (DSP). Su elevada prevalencia y silenciamiento entre mujeres atletas requiere formatos que maximicen el alcance, facilitando el interés y demanda sanitaria. El objetivo fue describir las características de las atletas asistentes a un seminario sobre suelo pélvico (SP) y su nivel de satisfacción con el mismo.

**Material y método:** Durante 2023, se desarrolló "Conoce tu suelo pélvico", un seminario virtual, orientado a mujeres atletas. Se realizó en directo, con 90 minutos de duración, incorporando ejercicios de concienciación y un modelo anatómico 3D. Al final, las asistentes cumplieron un formulario anónimo sobre sus características deportivas, académicas y de salud del SP, e indicaron su grado de satisfacción con el seminario (0, muy insatisfecho, 10 muy satisfecho). También podían añadir comentarios de texto libre opcionales.

**Resultados:** Un total de 41 (36,3 ± 10,2 años) atletas asistieron al seminario. Todas entrenaban atletismo federado, con una media semanal de 10,8 ± 7,8 horas. El 43,0% estudiaba un grado universitario y el 43,9% un máster. El 63% eran núlparas, el 56,1% tenía pérdidas de orina, el 70,7% tenía dispareunia, el 19,5% incontinencia anal, y el 12,2% prolapso. Su grado de satisfacción fue 8,8 ± 1,4 puntos. De las 41, 20 atletas hicieron comentarios. Éstos destacaban: la parte práctica (10 comentarios), el carácter interesante (8), el manejo del modelo 3D (6), y/o demandando la disponibilidad de la información (4). No hubo relación entre las características de las atletas y su grado de satisfacción ( $p > 0,05$ ).

**Conclusiones:** Un seminario virtual en directo sobre SP, incluyendo ejercicios y manejo de modelo 3D genera un alto nivel de satisfacción entre las atletas. A pesar de la alta ocurrencia de sintomatología relacionada con DSP, casi la mitad de las atletas no tenía DSP.

**Palabras clave:** Trastornos del suelo pélvico. Mujeres. Atletas. Educación en salud.

## 056. Evaluación de un programa de entrenamiento en esclerosis lateral amiotrófica en deportista de alto nivel

Pascual C, Pardo R, Jiménez P, Martínez B, Archanco M.

Hospital Clínico Universitario San Carlos. Madrid.

**Introducción:** Gracias al descubrimiento de "Tofersen" (terapia ARNm contra la síntesis proteica de SOD1), la progresión de la esclerosis lateral amiotrófica (ELA) en los pacientes con mutación SOD1 parece detenerse, sin conseguir mejorar la capacidad aeróbica de estos pacientes. Presentamos el caso de un paciente de 29 años con ELA (mutSOD1), competidor nacional de "powerlifting". Comenzó con dolor paroxístico lancinante proximal en miembros inferiores (MMII) post-ejercicio, progresando a paresia proximal y distal bilateral de MMII, sin empeoramiento desde el inicio de "Tofersen".

**Material y método:** Analizamos si un entrenamiento específico mejora la velocidad máxima de la marcha (VMA) y capacidad aeróbica en un paciente deportista de alto rendimiento. Se miden antes y después del entrenamiento: el test up and go (TUG) y el test de 6 minutos de la marcha (T6M) analizando: frecuencia cardiaca (Fc), saturación de oxígeno (spO2) y Borg disnea y Borg fatiga. El entrenamiento incluyó 62 sesiones de 90 minutos de: estiramientos, técnicas FNP/Kabat, tonificación de "CORE", coordinación de Frenkel, trabajo de la marcha, fortalecimiento de glúteo medio y flexores dorsales del pie, trabajo con escaleras y rampa, ejercicio aeróbico a nivel submáximo, pliometría, control motor de "feedback", ejercicios de resistencia y adaptación del "powerlifting" a su situación actual.

**Resultados:** Escalas pre-entrenamiento: T6M en reposo: 74 lpm, spO2 99%, Borg: disnea 0, fatiga 0; post-esfuerzo 97 lpm, spO2 95%, Borg: disnea 0, fatiga 5. Recorrió 352,9 metros, VMA 58,817. TUG 5.55 segundos. Post-entrenamiento: en reposo 83lpm, spO2 97%, Borg: disnea 0, fatiga 0; post-esfuerzo 109lpm, spO2 97%, Borg: disnea 0, fatiga 0. Completó 394,3 metros, VMA 65.717. TUG 5,18 segundos.

**Conclusiones:** Objetivamos una mejora en la capacidad aeróbica y VMA de nuestro paciente al combinar "Tofersen" con entrenamiento específico. Futuros estudios son necesarios para concluir qué parámetros mejoran tras el entrenamiento, y determinar el más adecuado para estos pacientes.

**Palabras clave:** Entrenamiento. "Powerlifting". ELA. Tofersen.

## 057. Asociación entre el desplazamiento activo al centro educativo y la prevalencia de obesidad en adolescentes

Martín-Moraleda E<sup>1</sup>, Mandic S<sup>2</sup>, Queralt A<sup>3</sup>, Romero-Blanco C<sup>4</sup>, Aznar S<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Grupo de Investigación PAFS. Facultad de CC del Deporte. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo. <sup>2</sup>Facultad de Salud y Ciencias Ambientales. Universidad de Auckland.

<sup>3</sup>Grupo de Investigación AFIPS. Departamento de Enfermería. Universidad de Valencia.

<sup>4</sup>Grupo de Investigación PAFS. Facultad de Enfermería. Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real.

**Introducción:** El desplazamiento activo al centro educativo (DACE) parece ser uno de los medios para incrementar los niveles de actividad física (AF) en jóvenes escolares, pero no está claro si reduce la prevalencia de sobrepeso/obesidad protegiendo y mejorando su salud. La mayoría de las investigaciones previas se han realizado en población infantil o jóvenes (es decir, población infantil y adolescente juntos), y son escasas las investigaciones realizadas sólo en adolescentes. El objetivo de esta revisión fue evaluar la asociación entre

el DACE y los parámetros de sobrepeso/obesidad en adolescentes de 11 a 19 años.

**Material y método:** Para la búsqueda de literatura se utilizaron las bases de datos PubMed, WOS y SPORTDiscus. Todos los pasos del proceso siguieron las recomendaciones del diagrama de flujo PRISMA.

**Resultados:** Quince artículos (68,18%) encontraron una asociación consistente entre el DACE y la composición corporal y 7 estudios (31,81%) no mostraron diferencias en la composición corporal entre los que se desplazaban al colegio de forma activa o pasiva. Catorce estudios observaron que aquellos que iban al colegio de manera más activa tenían una composición corporal más favorable y, sin embargo, un estudio informó de que el DACE se asociaba con una peor composición corporal.

**Conclusiones:** El DACE podría ser la clave para mejorar los niveles de AF en la adolescencia, pero se necesitan más investigaciones que lo relacionen con la mejora de la composición corporal y prevención de la obesidad.

**Palabras clave:** Adolescentes. Desplazamiento activo al centro educativo. Obesidad. Sobrepeso.

## 066. Efectos del ejercicio sobre variables cardiorrespiratorias y vasculares en adultos mayores con discapacidad intelectual

Simon-Siles S<sup>1</sup>, Font-Farré M<sup>1</sup>, Guerra-Balic M<sup>1</sup>, Javierre C<sup>2</sup>, Oviedo GR<sup>1,3</sup>.

<sup>1</sup>FPCEE Blanquerna. Universitat Ramon Llull. <sup>2</sup>UFEBELL. Universitat de Barcelona.

<sup>3</sup>Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universitat Internacional de Catalunya.

**Introducción:** Las enfermedades cardiovasculares son muy prevalentes en los adultos mayores con discapacidad intelectual (DI), que además presentan una condición física deteriorada en comparación a las personas sin DI. Por consiguiente, implementar programas de ejercicio para la mejora de la salud y calidad de vida adquiere un valor fundamental. El objetivo de este estudio fue contrastar los resultados de dos programas de ejercicio (aeróbico continuo (CAT) y sprint interválico (SIT)) sobre el grosor íntima-media carotídeo (GIMc) y la capacidad aeróbica en adultos mayores con DI.

**Material y método:** Se reclutaron 56 adultos mayores ( $49,5 \pm 7,71$  años) con DI leve o moderada de ambos sexos. Se formaron los grupos CAT ( $n = 16$ ), SIT ( $n = 20$ ) y control (GC;  $n = 20$ ) de manera aleatoria. Los grupos de intervención realizaron un programa multimodal de 72 sesiones (3 sesiones por semana) de 90' cada una. Se analizaron distintas variables antropométricas (peso, masa grasa, masa muscular, índice de masa corporal) mediante bioimpedancia; consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y potencia máxima (W) a través de una prueba de esfuerzo directa; grosor íntima/media carotídeo (GIMc), presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). El GIMc se obtuvo mediante *software* específico y medida ecográfica (Cardiovascular Suite, Quipu, Pisa, Italy). Se obtuvieron datos descriptivos de todas las variables. Se utilizó un ANOVA de un factor para comparar las características iniciales de los grupos y un ANOVA de medidas repetidas para evaluar el efecto de la intervención ( $\alpha = 0,05$ ).

**Resultados:** La masa grasa se redujo para los grupos CAT y SIT debido a los efectos de la intervención ( $p = 0,01$  y  $p = 0,049$  respectivamente). El  $VO_2$  mejoró de manera significativa en los grupos CAT y SIT ( $p < 0,001$  en ambos casos) y existen diferencias de ambos al finalizar la intervención respecto al GC (CAT,  $p = 0,001$ ; SIT,  $p < 0,001$ ). La potencia máxima alcanzada en la prueba de esfuerzo aumentó de manera significativa en ambos grupos activos (CAT,  $p = 0,002$ ; SIT,  $p < 0,001$ ). En el momento post-intervención existen diferencias respecto al GC entre los grupos CAT y SIT (CAT,  $p = 0,009$ ; SIT,  $p < 0,001$ ). El grupo CAT obtuvo mejoras significativas en la PAS ( $p = 0,009$ ). Se observaron diferencias post-intervención entre los grupos SIT y GC ( $p = 0,013$ ). Respecto a la PAD, solo existen diferencias post-intervención entre los grupos CAT y control ( $p = 0,042$ ). Las medidas de distensibilidad muestran diferencias entre los grupos CAT y SIT post-intervención ( $p = 0,023$ ). Se observaron diferencias significativas en el GIMc pre/post para el grupo SIT ( $p = 0,046$ ). Post-intervención, se obtienen diferencias entre CAT y GC ( $p = 0,035$ ).

**Conclusiones:** Los datos muestran cómo los diferentes programas promueven una mejor condición física orientada a la salud de los adultos mayores con DI. Los resultados obtenidos son muy favorables ya que ambos grupos de intervención mejoran medidas antropométricas y aeróbicas. Específicamente, el grupo CAT consigue mejorar la PAS y el grupo SIT mejora el GIMc.

**Palabras clave:** Discapacidad intelectual. Grosor íntima-media carotídeo. Capacidad aeróbica.

## Lesiones deportivas: diagnóstico, prevención y tratamiento / Sports injuries: diagnosis, prevention and treatment

### 016. Efectividad de las ondas de choque extracorpóreas para el tratamiento de fasciopatía plantar respecto al parámetro funcionalidad. Revisión sistemática

Cigala F<sup>1</sup>, Vicente J<sup>1,2</sup>, Jaenada E<sup>1,2</sup>, Falaguera F<sup>2</sup>, Blanco P<sup>1,2</sup>, Baraja L<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Grupo de investigación fisioterapia neuromuscular, dolor y ejercicio terapéutico. Universidad Católica de Valencia. <sup>2</sup>Facultad de medicina y ciencias de la salud. Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir España. Departamento de fisioterapia.

**Introducción:** La fasciopatía plantar es un trastorno doloroso agudo o crónico de la fascia plantar que se extiende entre la tuberosidad medial del calcáneo y las falanges proximales de los dedos de los pies. Su principal característica es el dolor localizado en la zona medial de la planta del pie, siendo de intensidad mayor durante la mañana o tras un descanso. Actualmente, alrededor de 1 millón de pacientes padecen esta patología. Uno de los tratamientos fisioterápicos más empleados para la mejora de dicha entidad clínica son las ondas de choque. Éstas se clasifican en radiales o focales, siendo la principal diferencia el alcance de su efecto (superficial vs. profundo).

**Objetivo:** Determinar el efecto de las ondas de choque de tipo radial y focal sobre la funcionalidad en pacientes diagnosticados de fasciopatía plantar.

**Material y método:** Las bases de datos "Pubmed", "CINAHL", "Scopus" y "Web Of Science" fueron utilizadas como fuentes de información para la búsqueda de los artículos necesarios desde Marzo del 2022 hasta Junio del 2022. Los artículos introducidos para su análisis cumplieron, los siguientes criterios de inclusión:

i) Ensayos clínicos aleatorizados; ii) Publicados en los últimos 10 años; iii) Existencia de mediciones pre y post en la valoración de la función independientemente del número de tomas. Para calcular el delta porcentaje ( $\Delta\%$ ) de los artículos obtenidos fue calculado con la fórmula estándar:  $\text{cambio } (\%) = \frac{[(\text{posttest score} - \text{pretest score}) / \text{pretest score}] \times 100$ .

**Resultados:** Se obtuvieron cinco artículos que cumplieron con los criterios de elegibilidad establecidos. Uno de ellos evaluó el efecto de la aplicación de ondas de choque radiales, dos utilizaron ondas de choque focales y otros dos artículos compararon el efecto de los dos tipos de ondas de choque. Los resultados del porcentaje de cambio evaluado sobre las escalas AOFAS, FFI y FAOS obtenidos en cada estudio se muestran en la Tabla 1.

**Conclusiones:** La aplicación de las ondas de choque independientemente del tipo, tiempo y parámetros de aplicación produce mejoras sobre la funcionalidad de las estructuras del pie que pueden considerarse clínicamente significativos en pacientes diagnosticados de fasciopatía plantar

Tabla 1.

Autor	Año	Tipo de onda	Resultados	
			Escala	Toma / ( $\Delta\%$ )
Cinar <i>et al.</i>	2020	RADIAL	AOFAS	Grupo OCH: 3s → 13,80% Grupo OCH: 3m → 10,20% Grupo Control: 3s → 6,03% Grupo Control: 3m → 5,30%
Carlisi <i>et al.</i>	2021	FOCAL	FFI	Grupo OCH: 1m → 10,95% Grupo Control: 1m → 11,35%
Elia Martínez <i>et al.</i>	2020	FOCAL vs. RADIAL	FFI	Grupo OCH FOCAL: 3m → -39,84% Grupo OCH RADIAL: 3m → -42,78%
Heinz <i>et al.</i>	2010	FOCAL vs. RADIAL	FFI	Grupo OCH FOCAL: 3m → -69,30% Grupo OCH RADIAL: 3m → -60,59%
Vertuccio <i>et al.</i>	2021	FOCAL	FAOS	Grupo OCH: 3s → 24,53% Grupo OCH: 3m → 33,38%

**Palabras clave:** Ondas de choque. Ondas de choque extracorpóreas. Fascitis plantar. Fascitis plantar crónica. Espolón calcáneo.

### 031. Infiltración interfascial del piramidal como tratamiento del dolor glúteo profundo en corredora de fondo

Sánchez N, Ramírez M, Cuesta J, Olivo B.

Servicio de Medicina Física y Rehabilitación. Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz.

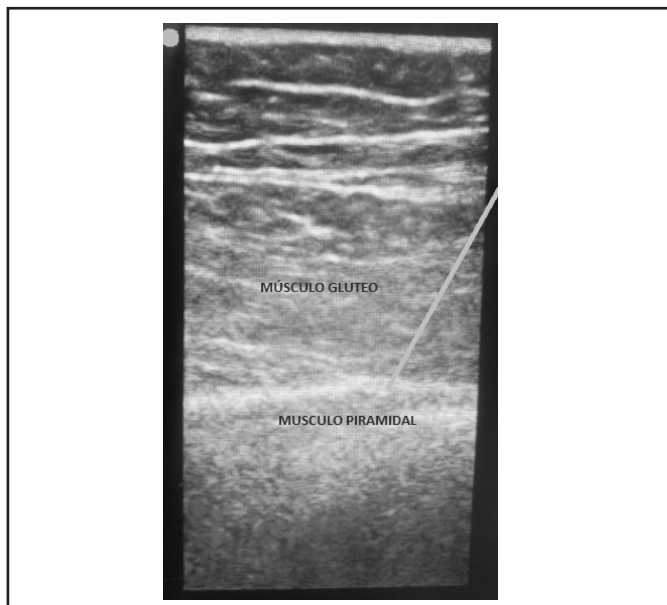
**Introducción:** El Síndrome Piramidal es una neuropatía por compresión del nervio ciático producido por hipertrofia o contractura de dicho músculo, frecuente en deportistas.

**Material y método:** Mujer de 52 años, corredora de media de 50 kilómetros semanales, acude a consulta con dolor selectivo a nivel glúteo, ingle y manguito trocantérico derechos con la fase de despegue de la zancada y se perpetúa al caminar. Presenta movilidad completa de cadera con punto doloroso en músculo piramidal derecho. Leve dolor con la rotación externa y abducción contra resistencia. Dolor con maniobras de estiramiento del piramidal, con irradiación hacia la región posterior del muslo, ciatalgia negativa. En las pruebas que se realizan se objetiva una entesopatía crónica del glúteo medio y un quiste sinovial medial al tendón del iliopsoas. Se realiza tratamiento conservador con ejercicios de potenciación y flexibilización de piramidal, glúteo, isquiotibiales,

psoas y cuádriceps sin mejoría. Posteriormente se realizan varias técnicas intervencionistas: una infiltración intraarticular de cadera derecha ecoguiada con 1 mililitro (ml) de triamcinolona y 2 ml de mepivacaina 2%, rizólisis lumbar y epidural sin mejoría. Tras valoración en consulta de rehabilitación intervencionista, se realiza infiltración intermiofascial ecoguiada con 1 ml de triamcinolona, 2 ml de mepivacaina al 2% y 4 ml de suero salino fisiológico en punto doloroso entre piramidal y glúteo con técnica en plano y aguja espinal.

**Resultados:** Con la infiltración intermiofascial de piramidal derecho se pasa de un dolor valorado con la escala visual analógica (EVA) de 10 a EVA 0, permitiendo una reintroducción a la carrera progresivamente.

Figura 1.



Fuente: Imagen propia.

**Conclusiones:** El tratamiento con triamcinolona mediante infiltración intermiofascial de piramidal podría ser una alternativa para mejorar el dolor por sobrecarga muscular en pacientes deportistas.

**Palabras clave:** Piramidal. Corredora. Intermiofascial. Intervencionismo.

### 033. ¿Combinar el ejercicio excéntrico con terapias pasivas produce mayores beneficios en la tendinopatía rotuliana?

Hervás A, Vicente-Mampel J, Martínez-Soler M, Yeste-Fabregat M.

Universidad Católica de Valencia.

**Introducción:** La tendinopatía rotuliana puede ser abordada de manera activa o pasiva. En las terapias activas, el ejercicio excéntrico es el más estudiado, a pesar de que no ha demostrado ser más beneficioso que otras modalidades de ejercicio. Dentro de las terapias pasivas, destaca la utilización de las ondas de choque y de la electrólisis. Estas pueden combinarse o no con el ejercicio, con buenos resultados sobre el dolor y función.

**Objetivos:** Valorar la efectividad del ejercicio excéntrico aislado o combinado con terapias pasivas, en pacientes diagnosticados de tendinopatía rotuliana sobre el dolor y la capacidad funcional.

**Material y método:** Se realizó una revisión sistemática mediante búsquedas en las bases de datos PubMed, SPORTDiscus y Scopus a fecha de 14 de enero de 2023. Criterios de inclusión: (i) pacientes con tendinopatía rotuliana, (ii) inclusión de la variable dolor y función, (iii) ensayos clínicos aleatorizados, (iv) duración mínima de 8 semanas, (v) edad entre 18 y 60 años y (vi) publicados entre 2013 y 2023. Criterios de exclusión: (i) no haber utilizado el protocolo de Young para el ejercicio excéntrico, (ii) no estar en inglés.

**Resultados:** Se encontraron un total de 902 registros, empleando finalmente 5 para su análisis. Todos emplearon ejercicio excéntrico en un grupo de intervención y solo cuatro combinándolo con ondas de choque. En ningún artículo se observó diferencias significativas en la combinación sobre el dolor y la función. En cuatro de los cinco artículos no se observaron diferencias significativas en la mejoría del dolor y la función tras la combinación de ondas de choque y ejercicio. En el último, el tratamiento consistió en la combinación de electrólisis, punción seca y ejercicio.

**Conclusiones:** Un programa de ejercicio excéntrico, combinado o no con terapias pasivas, parece producir beneficios sobre el dolor y la función en tendinopatía rotuliana.

**Palabras clave:** Tendinopatía rotuliana. Ejercicio excéntrico. Fisioterapia.

### 037. Efectos de un protocolo de fatiga en el estudio de lesiones de ligamento cruzado anterior

Ortiz-Sánchez D<sup>1</sup>, Bravo-Sánchez A<sup>1,2</sup>, Ramírez-de-laCruz M<sup>1</sup>, Esteban-García P<sup>1</sup>, Abián-Vicén J<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Rendimiento y Readaptación Deportiva. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Francisco de Vitoria. Pozuelo de Alarcón.

**Introducción/Objetivo:** Analizar si el test Wingate sirve como protocolo de fatiga que reduzca el rendimiento en variables relacionadas con el aumento del riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior.

**Material y método:** 33 adultos físicamente activos ( $22,8 \pm 2,6$  años,  $169,7 \pm 8,3$  cm,  $67,6 \pm 10,2$  kg) participaron voluntariamente en el estudio. Fueron divididos en 2 grupos, uno realizó un test de fuerza isométrica máxima en un dinamómetro isocinético (Biodex System 3), y el otro un test de salto horizontal máximo a una pierna. Se realizó 2 veces cada prueba haciendo entre ambos un test Wingate en cicloergómetro como protocolo de fatiga, donde los participantes hicieron un esfuerzo máximo de 30 segundos. El test de fuerza se realizó con el sujeto sentado con 60° de flexión de rodilla para evaluar los músculos extensores y con 30° para evaluar los flexores de la rodilla. Las variables estudiadas fueron el *peak torque* (PT) y *rate of torque development* (RTD) en distintos intervalos de tiempo. El test de salto fue grabado por cámaras en el plano frontal y sagital y las variables estudiadas fueron los grados de máxima flexión de rodilla en plano sagital, valgo de rodilla en plano frontal y distancia de salto.

**Resultados:** Tras el Wingate se redujeron de manera significativa (PRE vs. POST) todos los valores de PT y RTD, como RTD50 tanto de exten-

sores ( $1.613,07 \pm 572,23$  vs.  $10.50,4 \pm 324,32$  Nm-s-1,  $p < 0,001$ ) como de flexores ( $630,67 \pm 204,42$  vs.  $491,6 \pm 187,11$  Nm-s-1,  $p = 0,002$ ). La distancia de salto también se redujo significativamente ( $141,67 \pm 37,36$  vs.  $109,61 \pm 36,63$  cm,  $p < 0,001$ ). No se observaron cambios significativos en la máxima flexión de rodilla.

**Conclusiones:** El test Wingate sirve como protocolo de fatiga reduciendo el PT, el RTD en todos los intervalos de tiempo en extensores y flexores de rodilla y, la distancia de salto. Estas modificaciones pueden incrementar el riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior.

**Palabras clave:** Wingate. Rodilla. Rate of Torque Development. Fuerza.

### 044. Recuperación del ligamento cruzado anterior evaluando la inhibición artrogénica muscular (serie de casos)

Vicente-Mampel J, Baraja-Vegas, Jaenada-Carrilero E.

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Departamento de Fisioterapia. Universidad Católica de Valencia.

**Introducción:** La recaída en la lesión del LCA supone una preocupación tras la intervención quirúrgica. El gran riesgo de re-lesión del LCA puede ser desencadenado por la falta de activación muscular postquirúrgica generando alteraciones en la función muscular y biomecánica articular. La inhibición artrogénica muscular (IAM) se asocia a un déficit persistente de la fuerza del cuádriceps relacionada con una inhibición corticoespinal. Por ende, se establece que IAM se convierte en el foco de tratamiento en la rehabilitación de LCA en el músculo cuádriceps pero no en otros músculos involucrados en el riesgo de recaída de LCA (p. ej. músculo isquiotibial). La resonancia magnética muscular (RMN) se utiliza para evaluar la morfología de los músculos del muslo cuyo diámetro o sección transversal define la capacidad de un músculo para producir fuerza (fisiológica) sin ser considerado el único (p. ej. fuerza intrínseca del músculo).

**Objetivo:** Analizar los resultados clínicos obtenidos de la sección muscular del isquiotibial evaluados a través de RMN.

**Material y método:** Se realizó un estudio observacional (series de casos) para describir el área transversal de los 4 vientres musculares (isquiotibial) en sujetos intervenidos de LCA. Cuatro deportistas federados (rugby y balonmano) fueron evaluados cabeza larga y corta del bíceps ( $BF^L$  y  $BF^C$ ), semitendinoso (ST) y semimembranoso (SM) comparando

los valores a nivel distal (d), proximal (p) y medial (m) entre la pierna lesionada y no lesionada (4 meses post intervención).

**Resultados:** Los resultados descriptivos (media±DS) y la comparación de medias se muestran en la Tabla 1. Los resultados mostraron que la sección transversal de los vientres musculares del músculo isquiotibial no es diferente entre la pierna lesionada y no lesionada ( $p < 0,05$ ).

**Conclusiones:** Los resultados sugieren que la sección transversal evaluada a través de la RNM a los 4 meses de la intervención no difiere entre la pierna lesionada si es comparada con la no lesionada.

**Palabras clave:** Ligamento cruzado anterior. Resonancia magnética nuclear. Ejercicio.

### 045. Miositis osificante postraumática: a propósito de un caso

Olivo B, Fernández-Bravo A, Ramírez M, Cuesta J, Sánchez N.

Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz.

**Introducción:** La miositis osificante (MO) traumática es una complicación frecuente de las lesiones musculares, generalmente producidas por mecanismo directo. Consiste en una osificación benigna extraesquelética, que suele afectar a grupos musculares aislados, frecuentemente en los miembros inferiores. La incidencia es mayor en varones en torno a la 2ª-4ª década de vida. Inicialmente se manifiesta con dolor, pudiendo resultar las pruebas de imagen anodinas, siendo su evolución importante en el diagnóstico y tratamiento.

**Material y método:** Varón de 17 años, futbolista profesional. En marzo de 2022, durante un partido, siente un pinchazo en región posterior del muslo izquierdo, presentando impotencia funcional, dolor en todo tipo de contracciones y al estiramiento. Tras realizar una resonancia magnética en su club, se diagnostica una rotura en la porción larga del bíceps femoral y se recomienda reposo. A las 4 semanas los controles ecográficos y radiográficos evidencian calcificaciones lineales en tercio medio-proximal de la musculatura isquiotibial izquierda, compatibles con MO en el bíceps femoral. En septiembre, tras evolución tórpida, se realiza tratamiento con ondas de choque focales (OCE), 3 sesiones espaciadas 1 semana, a 2.500 impulsos e intensidad de 0,2 mJ/mm². Además, se inicia fase de readaptación deportiva previa valoración funcional, basada en rangos de movimiento y tensiomiografía; obser-

Tabla 1. Resultados del estudio. Material Complementario.

		ST			SM			BF <sup>L</sup>			BF <sup>C</sup>		
P	L	NL	p	L	NL	p	L	NL	p	L	NL	p	
	10,04 ± 3,24	11,12 ± 2,96	0,48	7,7 ± 5,5	8,6 ± 4,95	0,56	12,19 ± 8,39	13,78 ± 8,33	0,48				
M	L	NL	p	L	NL	p	L	NL	p	L	NL	p	
	11,07 ± 3,28	11,06 ± 3,34	0,68	6,28 ± 2,74	7,15 ± 2,72	0,69	11,27 ± 1,64	12,26 ± 1,89	0,68	3,08 ± 1,46	4,45 ± 2,05	0,30	
D	L	NL	p	L	NL	p	L	NL	p	L	NL	p	
	7,75 ± 2,12	8,81 ± 2,09	0,49	11,37 ± 4,44	11,62 ± 4,61	1	12,30 ± 2,83	12,62 ± 2,53	0,88	4,22 ± 1,92	4,94 ± 1,92	0,48	

ST: Semitendinoso; SM: Semimembranoso; BF<sup>L</sup>: Bíceps Femoral Cabeza Larga; BF<sup>C</sup>: Bíceps Femoral Cabeza Corta L: Lesionada NL: No Lesionada p: comparación de medias (Mann-Whitney).



vándose pérdida de fuerza del isquiosural izquierdo, con una *odds ratio* Hamstring (H) / Quadriceps (Q) decreciente y deficiencia de cadena flexora respecto a extensora.

**Resultados:** Tras terapia de OCE y un programa de readaptación deportiva el paciente es dado de alta con buena movilidad y control del dolor a los 10 meses de la lesión.

**Conclusiones:** La MO es una entidad frecuente derivada de lesiones musculares. Aunque generalmente no tiene repercusiones clínicas y su tratamiento inicial es conservador, puede demorar la incorporación a la actividad deportiva. En fases crónicas, las OCE asociadas a un programa de ejercicios, pueden ser beneficiosos de cara a reanudar la actividad deportiva.

**Palabras clave:** Miositis Osificante. Ondas de choque. Traumatismo. Rotura muscular.

## 046. Luxación de rótula por lesión de ligamento femoropatelar medial: a propósito de un caso

González J, Jiménez M, Álvarez E, Moreno P.

Hospital Universitario Torrecárdenas. Almería.

**Introducción:** La luxación de la rótula es una patología que afecta sobre todo a personas jóvenes activas. La estabilidad de la articulación de la rodilla depende de diversas estructuras estáticas y dinámicas, entre las que destaca el ligamento femoropatelar medial (LFPM), que tiene origen entre el tubérculo aductor y el epicóndilo medial del fémur, insertándose en los dos tercios superomediales de la rótula. Aporta resistencia pasiva a la articulación femoropatelar para impedir la luxación externa de la rótula entre la extensión completa y los primeros 30 grados de la flexión de la rodilla. Su mecanismo lesional es mediante la rotación interna manteniendo el miembro en valgo.

**Material y método:** Se presenta un paciente varón de 19 años, con antecedente de luxación de rótula, que sufrió un movimiento brusco jugando al baloncesto, con posterior inicio de dolor e impotencia funcional en la rodilla derecha. Tras la exploración, que objetivó desplazamiento lateral rotuliano y dolor intenso en la cara interna de la rodilla, se realizó una resonancia magnética diagnosticándose rotura completa de LFPM. Posteriormente se llevó a cabo tratamiento quirúrgico mediante injerto de cuádriceps y posterior rehabilitación, recuperando la actividad funcional previa a los 6 meses del traumatismo.

**Resultados:** Se puede valorar el tratamiento conservador versus quirúrgico, aunque en este caso, al tratarse de un paciente joven activo, se prefiere quirúrgico para obtener la mayor recuperación funcional posible. Existen diversas técnicas quirúrgicas con resultados satisfactorios. La rehabilitación se inicia con movimientos pasivos desde el primer día postoperatorio, pero no se permiten los movimientos activos hasta que no pasen 6 semanas tras la cirugía.

**Conclusiones:** La lesión del LFPM es frecuente en las luxaciones de rótula. Tras la cirugía, la rehabilitación pretende disminuir la inflamación activa, mejorar el balance articular y muscular, así como la reeducación de la marcha, para alcanzar la mayor actividad funcional posible.

**Palabras clave:** Ligamento femoropatelar medial. Inestabilidad femoropatelar. Rehabilitación.

## 060. Retorno al juego tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en jugadores de fútbol: revisión sistemática

Vera FP, Bayo J, Mariscal G, Barrios C.

Instituto de Investigación en Enfermedades Musculoesqueléticas. Universidad Católica de Valencia.

**Introducción:** La LCA es una de las lesiones más frecuentes en futbolistas, y la reconstrucción quirúrgica del LCA (RLCA) es la opción terapéutica más practicada en los casos que se desea el retorno al juego (RJ). El retorno al juego tras la RLCA tiene una gran importancia clínica, los deportistas buscan recuperar cuanto antes el nivel pre-lesión, sin embargo, no siempre se consiguen cumplir las expectativas.

**Objetivos:** El principal objetivo es sintetizar la evidencia actual sobre las tasas de retorno al juego tras la RLCA en futbolistas. Los objetivos secundarios consisten en: identificar factores predictivos en relación con el retorno al juego, proporcionar recomendaciones clínicas basadas en la evidencia encontrada y encontrar brechas en la evidencia y áreas donde se necesitan más investigaciones.

**Material y método:** Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura actual con el propósito de evaluar la evidencia existente respecto a retorno al juego tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en jugadores de fútbol. Se incluyeron 13 estudios (1.731 jugadores de fútbol).

**Resultados:** La tasa de RJ fue del 84,5%, el tiempo medio de RJ fue de 271,4 días. La tasa de rerupturas del LCA fue del 14,5%. El Rendimiento de los futbolistas fue inferior las dos primeras temporadas post-RLCA. El injerto más utilizado fue el Autoinjerto IQ (66%) y en segundo lugar el Autoinjerto HTH (33%).

**Conclusiones:** La RLCA es un procedimiento confiable para el Retorno al Juego de los futbolistas. Sin embargo, estos jugadores presentan un elevado riesgo de reruptura del LCA y una disminución del rendimiento durante los primeros dos años. Para acortar y estandarizar el tiempo de retorno al juego, y poder mejorar el rendimiento de los futbolistas post-RLCA, se necesitan desarrollar planes y protocolos de rehabilitación en base a unos criterios bien definidos.

**Palabras clave:** Ligamento cruzado anterior. Retorno al juego. Fútbol. Revisión sistemática.

## 061. Retorno al juego tras reparación del ligamento lateral del tobillo en deportistas profesionales: revisión sistemática

Vázquez de Toledo M, Vera FP, Mariscal G, Barrios C.

Instituto de Investigación en Enfermedades Musculoesqueléticas. Universidad Católica de Valencia.

**Introducción:** El esguince de tobillo es una lesión común en el ámbito deportivo, representando hasta el 45% de todas las lesiones. El mecanismo de lesión principal es la inversión, y la lesión del ligamento lateral externo es la que se produce con mayor frecuencia. El término "retorno al juego" (RJ) se refiere al proceso de reintegrar gradualmente a un deportista lesionado en su actividad deportiva previa después de haber sufrido una lesión.

**Objetivos:** El objetivo principal es calcular las tasas de RJ en deportistas profesionales después de cirugía reparadora del ligamento lateral del tobillo. Los objetivos secundarios se centrarán en analizar el porcentaje de deportistas que retornan al juego, discriminando el procedimiento quirúrgico aplicado y los días necesarios para retornar al juego en relación con el tipo de lesión.

**Material y método:** Los criterios de inclusión para el estudio fueron los siguientes: RJ tras esguince de tobillo con reparación quirúrgica, atletas profesionales, idioma inglés y/o español, y estudios con una fecha de publicación no inferior a 1998. Se excluyeron todos los estudios que a pesar de tratar sobre esguince de tobillo y su reparación quirúrgica no hicieran referencia a deportistas de élite o no hicieran mención sobre el RJ tras dicha lesión. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos de Cochrane, PubMed y Web of Science durante el período de enero de 1998 a febrero de 2023. Un total de 15 artículos cumplieron los criterios de inclusión con un total de 1074 deportistas.

**Resultados:** La tasa de RJ en deportistas profesionales después de cirugía reparadora del ligamento lateral del tobillo es del 95,8%, en un tiempo medio de 11 semanas. Las lesiones asociadas de ligamento deltoideo o sindesmosis y las lesiones osteocondrales aumentaban el periodo de RJ a 11 y 14 semanas respectivamente. No encontramos diferencias significativas entre hombres y mujeres. La técnica más segura y eficaz, que además proporciona un RJ en menos días es la de Brostöm modificada.

**Conclusiones:** La reconstrucción del ligamento lateral es un tratamiento seguro y eficaz para la lesión del ligamento lateral del tobillo que brinda estabilidad al tobillo y permite el retorno a la actividad deportiva en un promedio de 11 semanas, con una tasa del 95,8% de retorno al nivel deportivo previo a la lesión en deportistas de élite.

**Palabras clave:** Ligamento lateral externo del tobillo. Retorno al juego. Deportistas de élite.

## Comunicaciones oficiales / Official communications

### 043. La carga mental como indicador del esfuerzo y de la recuperación a lo largo de la temporada en jugadoras profesionales de fútbol

Capdevila L<sup>1</sup>, Ferrer E<sup>2,3</sup>, Rodas G<sup>2,3</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de investigación del deporte. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona. <sup>2</sup>Servicios médicos del Futbol Club Barcelona (FIFA "Medical Centre of Excellence"). Barcelona. <sup>3</sup>Barça Innovation Hub" del Futbol Club Barcelona. Barcelona.

**Introducción:** En el deporte de alto rendimiento es importante un buen equilibrio entre el nivel de esfuerzo y de recuperación a lo largo de toda la temporada. Cada vez se da más importancia a la carga mental en este proceso.

**Objetivos:** Monitorizar la evolución de la carga mental durante la temporada a partir de la valoración diaria del esfuerzo percibido y de las conductas de recuperación en jugadoras de fútbol y en diferentes especialidades deportivas de un club profesional.

**Material y método:** Muestra (deportistas de las diferentes secciones del Futbol Club Barcelona): Futbol A-femenino (29 mujeres), Futbol A-masculino (20 hombres), Futbol B-m (20), Baloncesto A-m (15), Baloncesto B-m (11), FutbolSala-m (18), Hockey-m (10), Balonmano-m (23). Edad entre 17 y 35 años. Se realizó una evaluación ecológica momentánea ("EMA") durante los entrenamientos diarios de tres temporadas, mediante un "iPad" con una "App" propia, con los cuestionarios "RPE" (1-10) y "Wellness" (fatiga, sueño, dolor, estrés y estado ánimo; 1-10; 10 = mejor recuperación).

**Resultados:** En el promedio de entrenamientos diarios de fútbol profesional, las mujeres perciben respecto a los hombres, un nivel similar de esfuerzo (5 en escala de 1 a 10), menor exigencia física (5,6 frente a 6,8;  $p < 0,001$ ), y peores conductas de recuperación (entre 4,8 y 5,3 frente a valores en los hombres entre 7 y 8,5;  $p < 0,001$ ). Los jugadores de baloncesto perciben mayor nivel de esfuerzo (2 puntos más) que los futbolistas o los jugadores de hockey o balonmano, y a la vez presentan menor recuperación en todas las conductas (de 2 a 3 puntos menos) ( $p < 0,001$ ).

**Conclusiones:** Hay diferencias entre hombres y mujeres para el mismo deporte y nivel profesional, siendo las mujeres futbolistas las que participan más en las valoraciones y las que perciben como menos exigente físicamente los entrenamientos, pero también las que perciben un peor estado de recuperación en todas las conductas. Sería necesario valorar si es debido a una mayor dificultad en la recuperación en relación con la carga externa, a una mayor carga mental o a otros aspectos. La monitorización de la percepción de esfuerzo y de las conductas de recuperación permite valorar la evolución de la carga mental, mostrando diferencias a lo largo de la temporada, entre hombres y mujeres, y entre especialidades deportivas.

**Palabras clave:** Futbol femenino. Esfuerzo. Recuperación. Carga mental. "RPE". "Wellness". "mHealth".

### 049. Relación entre lesiones deportivas y salud mental en deportistas de élite: estado actual de la cuestión

Gil Caselles L, Olmedilla-Zafra A.

Universidad de Murcia. Murcia.

**Introducción:** Los trastornos de salud mental se han convertido en uno de los problemas más relevantes en los deportistas. Algunos estudios han mostrado que las lesiones deportivas parecen ser un factor negativo y de gran importancia en la salud mental del deportista lesionado. El objetivo del presente estudio es mostrar el estado actual de la relación entre las lesiones deportivas y la salud mental en deportistas de élite.

**Material y método:** Se realiza una revisión de la literatura científica conforme a las directrices PRISMA, incluyendo las bases de datos Scopus, Scielo, PubMed, MedlinePlus, Dialnet y Google Scholar. Se incluyeron estudios de revisión sistemática, de metaanálisis y de revisión narrativa. Las palabras claves "salud mental", "lesión deportiva" y "deportista de élite". Se realiza una selección de 5 artículos todos ellos de revisión (revisión sistemática, metaanálisis y revisión narrativa) publicados entre 2016 y 2022. Todos estos artículos relacionan de alguna manera la salud mental (SM) o alguno de sus aspectos con las lesiones deportivas (LD).

**Resultados:** De los 5 artículos seleccionados todos indican que las lesiones pueden aumentar el riesgo de problemas de salud mental y comportamientos adversos en los deportistas de élite. Además, 2 de los artículos muestran como los determinantes de ansiedad predisponen al deportista a sufrir una lesión, otros 2 relacionan la ansiedad junto con los indicadores de depresión, ya que estos interfieren en la salud mental del deportista lesionado. Asimismo, en otro de los artículos se habla de la necesidad de tener en cuenta el impacto del sueño en la recuperación, preparación y prevención de los trastornos de salud mental.

**Conclusiones:** Esta revisión muestra como las lesiones deportivas afectan de manera significativa en la salud mental. Por lo que, no solo bastará con observarla sino que deberemos fortalecerla con programas de prevención y/o intervención dada su creciente evidencia.

**Palabras clave:** Salud Mental. Deportista élite. Lesiones deportivas. Revisión sistemática.

### 055. Masa corporal, eventos cardiovasculares y mortalidad: un sesgo asociativo confundió siempre a toda la cardiología

Martín-Castellanos A, Martín P.

Centro de Medicina Deportiva. España.

**Introducción:** El índice de masa corporal (IMC) se ha asociado con eventos cardiovasculares y mortalidad general. Sin embargo, ¿cómo

asumir la causalidad del IMC si no distingue la composición corporal? Aunque IMC puede estar asociado con resultados de salud, podría ser inapropiado para una inferencia causal de riesgo debido a diferentes propiedades fisiopatológicas de los componentes corporales que integra (masa grasa [MG] y masa libre de grasa [MLG]). Nuestro objetivo era demostrar sesgos de asociación causal del IMC en los estudios epidemiológicos previos.

**Material y método:** Tras revisar el riesgo asociado al IMC en millones de participantes, la MG y MLG fueron relacionadas matemáticamente. La ratio entre MG/MLG (RMGMLG) y la diferencia absoluta entre sus medias (módulo  $|x|$ ) fueron consideradas nuevas variables. Ambas variables tienen una relación diferente con el riesgo, y puede generarse una sobreestimación o infraestimación del riesgo general si sus factores se distribuyen diferencialmente entre los grupos de comparación. Cualquier diferencia en medias distinta de cero entre MG y MLG, y una RMGMLG <1 significa que se están comparando diferentes riesgos entre casos sanos y no saludables, y entonces, la causalidad no podría ser asumida.

**Resultados:** Una distribución desequilibrada para MG y MLG entre grupos de comparación fue demostrada en todo el mundo, tanto antropométricamente o tecnológicamente medidas.

**Conclusiones:** Se demuestran sesgos de asociación de IMC cuando todos los estudios omitieron otras variables como factores de confusión no controlados. Se puede comprobar una sobreestimación protectora

de MLG con respecto a MG. Consecuentemente, ocultando factores no causales en el conjunto de datos se distorsionó la verdadera relación de riesgo del IMC. Matemáticamente, demostramos que cuando existe una significativa diferencia en medias superior a cero entre MG y MLG, IMC nunca puede representar el riesgo global. Predecir eventos cardiovasculares y mortalidad a partir del IMC es un paradigma histórico que definitivamente debería cambiarse.

**Palabras clave:** Índice de masa corporal. Enfermedad cardiovascular. Mortalidad. Medida antropométrica. Sesgo.

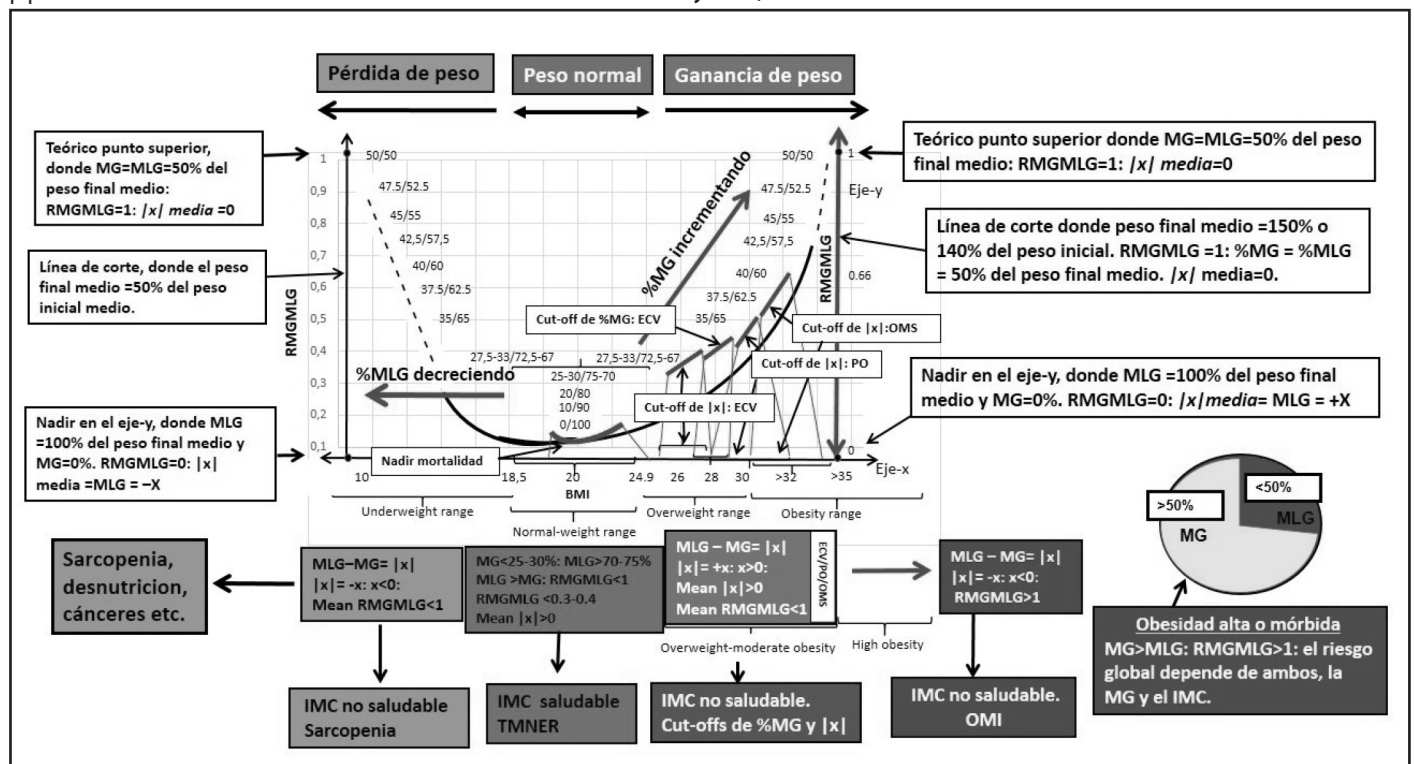
## 062. Rehabilitación mediante ejercicio de alta intensidad en fases tempranas del ictus: revisión sistemática y metaanálisis

Diez P<sup>1,2</sup>, Causín I<sup>3</sup>, Ontanilla I<sup>3</sup>, Pedruelo A<sup>3</sup>, Medina-Sánchez M<sup>2,4</sup>, Olmedillas H<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biología Funcional. Universidad de Oviedo. Oviedo. <sup>2</sup>Grupo de Investigación en rendimiento, readaptación físico-deportiva, entrenamiento y salud (AstuRES). Oviedo. <sup>3</sup>Universidad de Oviedo. Oviedo. <sup>4</sup>Departamento de Cirugía. Universidad de Oviedo. Oviedo.

**Introducción:** En las últimas décadas se han evidenciado los beneficios del ejercicio de alta intensidad sobre la salud. Sin embargo, los protocolos

Figura 1. Resumen gráfico. Relaciones entre el IMC y nuevas variables antropométricas (RMGMLG, porcentajes de MG y MLG, y el módulo  $|x|$ ) como resultado matemático de la diferencia absoluta entre MG y MLG).



Líneas de corte y valores de corte en diferentes procesos clínicos donde correspondan. Los valores hallados en cualquier estudio de población tanto diferenciada étnicamente o por sexo pueden aplicarse donde correspondan.

ECV: enfermedad cardiovascular; IMC: índice de masa corporal; MG: masa grasa; MLG: masa libre de grasa; OMI: obesidad metabólicamente insana; OMS: obesidad metabólicamente saludable; PO: paradoja de la obesidad; RMGMLG: ratio entre MG y MLG; TMNER: teórico mínimo nivel de exposición de riesgo; |x|: módulo como resultado de restar la MG de la MLG.

de rehabilitación en pacientes con ictus siguen empleando el ejercicio continuo de moderada intensidad como principal pilar en la mejoría de la salud cardiovascular.

**Material y método:** El objetivo del estudio fue examinar los efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la recuperación funcional y la calidad de vida relacionada con la salud en las fases aguda y subaguda del ictus. Se realizaron búsquedas en las bases de datos de Pubmed, Cochrane, Web of Science, Embase, SportDiscus, y BVSsalud (LILACs) hasta octubre de 2023 de ensayos clínicos que investigaron los efectos del entrenamiento de alta intensidad comparado con otras intervenciones de ejercicio en los primeros seis meses tras haber sufrido un accidente cerebrovascular. Finalmente, siete estudios fueron identificados, de los cuales tres eran ensayos clínicos controlados aleatorizados.

**Resultados:** Se estudiaron 163 pacientes con una media de edad de 65 años. Se hallaron diferencias estadísticamente significativas para las variables de calidad de vida y salud (diferencia de medias estandarizadas [DME] promedio 1,07, con un intervalo de confianza del 95% [IC95%] de 0,94-1,33;  $p < 0,001$ ), y para el equilibrio (DME 0,86, IC95% 0,41-1,30;  $p = 0,0002$ ); mientras que para la variable salud mental (DME 0,05, IC95% -0,33-0,44;  $p = 0,79$ ) y capacidad cardiorrespiratoria (DME 0,56, IC95% -0,01-1,14;  $p = 0,055$ ) los resultados del metaanálisis fueron no significativos.

**Conclusiones:** nuestro metaanálisis sugiere que la implementación de un protocolo de ejercicio de alta intensidad es beneficioso para la mejora de la calidad de vida y la salud, así como mostrarse como una estrategia segura en pacientes en fases aguda y subaguda del ictus.

**Palabras clave:** Condición física. Ejercicio terapéutico. Calidad de vida. Salud.

## Medicina del deporte y cineantropometría / Sports medicine and kinanthropometry

### 006. Hábitos de atletas internacionales españoles sobre el entrenamiento en altura. ¿Funcionan todos por igual?

Campo Beamud C<sup>1</sup>, Sancho Bielsa FJ<sup>1</sup>, Rodrigo-Carranza V<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), <sup>2</sup>University of Massachusetts (UMass).

**Introducción:** El entrenamiento en altura (EA) para la mejora del rendimiento deportivo, se basa en la reducción de la presión parcial de oxígeno, generando hipoxia hipobárica. Este proceso ha demostrado una serie de cambios fisiológicos que puede mejorar el rendimiento deportivo a nivel del mar, existiendo diferentes metodologías para obtener los mejores resultados. El objetivo de este estudio fue evaluar los hábitos de atletas internacionales españoles sobre entrenamiento en altura y resumir las condiciones necesarias para que se provoquen los cambios fisiológicos según la literatura actual.

**Material y método:** 24 atletas internacionales de la RFEA participantes en campeonatos del mundo contestaron la encuesta sobre hábitos de entrenamiento en altura. Los resultados fueron comentados mediante una revisión narrativa que incluye 159 publicaciones.

**Resultados:** De la muestra analizada, el 54,2% de los participantes utilizaron el método de vivir en alto y entrenar en alto, el 25,8% vivir en alto y alternar entrenar en alto y al nivel del mar y el 16,7% utilizó hipoxia simulada y entrenamiento al nivel del mar. Todos entrenaron por encima de 2.500 m y durante periodos de 3-4 semanas. Sin embargo, no hubo consenso en el tiempo de finalizar la estancia en altitud previo a la competición principal mostrando algunos corredores que lo hicieron 2-4 días antes y otros entre 15-21 días.

**Discusión:** Las principales adaptaciones que induce este tipo de entrenamiento son el aumento en la concentración de eritropoyetina, incrementando la concentración de hemoglobina, el aumento del volumen sistólico, el aumento del consumo máximo de oxígeno sin aumentar la acumulación máxima de lactato y el aumento de la eficiencia muscular, mejorando la economía de carrera. Todas ellas inducidas por el factor de transcripción HIF-1. La altitud idónea para producir estas adaptaciones fisiológicas es de 2.000-2.500 m durante 3-4 semanas, o 2.500-3.000 m durante 12-16 h/día si se trata de hipoxia simulada. Estas adaptaciones fisiológicas permanecen durante 4 semanas aproximadamente, siendo el mejor momento para competir a los 2-4 días de terminar la concentración o a las 3-4 semanas de realizarla.

**Conclusiones:** Los atletas profesionales utilizaron diferentes métodos de EA, siendo la vida en altura más utilizado que la hipoxia simulada.

La mayor evidencia de mejora del rendimiento ha sido con el método de vivir en alto y alternar entrenar en alto y al nivel del mar, mostrando mejores resultados que la hipoxia simulada. Sin embargo, no existió consenso en relación al fin de la estancia de altitud.

**Palabras clave:** Entrenamiento en altura. Hipoxia. Rendimiento en carrera.

### 035. "Siempre que juego a fútbol me rompo, tengo que dejarlo". A propósito de un caso

Morist B, Requena C, López V, Blanco C, Garcia-Oltra E.

Hospital Germans Trias i Pujol. Badalona.

**Introducción:** La enfermedad quística adventicial es una causa poco común de claudicación intermitente en pacientes jóvenes sin antecedentes cardiovasculares ni factores de riesgo. Etiológicamente se proponen cuatro teorías: traumática, degenerativa, sinovial y embriológica. El gold-standard diagnóstico se basa en tomografía computerizada (TC) y resonancia magnética (RM) por delante de la arteriografía por diferenciar mejor el contenido quístico de los materiales depositados. El tratamiento es eminentemente quirúrgico. Presentamos el caso de un paciente jugador de fútbol con dicho diagnóstico y su consiguiente manejo.

**Material y método:** Varón, 22 años. Dolor recurrente en el hueso poplíteo y pantorrilla al ejercicio. Rodilla asintomática.

Pruebas complementarias:

- Ecografía partes blandas: Retorno venoso lento.
- Resonancia magnética: Estenosis mayor al 60% en arteria poplítea recha (A).
- Angiografía: Signo "reloj de arena" (compresión extrínseca) (B).

Tratamiento quirúrgico: *Bypass* con injerto de vena safena autóloga.

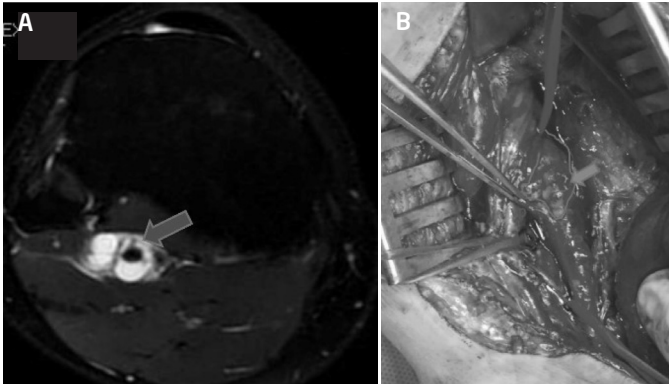
Otras opciones terapéuticas existentes:

- Injerto con *bypass* de la arteria afecta (mayor efectividad).
- Terapia percutánea mediante drenaje ecoguiado.
- Angioplastia con balón +/- stent.
- Enucleación con preservación vascular (no invasiva, mayores tasas de recurrencia).
- Manejo conservador (en casos descritos que han presentado resolución espontánea).

**Resultados:** Evolución post-quirúrgica: Reintroducción al deporte sin dolor a las 6 semanas.

Confirmación diagnóstica: Extracción de muestra tejido intervenido.

Figura 1.



A. RM: corte transversal. B. P: Vena poplítea; AP: Arteria poplítea.

**Conclusiones:** La enfermedad quística adventicial es una condición vascular rara propia de varones (15:1) jóvenes (hasta 40-50 años causada por el depósito de quistes en la capa adventicia, compuestos principalmente por ácido hialurónico, disminuyendo el calibre del lumen de la arteria poplítea (y en menor frecuencia en otros vasos como la arteria ilíaca externa, braquial, radial y cubital), conllevando claudicación intermitente, unilateral, en algunos pacientes jóvenes (incidencia de 1:1200) con lo que cabe tener un bajo índice de sospecha diagnóstica en estos casos con tal de proceder a descartar la misma. En nuestro caso, mediante el uso de las técnicas diagnósticas citadas y con un procedimiento quirúrgico sin incidencias se consiguió un retorno satisfactorio a la actividad deportiva sin dolor ni síntomas derivados de la patología limitante.

**Palabras clave:** Quiste. Fosa poplítea. Claudicación intermitente. Intervención quirúrgica.

### 039. Relación de perfiles antropométricos con fuerza máxima y velocidad en el golpe recto en deportistas de esgrima en silla de ruedas

Martín J<sup>1</sup>, Ruiz L<sup>1</sup>, Tamarit I<sup>1</sup>, Gallego C<sup>1</sup>, Campos C<sup>2</sup>, De Bernardo N<sup>2</sup>, Alarcón J<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Salud y Valoración Funcional. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el deporte. Universidad Católica de Valencia. <sup>2</sup>Departamento de Fisioterapia. Facultad de Medicina y ciencias de la Salud. Universidad Católica de Valencia.

**Introducción:** El estudio de distintos parámetros cineantropométricos es una herramienta importante para evaluar la eficacia de un programa de entrenamiento, en la mejora del rendimiento deportivo, así como, la prevención de lesiones. En deportes en silla de ruedas, el hombro presenta una especial prevalencia en las lesiones más comunes, por diferentes causas como aumento de cargas, sobreuso o la edad. Se ha observado que tanto la altura sentado como la envergadura, propician una mayor fuerza en diversos deportes, aunque no hay mediciones en deportes de combate o de forma específica en esgrima en silla de ruedas. Este estudio tuvo como objetivo medir variables antropométricas y de fuerza isométrica en deportistas de Esgrima en Silla de ruedas de alto nivel y su relación con la mejora en el rendimiento.

**Material y método:** Fueron estudiados 7 hombres y 3 mujeres, pertenecientes al equipo nacional español de Esgrima en Silla de Ruedas. Se evaluaron 2 variables antropométricas (altura sentado y envergadura) con la metodología de medición de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK). Para el registro de la fuerza se empleó un dinamómetro modelo Chronojump, Barcelona, máxima capacidad 500Kg, realizando dos repeticiones separadas por 2 minutos y 5 segundos de contracción.

**Resultados:** Los datos descriptivos se han descrito mediante medias y desviaciones estándar, así como medianas y rangos intercuartílicos para las variables cuantitativas continuas y mediante proporciones para las variables cualitativas. Los resultados indican que la envergadura y la talla sentado son factores importantes de cara a obtener la mayor velocidad del tiro ( $p = 0,9$ ). Principalmente más en mujeres que en hombres. Se presentan los valores correlacionales de Pearson entre las variables cuantitativas antropométricas, la fuerza y la velocidad del golpe técnico.

Tabla 1.

	Fuerza (Kg)		Lapso (Ms)	
	R	p-valor	R	p-valor
<b>Envergadura</b>				
Todo	0,554	0,097	-0,221	0,539
Hombre	0,297	0,568	-0,231	0,659
Mujer	0,923	0,077	-0,645	0,355
<b>Talla sentado</b>				
Todo	0,596	0,069	-0,033	0,928
Hombre	0,371	0,469	-0,03	0,955
Mujer	0,928	0,072	-0,434	0,566

**Conclusiones:** La envergadura y la talla sentado tienen una relación directa con la fuerza máxima y la velocidad del gesto técnico, presentando mejoras significativas en dichos parámetros.

**Palabras clave:** Cineantropometría. Esgrima. Deporte adaptado.

### 047. Parámetros de arquitectura muscular en imagen ecográfica en perfiles de ciclistas de élite en pretemporada

García-Herreros S<sup>1,2</sup>, Cebriá A<sup>1</sup>, Salvador-Coloma P<sup>1</sup>, Godoy E<sup>1</sup>, Pérez-Alenda S<sup>2</sup>.

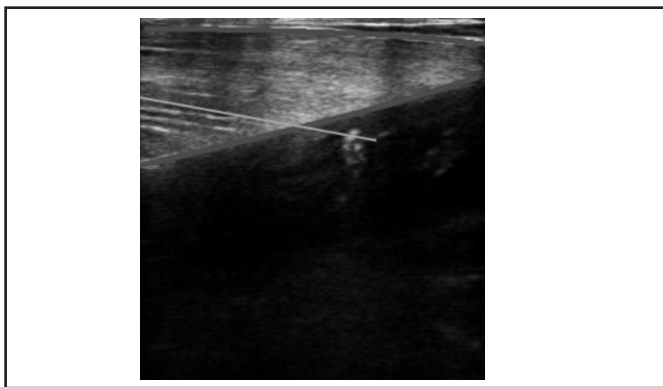
<sup>1</sup>Dawako Medtech SL. <sup>2</sup>Universidad de Valencia. Facultad de Fisioterapia.

**Introducción:** En la década de los 90 se iniciaron estudios para la valoración de los diferentes parámetros de rendimiento en el deporte. La mayoría de estos análisis estaban centrados en la valoración de aspectos técnicos de los deportistas para llegar a conclusiones sobre su rendimiento. En los últimos años se ha comenzado a emplear la imagen ecográfica para el estudio y valoración de los Parámetros Arquitectura Muscular (MAP) y como pueden influir tanto en la prevención de lesiones, como en el rendimiento de los deportistas. El objetivo de nuestro estudio es medir los grupos musculares de gastrocnemio, bíceps femoral, recto femoral y vasto externo para establecer valores

normativos de MAP en ecografía que nos permita clasificar los diferentes perfiles del ciclista de élite.

**Material y método:** Veinte sujetos hombres (Altura  $178,40 \pm 6,40$  cm; Peso:  $68,24 \pm 6,07$ ) componentes del equipo UCI PRO – TEAM EOLO KOMETA. Se utilizó la imagen de ultrasonidos para determinar valores de la arquitectura muscular en 10 músculos implicados en la cinemática del ciclismo: recto anterior, vasto externo del cuádriceps, bíceps femoral (cabeza larga), gastrocnemio lateral y gastrocnemio medial. Se aplicó ANOVA de una vía con corrección post Hoc de Bonferroni para determinar la existencia de diferencias significativas entre los diferentes perfiles de ciclista: escalador, rodador, velocista y combinado, cuando los datos presentaban una distribución normal. Se utilizó la prueba Kruskal – Wallis para los datos con distribuciones no normales.

**Figura 1. Ejemplo de ángulo de penación y longitud de fibra muscular del gastrocnemio medial.**



**Resultados:** El análisis mostró diferencias significativas únicamente para el gastrocnemio medial. En concreto en la longitud de la fibra entre velocistas y escaladores ( $p < 0,05$ ), en el área de sección transversal y grosor muscular entre escaladores y combinados ( $p < 0,05$ ). Además, el grosor del tejido subcutáneo presentó diferencias estadísticamente significativas entre el perfil combinado y el resto ( $p < 0,005$ ).

**Conclusiones:** Se puede concluir que existen diferencias en algunos de los músculos entre los diferentes perfiles, mientras que en otros grupos musculares no se aprecian diferencias. Es necesario ampliar el estudio con una muestra mayor de deportistas.

**Palabras clave:** Ultrasonidos. MAP. Parámetros de Arquitectura Muscular. Rendimiento.

## 058. Medicina hiperbárica en deportistas: cámara monoplaza

Salinas Z, Orrit I, Lascar D.

Centro Alto Rendimiento Deportivo IMED-UCV. Valencia.

**Introducción:** La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es una terapéutica aceptada para tratar múltiples patologías. Entre sus indicaciones experimentales, se encuentra el tratamiento de lesiones deportivas y la optimización del rendimiento físico.

**Material y método:** Estudio descriptivo de deportistas visitados en la Unidad de Alto Rendimiento Deportivo IMED-UCV en el periodo de 2020-2023 para valoración de tratamiento con OHB en una cámara mo-

noplaza (Oxybarica Oxylife 90L). Se muestran variables epidemiológicas, clínicas y pronósticas.

**Resultados:** Se visitaron un total de 19 deportistas, con una edad media de 23,5 años. Principalmente fueron hombres (79%) y solo un 21% mujeres. Casi la mitad fueron tratados por edema óseo (45%), un cuarto para mejorar rendimiento deportivo (25%), un 20% por tendinitis en diferentes localizaciones y por rotura fibrilar solo en uno de cada diez pacientes (10%). Todos los diagnósticos se incluyen en la indicación tipo 4 (experimental) de OHB del *European Committee for Hyperbaric* (ECHM). Consultaron mayoritariamente de manera privada (95%), solo uno fue derivado por su mutua (5%) y no se recibió ningún caso desde el sistema público de salud. Tres de los pacientes no iniciaron el tratamiento (15%) por decisión personal. Recibieron una media de 7,5 sesiones de OHB, todas de 60 minutos a 2,3 ATA (atmósferas técnicas absolutas). De los 16 tratados, casi un tercio presentaron curación completa (31%), casi la mitad mejoría objetivada radiológicamente (44%), un quinto mejoría subjetiva (20%) y solo uno de ellos presentó mejoría tanto objetiva como subjetiva (6%). Un paciente sufrió como complicación un barotrauma ótico (6%).

**Conclusiones:** El uso de OHB en dispositivos monoplaza en deportistas tiene excelentes resultados en la curación del edema óseo, mejora del rendimiento deportivo y en la recuperación tras exigencia física, sin precisar esquemas terapéuticos mayores a 10 sesiones y con escasa aparición de efectos adversos relevantes.

**Palabras clave:** Oxigenoterapia. Medicina hiperbárica. Deporte.

## 064. Análisis de la evolución del porcentaje grasa en mujeres deportistas

Belzunegi A, Goñi O, Bizjak A, Arratibel I.

Tolosa Kirol Medikuntza SL.

**Introducción:** La valoración del porcentaje grasa (% grasa) en mujeres deportistas es fundamental para la evaluación de la salud y el rendimiento deportivo. Este estudio busca comparar los porcentajes grasos de mujeres deportistas del año 2009-2011 con las del año 2019-2021, teniendo la hipótesis de que podría haber diferencias significativas debido al progreso en el rendimiento del deporte femenino.

**Material y método:** Se lleva a cabo un estudio observacional de 4895 mediciones de pliegues cutáneos en mujeres deportistas de diferentes disciplinas, mayores de 12 años de edad, tomadas por el mismo médico facultativo, entre los años 2009 y septiembre del 2023. Se calcula el % grasa mediante diferentes fórmulas (Mohr, Yuhasz-Faulk, Carter-Yuhasz, Yuhasz, Siri con Sloan, Siri con Jackson-Pollock, Siri con Forstyh-Sinning... etc), optando por la fórmula de Mohr para el estudio (es la que se utiliza habitualmente en el centro médico) y se clasifican a los participantes en 6 categorías diferentes en función de la edad:  $\leq 16$  años, 16-18, 18-23, 23-35, 35-45 y  $\geq 45$ ). Se comparan los porcentajes grasos de las 389 mediciones correspondientes a los años 2009-2011 (respectivamente por categorías: 284, 30, 22, 25, 19 y 9) con las 1390 mediciones correspondientes a los años 2019-2021 (517, 301, 446, 322, 70 y 34), sumando un total de 1.777 mediciones seleccionadas para el estudio con diseño transversal y mediante el análisis de varianza.

**Resultados:** Los resultados revelan que, el porcentaje grasa en mujeres deportistas en los años 2019-2021 ( $18,41 \pm 4,37$ ) es significativamente menor en comparación con los años 2009-2011 ( $21,01 \pm 5,39$ )



### 065. Estudio comparativo de fórmulas para el cálculo del porcentaje graso

Arratibel I, Belzunegi A, Goñi O, Bizjak A.

Tolosa Kirol Medikuntza.

**Introducción:** La medición del porcentaje graso (% graso), dentro de las mediciones que se realizan en la antropometría, es de gran importancia en el control del deporte actual, sobre todo en algunos de ellos, en los que el peso magro es determinante en el rendimiento deportivo. La medición de los pliegues cutáneos es la manera más práctica y habitual de realizar las mediciones del porcentaje en la rutina diaria de los entrenamientos. Existen diversas fórmulas para el cálculo del porcentaje, que dan valores diferentes. El objetivo de este estudio es analizar, con un volumen de datos muy alto, las diferencias al aplicar estas fórmulas a los mismos valores de pliegues cutáneos.

**Material y método:** Se ha llevado a cabo un estudio observacional de los porcentajes grasos resultantes de la aplicación de las fórmulas Möhr, Yuhasz-Faulkaner, Carter-Yuhasz y Yuhasz, así como Siri y Brozcek, que utilizan la Densidad Corporal (DC), de mediciones realizadas el mismo médico facultativo entre los años 2009 y septiembre de 2023. Los cálculos se han realizado en hombres (n = 11.210) y en mujeres (n = 4.895). Se ha aplicado el análisis estadístico de correlaciones de Pearson para muestras paramétricas. Posteriormente se analizó el error sistemático y grado de confianza entre las diferentes fórmulas, por medio del método Bland-Altman.

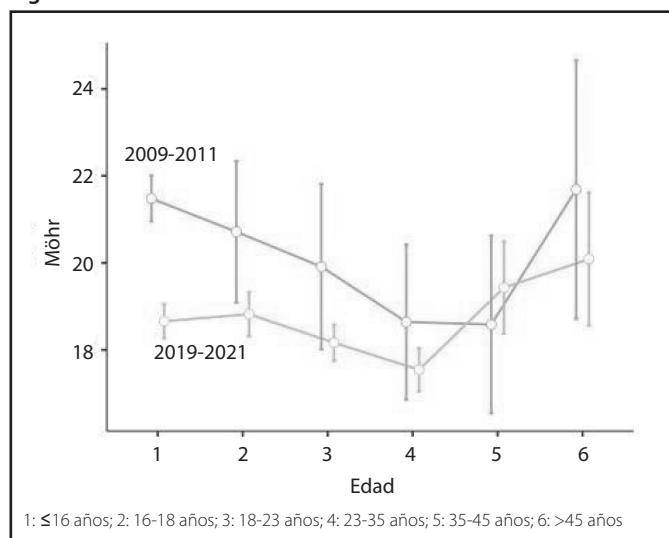
**Resultados:** Los análisis de la correlación, en cuanto a las mediciones femeninas, presentaban una R de Pearson mayor de 0,881 entre todas las fórmulas. En cuanto a las mediciones masculinas, la correlación entre las fórmulas presentaba una r de Pearson mayo de 0,825 en todas las fórmulas. El análisis del grado de confianza, en las mediciones fueron: (Tabla 1).

**Conclusiones:** Sólo el cálculo con las fórmulas Möhr y YuhaszFaulkaner presenta un bajo error sistemático entre, tanto para las mujeres como para los hombres, pero una baja concordancia. Esto ocurre también en hombres entre Möhr y Yuhasz. Así mismo, estas dos fórmulas presentan un bajo error sistemático con las fórmulas que utilizan la densidad corporal en su cálculo, Siri y Brozcek. En el resto de los métodos los cálculos no son comparables.

**Palabras clave:** Porcentaje graso. Pliegues cutáneos. Antropometría.

( $F_{(1,2077)} = 102,5722$ ,  $p < 0,001$ ;  $\omega^2 = 0,047$ ). Se observa también, que la diferencia del % graso entre las categorías contiguas, es paralela entre los dos grupos de años de medición, aunque difiere en las edades comprendidas entre 35-45 (categoría 5). Asimismo, es reseñable el aumento del tamaño muestral en los años 2019-2021, respecto a los años 2009-2011, siendo 3,57 veces mayor.

Figura 1.



**Conclusiones:** El estudio transversal proporciona evidencia de una disminución significativa del porcentaje graso en mujeres deportistas en los años comprendidos entre 2019 y 2021 en comparación con 2009-2011. Estos hallazgos sugieren que las prácticas de entrenamiento y alimentación pueden haber contribuido a esta mejora en la composición corporal; pero principalmente, se destaca el aumento en el número de deportistas femeninas, insinuando asimismo, un progreso del deporte femenino en nuestra sociedad.

**Palabras clave:** Porcentaje graso. Pliegues cutáneos. Deportista. Mujer. Medicina Deportiva. Rendimiento.

Tabla 1. Correspondencia y concordancias entre las diferentes fórmulas de cálculo del % graso.

	M-YF	M-CY	M-Y	F-CY	YF-Y	CF-Y	M-SiS	YF-Siri	CY-SiS	Y-SiS
<b>Femenino</b>										
MedD	0,5	1,9	2,0	1,4	1,5	0,0	0,5	0,0	-1,4	1,4
±2 SD	3,7	3,5	3,7	2,5	2,4	0,7	4,4	2,9	3,4	3,4
<b>Masculino</b>										
MedD	0,8	3,8	-0,5	3,0	-1,4	-4,3	-5,7	-6,4	-9,3	-5,2
±2 SD	3,2	3,8	2,9	1,7	2,5	2,1	10,5	8,8	8,6	9,7
	M-SiJP	YF-SiJP	CY-SiJP	Y-SiJP	M-SiFS	YF-SiFS	CY-SiFS	Y-SiFS	M-BzS	YF-BzS
<b>Femenino</b>										
MedD	0,6	0,1	-1,3	-1,3	0,5	0,0	-1,4	-1,4	6,9	6,4
±2 SD	4,1	4,3	2,7	2,8	4,4	2,9	3,4	2,9	2,9	4,5
<b>Masculino</b>										
MedD	-5,6	-6,3	-9,2	-5,1	-5,8	-6,5	-9,4	-5,3	0,5	-0,2
±2 SD	12,3	10,9	10,7	11,6	10,6	9,0	8,7	9,9	12,8	11,5
	CY-BzS	Y-BzS	M-BzJP	YF-BzJP	CY-BzJP	Y-BzJP	M-BzFS	YF-BzFS	CY-Bz	FSY-BzFS
<b>Femenino</b>										
MedD	5,0	5,0	0,7	0,2	-1,3	-1,3	0,7	0,2	-1,2	-1,2
±2 SD	3,2	3,5	4,7	3,2	3,7	3,1	4,1	4,1	2,6	2,5
<b>Masculino</b>										
MedD	-3,1	1,0	-5,6	-6,3	-9,2	-5,1	-5,6	-6,3	-9,2	-5,1
±2 SD	11,3	12,2	10,0	8,3	8,0	9,2	11,9	10,5	10,3	11,2

M: Möhr; YF: Yuhasz-Faulkaner; CY: Carter-Yuhasz; Y: YUhasz; SiS: Siri con Sloan; SiJP: Siri con Jackson-Pollock; AiFS: Siri con Forsyth-Sinnng; BzS: Brozcek con Sloan; BzJP: Brozcek con Jackson-Pollock; BzJP: Brozcek con Forsyth-Sinnng; MedD: Media de las diferencias; ±2 SD: ± desviación estándar\*2.

## Fisiología del esfuerzo / Physiology of effort

### 013. Evolución de la frecuencia cardiaca durante un salto paracaidista portando una megabandera

Ferrer López V<sup>1</sup>, Lomas Albaladejo JL<sup>2</sup>, Serna Martínez M<sup>3</sup>, Albertus Cámara I<sup>1</sup>, Martínez González-Moro I<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Grupo de Investigación Ejercicio Físico y Rendimiento Humano. Campus Mare Nostrum. Universidad de Murcia. <sup>2</sup>Escuela Militar de Paracaidismo. Ejército del Aire y del Espacio.

**Introducción:** La Patrulla Paracaidista Acrobática del Ejército del Aire y del Espacio (PAPEA) tiene, entre otras misiones la de representar a España y/o al Ejército en competiciones deportivas y eventos oficiales, además de realizar demostraciones y exhibiciones. Una de las actividades más conocidas es la de saltos de precisión portando una bandera. Con motivo del 75 aniversario de la creación de la Escuela Militar de Paracaidismo se realizó un salto de extrema dificultad por un paracaidista que portaba una bandera de 1.350 m<sup>2</sup>. Nuestro objetivo fue analizar el esfuerzo físico de dicho paracaidista, a partir de la evolución de su frecuencia cardiaca (FC) durante las diferentes fases del salto.

**Material y método:** Participó un varón de 52 años con una experiencia de más de 8.000 saltos. Previamente se hizo una prueba de esfuerzo máxima en tapiz con registro electrocardiográfico y determinación de consumo de oxígeno y umbrales ventilatorios. La FC máxima se usó para relativizar las FCs obtenidas en el vuelo. Durante este, el paracaidista portó un dispositivo Nuubo<sup>®</sup> que registró el trazado electrocardiográfico (ECG) y permitió obtener la FC durante las fases del salto. Se grabó en video el salto y posteriormente se sincronizó la grabación de la imagen con el registro ECG.

**Resultados:** En la prueba de esfuerzo FC máxima 170 ppm. Se obtuvieron las siguientes FC: Al embarcar 99 ppm (58%), en el despegue 121 ppm (71%), en el aire 144 ppm (85%), desplegando la bandera 142 (84%), media durante la navegación con la bandera 164 ppm (96%); pico durante la navegación 182 (107%) y media en los tres minutos tras toma de tierra 127 ppm (75%). Tiempo total de vuelo 8 minutos 10 segundos.

**Conclusiones:** El esfuerzo de control del paracaídas durante un vuelo de alta dificultad supone un trabajo con una exigencia cardiaca en torno a la FC máxima pasando del 71% antes de saltar al 107% antes de tomar tierra.

**Palabras clave:** Frecuencia cardiaca máxima. Paracaidismo. Fisiología ejercicio.

### 014. Análisis de la oxigenación muscular tras una prueba de tolerancia a la hipoxia normobárica

Martínez González-Moro I, Paredes Ruiz M<sup>3</sup>, Ferrer López V, Albertus Cámara I.

Grupo de Investigación Ejercicio Físico y Rendimiento Humano. Campus Mare Nostrum. Universidad de Murcia.

**Introducción:** La realización de periodos de entrenamiento o sesiones de rehabilitación utilizando hipoxia normobárica (HN) es una técnica en extensión. Previo a la exposición se realiza una prueba de tolerancia (PTHN) para determinar la idoneidad del sujeto y personalizar las dosis de hipoxia en el plan de trabajo. Habitualmente se usa la evolución de la frecuencia cardiaca (FC) y de la saturación periférica de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) para determinar la tolerancia. En este trabajo hemos incluido la medición de la saturación muscular de oxígeno (SmO<sub>2</sub>) mediante tecnología de Espectrometría del Infrarrojo Cercano (NIRS) con el objetivo de analizar la oxigenación del cuádriceps durante la realización de una PTHN.

**Material y método:** Participaron 54 sujetos sanos, 37 (68,5%) varones y el 31,5% mujeres. Medimos la SmO<sub>2</sub> con un dispositivo Humon Hex<sup>®</sup> colocado sobre el cuádriceps derecho, mientras se realizó una PTHN con el simulador IAltitude<sup>®</sup> respirando aire con una concentración de O<sub>2</sub> del 11% (equivalente a 5.050m). La duración máxima de la PTHN se estableció en 10 minutos, deteniéndose si llegaba al 83% de SpO<sub>2</sub>. Se registró FC y SpO<sub>2</sub> con un pulsioxímetro en el lóbulo de la oreja (Nonin<sup>®</sup> Ear Lobe Clip Sensor, Model 3018LP<sup>®</sup>). Se usaron los valores iniciales, al final de la prueba y a los 10 minutos tras ella. Dividimos a los participantes en dos grupos según (G1) completaran o no (G2) los diez minutos, comparándose con test T Student.

**Resultados:** Completaron los 10 minutos el 35,1% de los varones y el 41,2% de las mujeres. G1=13 varones y 7 mujeres y G2=24 varones y 10 mujeres. En ambos grupos, divididos por sexo, observamos diferencias significativas en la disminución de los valores de SmO<sub>2</sub> (p <0,0001). No hay diferencias entre grupos en ninguno de los tres periodos.

**Conclusiones:** La exposición a la hipoxia normobárica produce una disminución en la SmO<sub>2</sub> del cuádriceps, en ambos sexos, independientemente de si se completa o no la prueba. Apareciendo dos patrones A.- Menos tiempo y más hipoxia y B.- Más duración y menos hipoxia.

**Palabras clave:** Hipoxia normobárica. Oxigenación muscular. Fisiología ejercicio.

### 017. Aplicación "physioex insight" para la simulación y predicción de las funciones humanas en el ejercicio físico

Aladro Gonzalvo A.R.

Grupo de Investigación en Biomecánica y Fisioterapia Deportiva. Universidad Europea de Valencia.

**Introducción:** El proyecto PhysioEx Insight es una propuesta de innovación tecnológica que tiene como objetivo desarrollar una aplicación para el estudio de la representación, simulación y modelado de funciones humanas durante diferentes condiciones de ejercicio físico. La aplicación

tendrá implicaciones significativas para el aprendizaje de la fisiología del ejercicio, así como para la monitorización del rendimiento deportivo.

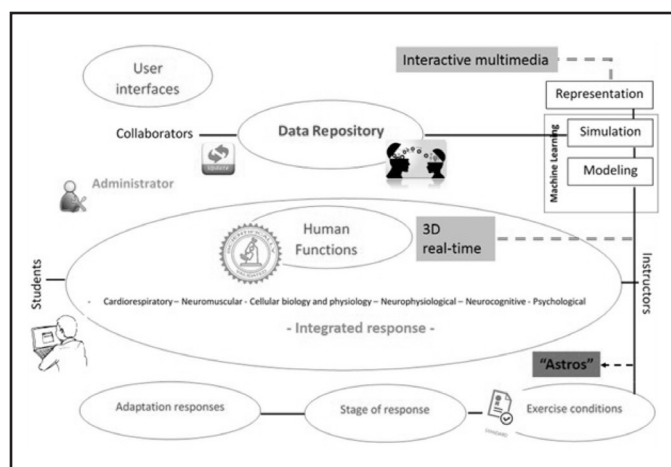
**Material y método:** PhysioEx Insight incluirá tres modos de uso interactivos: la representación, simulación y modelado de la fisiología, este último basado en el Análisis de Grandes Datos y el Aprendizaje Automático (Figura 1).

**Figura 1. Diseño de la aplicación.**



La arquitectura incluye diferentes condiciones de práctica y aprendizaje (condiciones de ejercicio; respuestas de adaptación; etapa de medición; respuestas sistémicas, orgánicas y celulares), y cinco interfaces de usuario (estudiante; instructor; colaboradores; repositorio para análisis de Big Data; administrador) (Figura 2). La aplicación se va a nutrir principalmente de datos objetivos y validos generados en laboratorios y grupos de investigación de diversas partes del mundo, articulado a través de un mecanismo de intercambio colaborativo y recíproco de la información.

**Figura 2. Arquitectura de la aplicación.**



**Resultados:** Como resultados esperados del desarrollo de la aplicación resalto al menos dos aspectos como son, la rápida transferencia de conocimiento ya que facilitará la difusión de información generada en laboratorios y grupos de investigación en todo el mundo, llenando el vacío actual sobre la disponibilidad abierta de datos, y por otra parte, la aplicación de análisis de Grandes Datos y Aprendizaje Automático en la construcción de modelos teóricos de predicción sobre las respuestas orgánicas individuales e integradas, considerando diversas condiciones como el tipo de ejercicio, carga, fatiga, altitud, humedad, etc.

**Conclusiones:** El proyecto " PhysioEx Insight " representará un avance significativo en la comprensión de las respuestas del organismo humano durante el ejercicio físico. Su capacidad para simular y modelar estas funciones podría ser relevante para la monitorización y planificación individualizada del rendimiento, y para el desarrollo de la investigación en fisiología del ejercicio.

**Palabras clave:** Fisiología. Multimedia interactiva. Big Data. Machine Learning. Rendimiento deportivo.

## 050. Adaptaciones vasculares al esfuerzo por medio de medidas fisiológicas y simulación computacional

Bonet J<sup>1,2</sup>, Serra P<sup>2,3</sup>, Raush G<sup>4</sup>, Viscor G<sup>5</sup>, Javierre C<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Ejercicio y movimiento humano (SEaHM). Universidad de Vic-Universidad Central de Catalunya (UVic-UCC). Barcelona. <sup>2</sup>Laboratorio de fisiología del ejercicio de Bellvitge (UFEBELL). Universidad de Barcelona (UB). Barcelona. <sup>3</sup>Biología Celular. Fisiología e Inmunología. Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). Barcelona. <sup>4</sup>Departamento de Mecánica de Fluidos. Universidad Politécnica de Catalunya. Terrassa. <sup>5</sup>Biología Celular. Fisiología e Inmunología de la Universidad de Barcelona (UB). Barcelona.

**Introducción:** Las adaptaciones vasculares están demostrando ser de gran relevancia en la respuesta al ejercicio, la adaptación sistémica a ambientes extremos tales como la altitud, el espacio o el alto rendimiento deportivo. Este estudio presenta los resultados de las adaptaciones vasculares y hemodinámicas en respuesta a un ejercicio físico máximo.

**Material y método:** 67 sujetos sanos (26 mujeres-M- y 41 hombres-H-) activos, sin enfermedades incapacitantes y con un rango de edad de 19 a 52 años.

Se realizaron pruebas de bioimpedancia, electrocardiograma en reposo, medición de la velocidad de onda de pulso y medición ecográfica de la arteria carótida. Y se realizó una prueba de esfuerzo con análisis de gases en tapiz rodante para evaluar el rendimiento y la respuesta cardiovascular.

**Resultados:** Se encontraron diferencias significativas en la respuesta de presión arterial entre hombres y mujeres, con un aumento de la presión sistólica en mujeres del 4,6% frente a un 0,85% en hombres y un aumento de la presión diastólica en ambos sexos. Además, se observaron diferencias en la respuesta de la velocidad del flujo sanguíneo (Velocidad sistólica 6,50% M y 11,7% H; Velocidad diastólica 8,1% M y 17,7% H) y el diámetro arterial, con una respuesta más pronunciada en hombres. Se pudo determinar un patrón similar en la respuesta a la velocidad de onda de pulso, pero con valores basales, post esfuerzo y a los 15 minutos distintos entre hombres y mujeres.

**Conclusiones:** Se sugieren que las adaptaciones vasculares difieren entre hombres y mujeres en respuesta al ejercicio máximo, lo que puede tener implicaciones importantes para la salud cardiovascular y por ello conllevar enfoques distintos en el abordaje de los patrones de entrenamiento y adaptación en función del sexo. Se propone la realización de análisis de dinámica de fluidos computacional para comprender mejor estos procesos.

**Palabras clave:** Adaptaciones vasculares. Ejercicio máximo. Diferencias entre sexos.

## Biomecánica / Biomechanics

### 005. La importancia de trabajar la escápula en patología de la cintura escapular

Oviedo J, Zurita N, Coll MJ.

*Arthrosport levante. Elche.*

**Introducción:** Es frecuente encontrar alteraciones de la función de la cintura escapular (discinesia escapulotorácica) como parte de la patología del hombro ya que la escápula es fundamental en la gestión de la función del miembro superior. En este contexto, el objetivo que nos marcamos en este trabajo es establecer un protocolo de tratamiento rehabilitador para las diferentes patologías de la cintura escapular y cuantificar las mejoras que aporta este trabajo.

**Material y método:** Realizamos un estudio retrospectivo con una serie de casos en los que se incluyen paciente quirúrgicos y no quirúrgicos. La muestra consta de 50 pacientes de edades comprendidas entre 17 y 82 años. A todos ellos se les aplicaron técnicas para el tratamiento del dolor, técnicas de reconexión de los canales propioceptivos entre el cerebro y la zona afectada, se les trabajó la estabilidad escapular independientemente de que patología presentaran y finalmente, un readaptador los preparó para la vuelta a su actividad física diaria. Para valorar las mejoras del dolor, el aumento del rango articular y la fuerza funcional pasamos las escalas *Constant Score*, *Ases Score* y *MRC Scale*.

**Resultados:** Los resultados que se obtienen con una media de 17 sesiones (min 2/ max 51) de fisioterapia y readaptación son: disminución del dolor en un 90%, aumento del rango articular en un 87%, buen control escapular en un 95% y aumento de la fuerza funcional en un 96% de los casos.

**Conclusiones:** Con este estudio retrospectivo en pacientes con patologías de la cintura escapular demostramos que, con el tratamiento del dolor, la reconexión de los canales propioceptivos entre el cerebro y la zona afectada, el trabajo de la estabilidad escapular y la readaptación se obtienen, en un alto porcentaje, mejoras en el dolor, en el rango articular, en la fuerza y en la funcionalidad.

**Palabras clave:** Cintura escapular. Discinesia escapulotorácica. Control escapular.

### 019. Zapatillas tecnológicamente avanzadas: aumentan el rendimiento, ¿y las lesiones?

Zapata R<sup>1,2</sup>, Benito E<sup>1</sup>, Ramírez C<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Servicios médicos Real Federación Española Atletismo (RFEA). Madrid. <sup>2</sup>Hospital MAZ. Zaragoza.

**Introducción:** Las nuevas zapatillas tecnológicamente avanzadas combinan una placa curva de carbono insertada en una suela gruesa

de un material amortiguador. Estudios biomecánicos en corredores de fondo coinciden en que mejoran la economía de carrera, favoreciendo un ahorro energético de entre el 2-4% según las series. El objetivo del trabajo es, mediante una revisión bibliográfica, descubrir si estas zapatillas influyen en la aparición de nuevas lesiones en atletas.

**Material y método:** Se ha realizado una revisión bibliográfica en "Pubmed", "Cochrane" y "Medline". Las palabras que se utilizaron en la búsqueda fueron: "Fiber Carbon Plate", "Shoes", "Injuries". Se han seleccionado 19 artículos publicados entre 2006 y 2023. En ellos se han analizado los cambios biomecánicos, de rendimiento deportivo y clínicos que estas nuevas zapatillas han incorporado al atletismo.

**Resultados:** A nivel biomecánico determinan: una menor dorsiflexión de las articulaciones metatarsal-falángicas y del tobillo, lo que favorece una situación mecánica óptima para el sistema aquíleoplantar. Estas modificaciones permiten en largas distancias un ahorro energético de entre el 2 y el 4%. A nivel deportivo todos los records masculinos y femeninos desde 5.000m. hasta maratón han sido superados con la introducción de estas zapatillas en 2016. A nivel clínico solamente una serie de casos relaciona la aparición de fractura de estrés del escafoide tarsiano con su uso.

**Conclusiones:** Las nuevas zapatillas provocan cambios biomecánicos que mejoran la economía de carrera en corredores de fondo. Si bien, debido a su reciente uso, aún no sabemos que implicaciones a nivel de lesiones pueden tener.

**Palabras clave:** Zapatillas. Placa de carbono. Lesión.

### 036. Alteraciones biomecánicas y déficit de activación muscular asociados a la inestabilidad crónica de tobillo en jugadoras profesionales de fútbol

Cortés K<sup>1</sup>, Mújica I<sup>2</sup>, Martínez G<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Medicina. UNAM. <sup>2</sup>Posgrado de Diseño Industrial. UNAM.

**Introducción:** Los deportistas expuestos a actividades deportivas prolongadas y de alta intensidad como parte de su trabajo, son vulnerables a riesgos para la salud. En los futbolistas, la mayoría de las lesiones ocurren en las extremidades inferiores. El tobillo, en particular sufre del 14% al 17% de las lesiones, siendo los esguinces laterales de tobillo (ELT) una de las más comunes. Se estima que el 40% de las personas que experimentan un ELT por primera vez desarrollarán inestabilidad crónica de tobillo (ICT). A pesar del crecimiento continuo del fútbol femenino siguen faltando publicaciones científicas sobre las deportistas.

**Objetivo:** Evaluar la asociación que existe entre las alteraciones biomecánicas y el déficit de activación muscular con la Inestabilidad Crónica de Tobillo en jugadoras profesionales de fútbol.

**Material y método:** Se realizó un estudio transversal analítico en jugadoras profesionales de fútbol. Se identificó la presencia de ICT y posteriormente se realizaron mediciones de movilidad articular y activación muscular en miembros inferiores, mediante el análisis de movimiento humano y electromiografía de superficie para evaluar su asociación con la ICT.

**Resultados:** La mitad de las jugadoras evaluadas reportaron tener inestabilidad de tobillo percibida; el 62,5% ha presentado al menos un esguince de tobillo, el 54,2% ha tenido alguna otra lesión. Se obtuvieron diferencias de rangos de movilidad de cadera, rodilla y tobillo entre quienes presentaron inestabilidad y quienes no, así como en la activación muscular del peroneo largo, existe un déficit de activación muscular en participantes con inestabilidad; sin embargo, ningún resultado es significativo.

**Conclusiones:** Los resultados muestran que, no hubo diferencias significativas en la biomecánica de las extremidades inferiores y en la activación muscular del peroneo largo, y que las jugadoras con ICT presentaron diferencias de movilidad entre extremidades, lo que podría predisponer a lesiones recurrentes e inestabilidad. Es importante considerar estas diferencias para diseñar programas preventivos en las futbolistas, ya que su trabajo depende de un buen estado de salud.

**Palabras clave:** Inestabilidad Crónica de Tobillo. Fútbol femenino. Biomecánica. Activación muscular.

## 040. Perfil de fuerza velocidad en el esprint en fútbol en función de la edad y del sexo

Mejía G<sup>1</sup>, García-Muro F<sup>1</sup>, Santo Domingo C<sup>1</sup>, Hans K<sup>2</sup>, González I<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidad San Pablo CEU. <sup>2</sup>Universidad de Florida. EEUU. <sup>3</sup>R.C Deportivo de La Coruña. España.

**Introducción:** El esprint es un factor clave y determinante en el rendimiento físico del fútbol, tanto poder alcanzar velocidades máximas, como para recorrer una distancia determinada en el menor tiempo. En el fútbol, los movimientos rápidos de aceleración y esprint son comunes en muchas acciones decisivas de partidos. El objetivo del trabajo es describir el perfil de fuerza-velocidad de jugadores de fútbol en diferentes edades y sexos.

**Material y método:** Estudio descriptivo transversal con 187 futbolistas, 153 hombres (81,8%) y 34 mujeres (18,2%), clasificados en primer equipo femenino, segundo equipo femenino, segundo equipo masculino, juvenil, cadete, infantil y alevín. Se determinó el perfil de fuerza velocidad de cada jugador mediante 2 esprints de 30 metros. Se grabó con una cámara a 240 fpm y utilizó el método de Samozino para la obtención del perfil de fuerza-velocidad. Los datos se analizaron con el programa estadístico SPSS, (v27.0). Se fijó el p-valor del 0,05 para establecer la significancia estadística. El estudio fue aprobado por el comité de ética (665/23/TFM).

**Resultados:** El segundo equipo femenino presentó mayores valores de fuerza máxima teórica donde solo presentó diferencias significativas con el equipo infantil ( $p = 0,043$ ); El equipo con mayor velocidad máxima teórica y velocidad máxima fue el segundo equipo masculino que presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con todos los equipos salvo con el juvenil. El equipo juvenil alcanzó los valores más altos de potencia máxima presentando diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con todos los equipos salvo con el segundo equipo masculino. El segundo equipo masculino presentó los mejores valores de tasa de disminución de relación de fuerza máxima media presentando diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) ambos equipos femeninos, infantiles y alevines.

**Conclusiones:** Existen diferencia entre edades y sexos que nos permitirán planificar los entrenamientos encaminado a mejorar el desempeño.

**Palabras clave:** Esprint. Fútbol. Perfil fuerza-velocidad.

## 051. Comparación de la marcha en jóvenes usando una mochila convencional y una de ruedas

Costa C, Delgado G.

Centro de Enseñanza Superior Alberta Giménez (CESAG) adscrito a la Universidad Pontificia Comillas.

**Introducción:** Apenas hay estudios que comparen la marcha en niños/jóvenes en condiciones de campo.

**Objetivos:** En el presente estudio se pretende comparar los efectos en la cinemática de la marcha de jóvenes al transportar un peso adicional a su peso corporal (+10%) en una mochila convencional, y en una mochila con ruedas.

**Material y método:** Los participantes realizaron 3 pruebas de marcha de 2 minutos a ritmo natural: (i) sin ninguna carga; (ii) con una mochila convencional y (iii) con una mochila con ruedas. La cinemática de la marcha se evaluó mediante el uso de la app Walking Test, que recoge y analiza los datos procedentes de los sensores inerciales de los teléfonos inteligentes.

**Resultados:** En el caso de la velocidad de la marcha ( $\approx 1,2$  m/s), longitud de paso ( $\approx 68$  cm), número de pasos por trayecto ( $\approx 19$  pasos) o cadencia ( $\approx 103$  pasos/minuto), no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$  en todos los casos). Hubo diferencias significativas en (i) las aceleraciones verticales máximas ( $8,3 \pm 2,6$  m/s<sup>2</sup> vs.  $7,3 \pm 2,5$  m/s<sup>2</sup> vs.  $8 \pm 2,9$  m/s<sup>2</sup> en la condición sin nada, de mochila con ruedas y de mochila convencional), (ii) en la aceleración anteroposterior media, siendo mayor en la mochila con ruedas ( $5,4$  cm/s<sup>2</sup> sin nada vs.  $8,4$  cm/s<sup>2</sup> con mochila con ruedas vs.  $5,8$  cm/s<sup>2</sup> con mochila convencional;  $p = 0,023$ ), y (iii) en el rango de inclinación anteroposterior, que fue mayor con la mochila con ruedas ( $8,8$  grados sin nada vs.  $6,2$  grados con mochila con ruedas vs.  $9,5$  grados con mochila convencional;  $p = 0,026$ ).

**Conclusiones:** En general, la mochila con ruedas modifica más los parámetros estudiados que la mochila convencional. Este tipo de estudios son fundamentales ya que ciertas alteraciones de la marcha, se pueden relacionar con la aparición de lesiones musculoesqueléticas en el futuro.

**Palabras clave:** Carro. Patrón de la marcha. Biomecánica lumbo-pélvica. Alteraciones de la mecánica de la marcha. Marcha normal.

## Cardiología y entrenamiento y mejora del rendimiento / Cardiology and training and performance improvement

### 028. Prevalencia y significado patológico de onda T negativa en el electrocardiograma de deportistas asintomáticos

Fabregat-Andrés O<sup>1,2</sup>, De Hevia M<sup>2</sup>, Vallejo V<sup>1</sup>, Rubini R<sup>1</sup>, Vera-Ivars P<sup>2,3</sup>, Tormos JM<sup>3</sup>, Barrios C<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Servicio de Cardiología del Hospital IMED Valencia. Valencia. <sup>2</sup>IMEDUCV Alto Rendimiento Deportivo. Valencia. <sup>3</sup>Departamento de Medicina de la Universidad Católica de Valencia. Valencia.

**Introducción:** La detección de onda T negativa genera inquietud en la evaluación del deportista. Su presencia puede representar el primer y único signo de cardiopatía hereditaria en ausencia de cardiopatía estructural. Aunque existen algunas series amplias, la literatura en población española es escasa. Nos propusimos evaluar la prevalencia y significado patológico de onda T negativa en el ECG en una muestra extensa de deportistas de nuestro ámbito.

**Material y método:** Se estudiaron 2.249 deportistas (edad media 29,3+/-15,5 años, mínimo 12 - máximo 65), asintomáticos, y sin historia previa de cardiopatía. El reconocimiento incluyó en todos los casos exploración física, ECG en reposo y ecocardiograma transtorácico. Se dividió la muestra en 2 grupos para el análisis de resultados: 1.409 deportistas jóvenes de 12 a 35 años, y 840 veteranos de 36 a 65 años.

**Resultados:** La prevalencia total de onda T negativa fue 2,4% (n = 54): 1,8% en jóvenes, y 3,3% en veteranos. En jóvenes, se encontró cardiopatía estructural en el 23,1% de los casos (6/26): 3 deportistas con hipertrofia ventricular izquierda al menos moderada; 2 con miocardiopatía hipertrófica establecida; y 1 caso con comunicación interauricular. En veteranos, la prevalencia de cardiopatía en presencia de onda T invertida fue del 35,7% (10/28): 7 deportistas con hipertrofia moderada; 2 deportistas con miocardiopatía hipertrófica; y 1 caso de enfermedad coronaria. La combinación de onda T negativa en cara inferior y anterolateral fue el patrón electrocardiográfico que se asoció con mayor porcentaje de cardiopatía estructural (75% de los casos).

**Conclusiones:** La prevalencia de onda T negativa en deportistas asintomáticos de nuestra área es inferior al 3%, similar a la descrita en series internacionales. Menos de un tercio de los deportistas con onda T negativa en el ECG presenta cardiopatía estructural en el momento de la evaluación cardiológica, siendo la hipertrofia ventricular izquierda significativa el hallazgo más frecuente.

**Palabras clave:** Onda T negativa. Deportistas. Cardiopatía estructural.

### 029. Efecto del tratamiento betabloqueante en la capacidad funcional de pacientes isquémicos en rehabilitación cardíaca

Fabregat-Andrés O<sup>1,2</sup>, De Hevia M<sup>2</sup>, Vallejo V<sup>1</sup>, Rubini R<sup>1</sup>, Vera-Ivars P<sup>2,3</sup>, Tormos JM<sup>3</sup>, Barrios C<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Servicio de Cardiología del Hospital IMED Valencia. Valencia. <sup>2</sup>IMEDUCV Alto Rendimiento Deportivo. Valencia. <sup>3</sup>Departamento de Medicina de la Universidad Católica de Valencia. Valencia.

**Introducción:** Los programas rehabilitación cardíaca (PRC) mejoran el pronóstico de pacientes tras síndrome coronario agudo (SCA). En pacientes con fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) >40%, se recomienda tratamiento con betabloqueantes (BB) durante los tres primeros años tras SCA, aunque su uso rutinario en este contexto está en debate actualmente. Nos planteamos evaluar los cambios en la capacidad funcional de pacientes en un PRC, en función de las modificaciones sobre el tratamiento BB que se realizaron por criterios clínicos.

**Material y método:** Se evaluaron 36 pacientes (58,9+/-8,5 años) que completaron un PRC tras SCA. Se realizó ergometría y/o ergoespirometría al inicio y final del PRC, y se determinó la capacidad funcional (estimada en MET) y/o consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2max</sub>). Se dividió la muestra en 3 grupos: pacientes con BB al inicio del PRC y sin modificación de la prescripción [grupo BB, 1]; pacientes con BB al inicio, y con disminución de su dosis o retirada durante el PRC [grupo disminución BB, 2]; y paciente sin BB desde el inicio [grupo sin BB, 3]. Se compararon mediante ANOVA los cambios tanto absolutos como porcentuales.

**Resultados:** Los 3 grupos fueron equivalentes en edad y FEVI. Todos los grupos mejoraron la capacidad funcional, pero fue significativamente mayor en los grupos 2 y 3, tanto en capacidad funcional (cambio en valor absoluto 1,5 vs. 4,3 vs. 2,7 MET, p = 0,003; cambio porcentual MET 15,0 vs. 37,3 vs. 21,0%, p = 0,012) como en VO<sub>2max</sub> [n = 15] (0,7 vs. 6,6 vs. 2,6 mL/kg/min, p = 0,007; cambio porcentual 2,7 vs. 24,6 vs. 12,2%, p = 0,017).

**Conclusiones:** En pacientes con SCA y FEVI >40% que completaron un PRC, tanto la disminución y/o retirada del tratamiento con BB como su no prescripción inicial, se asoció con un incremento significativo de la capacidad funcional en comparación con el uso mantenido de BB.

**Palabras clave:** Rehabilitación cardíaca. Betabloqueantes. Capacidad funcional.

### 032. "Biofeedback" de la variabilidad de la frecuencia cardíaca para gestionar el estrés y la recuperación

Estrella T<sup>1</sup>, Alfonso C<sup>1</sup>, Ramos-Castro J<sup>2</sup>, Capdevila L<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de investigación del deporte (IRE). Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). <sup>2</sup>Departamento de ingeniería electrónica. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

**Introducción:** El estrés o la recuperación del esfuerzo son problemas comunes en muchos deportistas. La variabilidad de la frecuencia

cardíaca (HRV) es un biomarcador utilizado en diferentes ámbitos de salud que refleja la adaptación del sistema nervioso autónomo a las demandas del entorno. El "biofeedback" de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRVB) es una técnica reconocida para autorregular la función cardiorrespiratoria a tiempo real.

**Objetivos:** Los objetivos de este trabajo son: primero, desarrollar una "App" en formato de juego ("serious game") basada en HRVB que permita a los deportistas autorregular su HRV; y segundo, testear la aplicación en un estudio piloto.

**Material y método:** "FitLab Game" es la "App" desarrollada con tecnología "mHealth". El juego se adapta a la frecuencia cardíaca instantánea de cada participante adaptando el entorno según diferentes pantallas y elementos. Para el segundo objetivo, 16 participantes ( $X = 23$ ,  $SD = 0,69$ ) fueron divididos en dos grupos, experimental ( $n = 8$ ) y control ( $n = 8$ ). Se realizó un diseño factorial 2x2 (situación pre-post y grupo control-experimental) donde los participantes en la situación experimental fueron entrenados en técnicas de respiración.

**Resultados:** Los resultados del estudio piloto muestran cambios significativos entre grupos, en la media de los intervalos RR y en el parámetro RMSSD ( $p = 0,02$  y  $p = 0,04$  respectivamente). El rendimiento del juego respecto a la línea base incrementó en ambos grupos. Los participantes encontraron que "FitLab Game" era fácil de usar y divertido para aprender técnicas de autocontrol.

**Conclusiones:** Los cambios en los parámetros de HRV pueden reflejar una mayor activación del sistema atencional producido por las demandas del juego en el grupo experimental respecto al grupo control. También pueden ser una medida del nivel de estrés y de recuperación. Aprender y entrenar técnicas de autocontrol mediante un juego como "FitLab Game" puede ayudar a gestionar en los deportistas sus niveles atencionales o de estrés, y acelerar y mejorar su recuperación tras el esfuerzo.

**Palabras clave:** Serious game. HRV. Biofeedback. Estrés. Recuperación. mHealth.

## 070. Miocardiopatía hipertrófica en el deportista. A propósito de un caso

Vázquez J, Cárdenes A, Carricondo JM, Acosta C, Rojas B, Déniz J, León J, Caballero E.

Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín. Las Palmas de G.C.

**Introducción:** La miocardiopatía hipertrófica (MCH) tiene una prevalencia elevada en la población, en torno a 1.500 individuos. El diagnóstico diferencial entre hipertrofia fisiológica del deportista y miocardiopatía hipertrófica puede resultar extremadamente difícil, debido a la diversidad en la presentación clínica.

**Objetivo:** Evaluar recomendaciones de actividad deportiva y seguimiento en el caso de un deportista que diagnóstico de miocardiopatía hipertrófica.

**Material y método:** Varón de 27 años, asintomático, que realiza actividad física de alta intensidad (trail y cross-fit). Acude a revisión cardiológica derivado tras objetivarse en revisión laboral presencia de electrocardiograma (ECG) patológico.

**Resultados:** El paciente no tiene antecedentes de interés, destaca como antecedente familiar tío paterno con muerte súbita en torno a 48 años. El ECG muestra presencia de ritmo sinusal con signos de hipertrofia ventricular y alteraciones marcadas de la repolarización con ondas T negativas asimétricas en cara anterolateral. Se realiza ecocardiograma transtorácico, objetivándose buena función ventricular con hipertrofia severa concéntrica, sin obstrucción del tracto de salida de ventrículo izquierdo ni valvulopatías. Se realiza una ergometría, alcanzando 18,4 METS sin presencia de hipotensión con el ejercicio ni arritmias ventriculares. En la resonancia cardíaca no se objetiva presencia de realce tardío ni se identifican mutaciones patogénicas en el estudio genético. Dado que no presenta marcadores de riesgo de muerte súbita, se permite al paciente realización de actividad física de alta intensidad.

**Conclusiones:** La estratificación del riesgo en los deportistas con MCH tiene como objetivo la identificación de pacientes con un alto riesgo de muerte súbita. Asimismo, la mayoría de las muertes súbitas en la MCH no ocurren durante el ejercicio. En las recomendaciones actuales, la participación de ejercicio de alta intensidad/deportes competitivos se puede considerar para deportistas que no tienen marcadores de riesgo tras evaluación adecuada por expertos.

**Palabras clave:** Miocardiopatía hipertrófica. Cardiología deportiva. Corazón de deportista.

## 071. Miocardiopatía no compactada versus hipertrabeculación. A propósito de un caso

Acosta C, Rojas B, Déniz J, Cárdenes A, Sánchez A, Caballero E.

Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín. Las Palmas de G.C.

**Introducción:** La miocardiopatía no compactada de ventrículo izquierdo (MNC) es una enfermedad de carácter esporádico o familiar. Su verdadera incidencia y prevalencia en la población general es desconocida, aunque los últimos estudios revelan que en deportistas se sobreestima, dada la presencia de marcada hipertrabeculación en ellos.

**Objetivo:** Evaluar las recomendaciones de actividad deportiva y seguimiento en el caso de un deportista con sospecha inicial de miocardiopatía no compactada.

**Material y método:** Varón de 21 años que refiere presentar sensación ocasional de palpitations sin relación con los esfuerzos. Se inicia estudio cardiológico inicial y se desaconseja la práctica de actividad deportiva por sospecha de miocardiopatía no compactada.

**Resultados:** El paciente no tiene antecedentes personales ni familiares de interés. El ECG muestra bradicardia sinusal a 51 lpm sin hallazgos patológicos. Se realiza un ecocardiograma transtorácico, donde se objetiva la presencia de buena función biventricular con marcada hipertrabeculación. En la resonancia cardíaca, presenta un ratio de miocardo no compactado/compactado de 2,1 en diástole, sin presencia de realce tardío. No se identifican arritmias ventriculares ni en el holter, ni en la ergometría (20,4 METS). Con todo ello, se vuelve a permitir al paciente la realización de actividad física de alta intensidad.

**Conclusiones:** A los deportistas asintomáticos con hipertrabeculación sin diagnóstico de certeza de MNC se les puede conceder la realización de deporte condicionada a revisiones periódicas. La participación en

ejercicios de alta intensidad y deportes competitivos puede considerarse en individuos asintomáticos con MNC, FEVI >50% y ausencia de arritmias ventriculares frecuentes y complejas.

**Palabras clave:** Miocardiopatía no compactada. Hipertrabeculación. Cardiología deportiva. Corazón de deportista.

### 073. Perfiles individuales de adaptación a la carga deportiva en jugadores de baloncesto

Guillen J<sup>1</sup>, Caparrós T<sup>2,3</sup>, Capdevila L<sup>1</sup>, Estrella T<sup>1</sup>, Parrado E<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Investigación del Deporte (IRE). Universidad Autónoma de Barcelona.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC). Universidad de Barcelona.

<sup>3</sup>Sport Performance Analysis Research Group (SPARG). Universidad de Vic.

**Introducción:** Cada deportista responde de manera individualizada a la carga externa, por lo que el análisis de variables tanto subjetivas como objetivas es esencial para obtener una visión holística de su estado y poder prevenir lesiones.

**Objetivo:** Describir las adaptaciones a la carga deportiva en jugadores de baloncesto a lo largo de 6 microciclos, y definir perfiles individualizados de adaptación deportiva a partir de variables fisiológicas, neuromusculares y cognitivo-conductuales.

**Material y método:** Se han monitorizado parámetros fisiológicos, neuromusculares y cognitivo-conductuales en 7 jugadores (22,19 ± 1,77 años, 82,26 ± 5,65 kg, 187,88 ± 4,52 cm) de un equipo sénior (Copa Catalunya). Cada microciclo incluyó tres sesiones de entrenamiento y un partido. Antes de la primera sesión semanal de cada microciclo, los jugadores se sometieron a un protocolo para recoger las variables a

través de dispositivos electrónicos y aplicaciones. Este protocolo incluyó cuestionarios sobre la percepción de la recuperación previa, medición de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) en reposo durante 5 minutos, un calentamiento estandarizado y una prueba de saltos con contra movimiento (CMJ) como indicador de la fatiga muscular. Tras cada sesión, se registró el esfuerzo percibido (RPE) de cada jugador. Este registro, constante en todas las sesiones, junto con la duración de la sesión, proporcionó un indicador de carga de la sesión que combinó la carga interna y externa (sRPE).

**Resultados:** Se realizó un análisis descriptivo y correlacional. Los resultados muestran que la variable de fatiga muscular (CMJ) correlacionó negativamente de manera significativa con la carga deportiva acumulada durante la semana previa (sRPE) para el total de la muestra ( $r = -0,323$ ;  $p < 0,05$ ). Respecto a la HRV, no se observaron asociaciones entre el parámetro RMSSD y la carga deportiva previa. Debido a las diferencias individuales en cada parámetro del estudio que describe las adaptaciones a la carga de entrenamiento, se estableció un perfil descriptivo para cada jugador.

**Conclusiones:** Nuestros resultados muestran la posible relación entre la fatiga muscular, valorada a través del CMJ, y la carga deportiva. Se propone el análisis combinado de la fatiga muscular con la carga deportiva, como indicador para la prevención de lesiones en jugadores de baloncesto. En este sentido, es adecuado el seguimiento individual de perfiles establecidos a partir de una prueba de saltos con contra movimiento (CMJ) y de un parámetro que permite combinar las cargas interna y externa (sRPE).

**Palabras clave:** Carga interna. Carga externa. Baloncesto. Rendimiento. Fatiga. HRV.



# POSTGRADOS OFICIALES: **SALUD Y DEPORTE**



**UCAM**  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE MURCIA

Espíritu  
**UCAM**  
Espíritu Universitario

**Miguel Ángel López**

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



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

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

**MÁS INFORMACIÓN:**



**968 27 88 01**



**ucam.edu**

# 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: Balius R. *Ecografía muscular de la extremidad inferior. Sistemática de exploración y lesiones en el deporte*. Barcelona. Editorial Masson; 2005. p. 34.
  - **Material electrónico,** artículo de revista electrónica: Ejemplo: Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Infect Dis*. (revista electrónica) 1995 JanMar (consultado 0501/2004).  
Disponible en: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>
7. La Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE comunicará la recepción de los trabajos enviados e informará con relación a la aceptación y fecha posible de su publicación.
  8. ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE, oídas las sugerencias de los revisores (la revista utiliza el sistema de corrección por pares), podrá rechazar los trabajos que no estime oportunos, o bien indicar al autor aquellas modificaciones de los mismos que se juzguen necesarias para su aceptación.
  9. La Dirección y Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE no se responsabilizan de los conceptos, opiniones o afirmaciones sostenidos por los autores de sus trabajos.
  10. Envío de los trabajos: Los trabajos destinados a publicación en la revista Archivos de Medicina del Deporte se enviarán a través del sistema de gestión editorial de la revista (<http://archivosdemedicinadeldeporte.com/revista/index.php/amd>).

## Ética

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

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

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

## Hoja de inscripción a SEMED-FEMEDE 2024

Nombre ..... Apellidos ..... DNI .....

Calle ..... N° ..... C.P. ....

Población ..... Provincia .....

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

### La cuota anual de SEMED-FEMEDE

- 85€**  
 Incluye la recepción de los seis números anuales de la Revista Archivos de Medicina del Deporte en formato electrónico y pertenecer a SEMED-FEMEDE
- 110€** Que incluye lo anterior más pertenecer a una Asociación regional, excepto SAMEDE cuyo coste es de 115 euros. Señale a continuación:
- |   |   |                                   |   |
|---|---|-----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Andalucía (AMEFDA) | <input type="checkbox"/> Canarias           | <input type="checkbox"/> Cataluña | <input type="checkbox"/> EKIME (P. Vasco) |
| <input type="checkbox"/> Andalucía (SAMEDE) | <input type="checkbox"/> Cantabria          | <input type="checkbox"/> Galicia  | <input type="checkbox"/> Rioja            |
| <input type="checkbox"/> Aragón             | <input type="checkbox"/> Castilla La Mancha | <input type="checkbox"/> Murcia   | <input type="checkbox"/> Valencia         |
| <input type="checkbox"/> Baleares           | <input type="checkbox"/> Castilla León      | <input type="checkbox"/> Navarra  |   |
- 30€**  
 Estudiantes de Ciencias de la Salud (a justificar)  
 MIR en Medicina del Deporte (a justificar)

### Orden de pago por domiciliación bancaria

Nombre y apellidos ..... DNI .....

Sr. Director del Banco o Caja .....

Oficina ..... Sucursal ..... Calle ..... N° .....

Población ..... Provincia ..... C.P. ....

**Firma titular**

**Fecha**

Le ruego cargue anualmente en mi cuenta N°

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

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

Sociedad Española de Medicina del Deporte C/ Cánovas nº 7, bajo. 50004 Zaragoza Teléfono: 976 02 45 09

## Hoja de suscripción a Archivos de Medicina del Deporte 2024

- Importe suscripción**
- 165€ España (IVA incluido)  220€ Internacional (excepto Europa)  Deseo recibir un ejemplar de muestra sin cargo
- 180€ Europa
- Para suscripciones institucionales consultar precios

### Dirección de envío

Nombre ..... Apellidos ..... DNI .....

Calle ..... N° ..... Piso ..... C.P. ....

Población ..... Provincia ..... País .....

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

### Forma de pago

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

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

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

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

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



# Campaña de aptitud física, deporte y salud



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

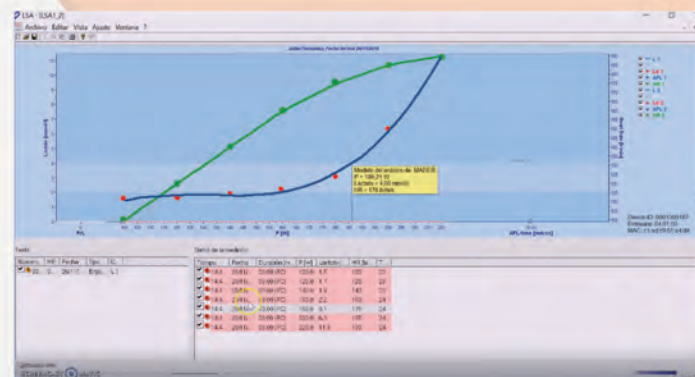
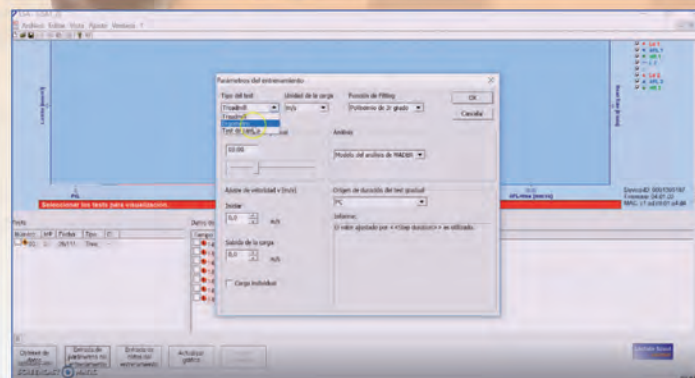
Se ha considerado el momento oportuno de lanzar la campaña de gran alcance, denominada **CAMPAÑA DE APTITUD FÍSICA, DEPORTE Y SALUD** relacionada con la promoción de la actividad física y deportiva para toda la población y que tendrá como lema **SALUD – DEPORTE – DISFRÚTALOS**, que aúna de la forma más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

**BIO**Laster 

# ANALIZADOR PORTÁTIL DE LACTATO LACTATE SCOUT SPORT



- 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)
- Memoria de hasta 500 resultados
- Pantalla e-paper para facilitar la visualización
- Diseño más pequeño, más ligero, más robusto
- Gran Conectividad, Conexión a monitores de ritmo cardíaco compatibles



**BIO**Laster 

[www.biolaster.com](http://www.biolaster.com)

943 300 813 | 639 619 494

